

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID

FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y SOCIOLOGÍA

**Departamento de Sociología V
(Teoría Sociológica)**



**LAS RELACIONES ENTRE LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA
SOCIEDAD. UN ESTUDIO DE LA CONTROVERSA SOBRE LOS
ORGANISMOS MODIFICADOS GENÉTICAMENTE**

MEMORIA PARA OPTAR AL GRADO DE DOCTOR

PRESENTADA POR

Jósean Larrión Cartujo

Bajo la dirección del doctor

Mario Domínguez Sánchez - Pinilla

Madrid, 2005

ISBN: 84-669-2825-1

**UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y SOCIOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE SOCIOLOGÍA V (TEORÍA SOCIOLÓGICA)**

**LAS RELACIONES ENTRE
LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA SOCIEDAD**

**UN ESTUDIO DE LA CONTROVERSA SOBRE
LOS ORGANISMOS MODIFICADOS GENÉTICAMENTE**

Tesis doctoral de JÓSEAN LARRIÓN CARTUJO

Director: MARIO DOMÍNGUEZ SÁNCHEZ-PINILLA

Madrid, 2005

UNIVERSIDAD COMPLUTENSE DE MADRID
FACULTAD DE CIENCIAS POLÍTICAS Y SOCIOLOGÍA
DEPARTAMENTO DE SOCIOLOGÍA V (TEORÍA SOCIOLOGICA)

LAS RELACIONES ENTRE
LA CIENCIA, LA TECNOLOGÍA Y LA SOCIEDAD

UN ESTUDIO DE LA CONTROVERSIA SOBRE
LOS ORGANISMOS MODIFICADOS GENÉTICAMENTE

Tesis doctoral de JOSÉAN LARRIÓN CARTUJO

Director: MARIO DOMÍNGUEZ SÁNCHEZ-PINILLA

Madrid, 2005

Dedico este estudio a mi compañera Vicky,
pues ella es la luz que ilumina mis pasos.

A mis hermanos Jesús e Ibán,
pues ellos siempre están muy cerca.

Y a mis padres Jesús y María Pilar,
pues a ellos les debo todo.

Índice

Presentación y agradecimientos	7
El interrogante teórico	9
Capítulo 1: El estado de la cuestión	21
1. Introducción.....	21
2. La sociología general clásica.....	25
3. La sociología del conocimiento.....	32
4. La filosofía de la ciencia.....	38
5. La sociología de la ciencia.....	44
6. La historia de la ciencia.....	48
7. La filosofía no formalista de la ciencia.....	53
8. El programa fuerte.....	58
9. Las nuevas orientaciones.....	62
10. Conclusión.....	74
Capítulo 2: El interrogante empírico	77
1. Los dos objetivos.....	77
2. El objeto empírico.....	80
3. La hipótesis.....	86
4. De la ciencia de los mitos al mito de la ciencia.....	88
5. Las dos actitudes metodológicas.....	94
6. El principio de diferenciación.....	100
7. Los materiales.....	102

Capítulo 3: Las controversias sobre la sociedad	105
1. La regulación del problema.....	106
2. El principio de precaución.....	117
3. El Protocolo de Bioseguridad.....	130
4. El etiquetado.....	137
5. El sistema de patentes.....	148
6. El problema del hambre en el mundo.....	160
Capítulo 4: Las controversias sobre la ciencia y la tecnología	183
1. Las reuniones de Asilomar.....	184
2. La leche de vaca y la rBGH.....	193
3. La soja Roundup Ready.....	210
4. El maíz Bt.....	220
5. El caso Pusztai.....	236
6. El arroz dorado de Potrykus y Beyer.....	254
7. El principio de equivalencia sustancial.....	274
8. La selección, el cruzamiento y la manipulación genética.....	287
9. La polémica sobre qué son y cómo se comportan los genes.....	307
Capítulo 5: Los modelos de interpretación	327
1. Las insuficiencias racionales y empíricas.....	329
2. Las tensiones entre los intereses.....	341
3. Las tensiones entre los valores.....	363
Conclusión: La espiral de la ciencia, la tecnología y la sociedad ..	383
1. Los resultados de la investigación.....	383
2. Unas consideraciones finales.....	395
Anexos	407
1. El cuestionario de las entrevistas.....	407
2. Glosario de siglas, acrónimos y abreviaturas.....	410
Recursos	417
1. Bibliografía.....	417
2. Recursos en Internet.....	473

Presentación y agradecimientos

El estudio presente ha sido posibilitado y condicionado de una forma muy positiva por una diversidad de contextos profesionales, comunitarios y sociales. Para empezar, quisiera subrayar aquí cómo un primer encuentro con las ciencias sociales y con la sociología muy en particular se desencadenó con mucha fuerza e ilusión al calor del Departamento de Sociología de la Facultad de Ciencias Humanas y Sociales de la Universidad Pública de Navarra. Claro que esta etapa inicial de diálogo con la sociología prosiguió con una intensidad muy similar en los cursos de doctorado que realicé en el Departamento de Sociología V (Teoría Sociológica) de la Facultad de Ciencias Políticas y Sociología de la Universidad Complutense de Madrid. Sin embargo, resulta casi obvio que el agradecimiento más cálido y sincero no sería tanto para las instituciones universitarias en muchas ocasiones frías e impersonales sino para todas aquellas personas que, apostando por éstas con decidida pasión, acierto y constancia, las llenan de proyectos, de ilusión y de sentido.

Los muy necesarios apoyos económicos a la investigación fueron proporcionados, en primer lugar, por una Beca de Colaboración del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. En segundo lugar, por una Beca de Doctorado del Gobierno de Navarra dentro del Programa de Ayudas a la Formación y el Perfeccionamiento del Personal Investigador Navarro. Por último, en tercer lugar, si bien esta vez de una manera mucho más intensa y prolongada, por una Beca de

Formación del Profesorado Universitario del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

La pasión esencial por lo que con el paso del tiempo reconocí como el oficio de sociólogo fue estimulada, acrecentada y debidamente encauzada por diversos profesores e investigadores. De entre todos éstos quisiera destacar muy en especial la complicidad, la razonabilidad y el realismo crítico pero también soñador de mi director de tesis doctoral Mario Domínguez Sánchez-Pinilla. El talante siempre profesional, reflexivo y despierto de mi tutor de doctorado Emilio Lamo de Espinosa. El optimismo poco menos que estructural de Josetxo Beriain Razquin. La amabilidad encantadora y no sujeta a la contingencia de Celso Sánchez Capdequí. Los comentarios siempre inteligentes, rigurosos y provechosos de Juan Manuel Iranzo Amatriaín. La dedicación, la disponibilidad y la empatía sin límite de Ignacio Sánchez de la Yncera.

En cuanto a la también muy necesaria complicidad propia de los compañeros de viaje mejor avenidos, quisiera decir aquí que ésta se fue cuajando de una manera principal en compañía de la hospitalidad, la humanidad y el desorden sólo aparente de Berni. El humor cordial y la contundencia siempre inteligente y atenta a los matices de Marta. El utopismo al tiempo crítico y mágico de Oscar. La comprensión, el apoyo permanente y la proximidad incondicional de Vicky.

Las observaciones más oportunas y constructivas a los trabajos de doctorado y a los borradores sucesivos de este estudio se las debo, sobre todo, a Mario Domínguez Sánchez-Pinilla, a Emilio Lamo de Espinosa, a Juan Manuel Iranzo Amatriaín, a Celso Sánchez Capdequí, a Marta Rodríguez Fouz, a Victoria Aliende Urtasun y a Ignacio Sánchez de la Yncera. Sin embargo, aunque pueda resultar algo evidente, quisiera poner de relieve que ellos son sólo responsables directos de sus amables comentarios, mientras yo lo soy de haberlos comprendido, compartido o seguido en mayor o en menor medida.

No obstante, me gustaría expresar que a quienes vitalmente debo ser quien soy y hacer lo que hago, y para quienes dedico con una satisfacción enorme este estudio, es a mi compañera Vicky, a mis hermanos Jesús e Ibán y a mis padres Jesús y María Pilar.

El interrogante teórico

I

Esta investigación aborda el problema sustantivo de las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. La elección de este problema genérico queda en parte justificada debido a que en las sociedades occidentales actuales el complejo ciencia y tecnología representa uno de los recursos más importantes de cara a la obtención del crédito y la confianza social. Con lo cual, cabe decir que este trabajo parte del supuesto fundamental de que la ciencia y la tecnología, cierto es que como unas prácticas más o menos emparejadas o diferenciadas, se han convertido en las sociedades occidentales contemporáneas en algo así como un punto de paso esencial a través del cual los diferentes sistemas tanto de interpretación como de intervención buscan y en gran medida encuentran sólidas cuotas de reconocimiento y de legitimidad social. De modo que si bien resulta muy evidente que en el mundo contemporáneo existen y persisten otras muchas formas de saber y de saber hacer, presentes o no en nuestras sociedades occidentales actuales, debe indicarse que una de las características realmente significativas es que el complejo ciencia y tecnología representa una de las manifestaciones cognitivas y prácticas socialmente más acreditadas y poderosas y, por lo tanto, más relevantes desde el punto de vista de la sociología.

De hecho, resulta muy habitual comprobar que en poco menos que una infinidad de productos que son anunciados por ejemplo por la

televisión, o por cualesquiera otros medios de comunicación de masas, se resalta una y otra vez que estos objetos están realmente avalados por el saber de los científicos y técnicos expertos más competentes y autorizados. Entre todos éstos cabe citar productos tan cotidianos como los colchones de las camas, los cepillos para limpiar los dientes, la leche y los yogures del desayuno, los detergentes para las lavadoras, las cremas faciales que, se supone, hacen a ellas y ellos más jóvenes y bellos o los aparatos de gimnasio para, también en principio, tornar los cuerpos más fuertes y atractivos. Pero también otros fenómenos y otras actuaciones quizá menos domésticas o próximas hacen un uso muy frecuente de estas mismas estrategias discursivas y prácticas orientadas sobre todo a revestirse de la valiosa autoridad que emanaría del conocimiento científico y técnico de los expertos. Se podrían citar así los muy complejos y polémicos casos existentes en torno a la rentabilidad, la seguridad o la viabilidad humana y ambiental de los distintos productos relacionados con la industria militar, la obtención de la energía, la telefonía móvil, la medicación de las enfermedades o la elaboración de los alimentos.

De un lado, como mostraré más adelante, podría decirse de una forma muy esquemática que están los grupos políticos, que vendrían a ser algo así como los representantes oficiales del pueblo y de los sujetos, grupos éstos a los cuales se supone que se les exige sobre todo que tomen sus decisiones prácticas a favor de la democracia, la libertad, la justicia o el bien del conjunto de la comunidad social. De otro lado, en cambio, cabría señalar que están por ejemplo los colectivos de los científicos y técnicos expertos, que serían algo así como los representantes oficiales de las cosas y de los objetos, a los cuales cabe entender que se les demanda en gran medida que trabajen y se pronuncien no tanto en virtud de las distintas posiciones y convicciones en parte contingentes, conflictivas y negociables propias del espacio de lo social, lo político y lo económico sino más bien con arreglo a la racionalidad científica y la evidencia experimental que posibilitan al parecer unos conocimientos y unos juicios realmente imparciales, neutrales y objetivos.

No obstante, frente a estos supuestos genéricos, resulta muy frecuente comprobar cómo muchos de los problemas que preocupan a las sociedades actuales, tanto a un nivel micro como a un nivel macro, suelen enfrentar en general a diversos grupos sociales, políticos o económicos respaldados éstos a su vez por distintos colectivos de

científicos y técnicos expertos. De modo que cabe reiterar que esta investigación parte de una suposición principal en virtud de la cual el complejo ciencia y tecnología se ha consolidado en las sociedades contemporáneas en un punto de paso poco menos que obligatorio orientado en gran medida a estabilizar los diversos proyectos de interpretación e intervención tanto respecto del mundo de la sociedad como en relación con el mundo de la naturaleza. La idea dominante consiste en que el saber de los distintos científicos y técnicos expertos no debería cuestionarse en exceso porque, se supone, son sólo los diversos científicos y técnicos expertos quienes se dedicarían a investigar con distinguido rigor, método y detenimiento la constitución íntima de las cosas y de los objetos.

En cualquier caso, debo precisar desde ahora que este trabajo no se detiene en exclusiva en el estudio más o menos habitual de cuestiones también muy relevantes tales como la percepción pública, la confianza social, la participación ciudadana o las distintas consecuencias sociales y ambientales del complejo ciencia y tecnología. Si bien queda muy claro que en diversas ocasiones se reparará en este tipo de cuestiones y problemas. De una manera algo diferente, cabe decir que esta investigación se ocupa sobre todo de indagar en los llamados factores o componentes sociales, políticos y económicos que pudieran posibilitar y condicionar en gran medida el quehacer cotidiano de los múltiples científicos y técnicos expertos.

En esta línea de trabajo, una de las cuestiones sociológicas quizá más importantes sería que tanto quienes se muestran claramente partidarios como quienes muestran una actitud notablemente detractora respecto a determinados productos científicos o artefactos tecnológicos acostumbran con mucha frecuencia a apelar al saber de los expertos con la finalidad principal de desestabilizar las posibles controversias en beneficio propio. De hecho, como mostraré, considero que resulta muy significativo que por ejemplo la mayoría de los nuevos movimientos sociales en defensa del medio ambiente manifiestan y demuestran actuar guiados no ya únicamente por unos supuestos cognitivos claramente idealistas, románticos o acientíficos sino más bien conducidos y respaldados por la obtención y la comunicación pública de una mayor y mejor ilustración, racionalidad y científicidad. La finalidad central de esta apelación continua y más o menos deliberada o estratégica al complejo ciencia y tecnología y al conocimiento de los múltiples expertos en particular consistiría, por un lado, en procurar

desacreditar a los expertos que refuerzan las posiciones sociales, políticas o económicas de los agentes sociales contrarios calificándolos a éstos de científicos interesados o de malos científicos. La meta principal de esta apelación consistiría, por otro lado, en reivindicar para los científicos y técnicos expertos que legitiman las posiciones sociales, políticas y económicas propias el estar en posesión de un estatuto epistemológico privilegiado que, se supone, haría posible una actitud humana realmente desinteresada y avalorativa y un conocimiento experto puramente racional y objetivo.

En consecuencia, el complejo ciencia y tecnología no sería un recurso discursivo y práctico patrimonio exclusivo de colectivos sociales, políticos o económicos bien definidos y bien definibles. Para comprender un poco mejor este proceso histórico y social bastaría en principio con poner de relieve cómo los grupos progresistas actuales en relación con el complejo ciencia y tecnología pertenecieron con anterioridad a una parte de los grupos sociales más conservadores y, junto a eso, cómo los grupos conservadores actuales en relación con este mismo complejo pertenecieron antes a una parte de los grupos sociales más progresistas. Dicho de un modo algo menos genérico, podría señalarse así que en un primer momento analítico, propio por ejemplo de la historia política y social europea, el conocimiento secular, racional y objetivo sería asumido con mucha fuerza como uno de los pilares más sólidos sobre el que fundamentar la crítica medular del orden social, político y religioso subyacente al Antiguo régimen. Sin embargo, resulta que en un segundo momento histórico el pensamiento más conservador o de derechas acostumaría de una manera muy similar a apelar a la racionalidad y al saber de los científicos y técnicos expertos con la finalidad prioritaria de otorgar una legitimidad mayor a sus decisiones y posiciones sociales, políticas y económicas. De forma que en un primer momento histórico sería la posición política conservadora la que se opondría con más fuerza a la ciencia y a la Ilustración en favor del orden y de la tradición, mientras que la posición política progresista sería la que defendería con una firmeza mayor las ideas de la Ilustración, del cambio y del progreso. En cambio, resulta que ahora es la derecha política y económica la que defiende con una energía todavía mayor el cambio constante y el progreso casi a toda costa, y la izquierda política la que más lucha en muchas ocasiones en favor del respeto a las diversas tradiciones culturales y al medio ambiente en general.

Pero relativamente al margen de estos mismos procesos históricos y sociales, en cambio, debería tenerse bien presente cómo, de un modo casi paradójico, la dominación social ejercida a través de la ciencia convive en la actualidad con la denuncia científica de esa misma dominación social ejercida por medio de la ciencia. Pues cabe observar que científicos y técnicos expertos son por ejemplo tanto quienes diseñan, fabrican y autorizan el libre comercio de muchos de los productos y de los artefactos actuales como quienes investigan, cuestionan y combaten en muy diversos espacios muchas de las posibles consecuencias humanas y ambientales negativas derivadas de estos mismos productos y artefactos. De forma paralela, enlazando con el párrafo anterior, considero que el complejo ciencia y tecnología no debería entenderse como el simple patrimonio exclusivo ni del pensamiento político más progresista ni del pensamiento político más conservador. De hecho, éste tampoco debería percibirse como un recurso social monopolizado por las posiciones políticas de izquierda, de derecha o, por así decir, de centro. Pues cabe advertir que el complejo ciencia y tecnología se habría desarrollado e instituido en gran medida como un punto de paso poco menos que obligatorio para el acceso al reconocimiento y la credibilidad social en relación con una multiplicidad enorme de circunstancias y de problemas tanto sociales como naturales.

De forma similar, uno de los propósitos fundamentales de esta investigación remite a un intento de profundizar en el conocimiento de aquellos aspectos que contribuyen a dificultar o incluso a impedir los procesos de integración o de equilibrio social. Dicho en otras palabras, este estudio también se propone mostrar y analizar aquellos elementos que, siendo de igual modo constitutivos de la condición humana, definen los procesos en ocasiones muy tensos y conflictivos de la interacción social. En este sentido genérico, cabría interrogarse, en primer lugar, en qué medida la distribución social del conocimiento científico y técnico puede constituirse y permanecer poco menos que al margen de los procesos sociales de interacción conflictiva o no-armónica o, en segundo lugar, hasta qué punto el complejo ciencia y tecnología contribuye al aumento o la reducción de los desequilibrios y de las injusticias sociales. En suma, una de las metas más importantes de este estudio estaría relacionada de una manera directa con el interrogante sociológico medular acerca de en qué medida el quehacer de las diversas comunidades científicas y técnicas se encuentra

fuertemente posibilitado y condicionado por el contexto social, político y económico en el que éste tiene lugar. O, dicho de otro modo, hasta qué punto tanto los discursos como las prácticas de los científicos y técnicos expertos producen o reproducen en su interior las mismas tensiones, problemas, conflictos o aporías sustantivas propias de las sociedades occidentales actuales a las que estos mismos colectivos también pertenecen de un modo poco menos que irremediable.

En consecuencia, sin ahora procurar precisar mejor estas mismas ideas y reflexiones introductorias, quisiera que quedara bien claro que el problema teórico de fondo del que me ocupo de una forma especial en este trabajo consiste en hasta qué punto las diversas controversias actuales que pueden involucrar, implicar o embrollar tanto al mundo de la sociedad, la política y la economía en general como al mundo de la ciencia y la tecnología en particular pueden clausurarse con relativa claridad apelando en exclusiva al espacio supuestamente privilegiado de la racionalidad científica y de la práctica experimental.

II

En términos generales, como ya he indicado, puede decirse que este estudio aborda el problema sustantivo de las relaciones actuales entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. De manera más concreta, cabe adelantar que este estudio se desarrolla de acuerdo con la siguiente estructura expositiva y argumentativa. Después de una breve y genérica presentación del interrogante teórico fundamental, en el capítulo primero de esta investigación relato el estado de la cuestión en el estudio desde las ciencias sociales de las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. De lo que se trata aquí es en gran medida de describir y analizar un obstáculo metodológico ciertamente importante que, en principio, podría limitar de una manera notable el proyecto medular de proceder al estudio de este tipo de cuestiones y problemas. En concreto, de acuerdo con las tradiciones académicas de la sociología general clásica, la sociología del conocimiento, la filosofía de la ciencia y la sociología de la ciencia, comienzo mostrando cómo la ciencia en general y la ciencia natural muy en particular han sido consideradas de una manera muy habitual como un caso de conocimiento de estatuto epistemológico privilegiado. De esta forma, la meta prioritaria consiste en relatar la crítica progresiva del supuesto estatuto epistemológico diferencial atribuido con relativa frecuencia al contenido cognitivo de las ciencias naturales para, de este modo, desembocar en las

aportaciones más sustantivas de la historia de la ciencia, la filosofía no formalista de la ciencia, el programa fuerte y, por último, las nuevas orientaciones en la sociología del conocimiento científico.

En el capítulo segundo presento las condiciones para una posible traducción empírica del interrogante teórico principal que habría ido adquiriendo mayor claridad y solidez a lo largo del capítulo primero dedicado en gran medida, como digo, a relatar el estado de la cuestión en el estudio de las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. En este capítulo segundo muestro y detallo, por un lado, el objetivo general y el objetivo específico de la investigación y, por otro lado, la elección de un objeto de estudio empíricamente relevante como lo es, según considero, la controversia sobre el conocimiento y la evaluación de las posibles consecuencias humanas y ambientales adversas derivadas de la libre proliferación mundial de estos híbridos sociales y naturales que serían los denominados Organismos Modificados Genéticamente (OMG). Después, presento la principal hipótesis de trabajo y, por último, explico un conjunto de reflexiones ciertamente relevantes acerca de las principales herramientas y estrategias metodológicas a ser movilizadas en este trabajo.

En el capítulo tercero, de la mano del objeto empírico de estudio que ya he señalado, muestro cómo los productos científicos y los artefactos tecnológicos derivados del que llamaré y asumiré desde ahora como el paradigma dominante de la nueva ingeniería genética influyen de una manera decisiva en el devenir de las sociedades occidentales contemporáneas. En este capítulo, expongo y analizo la mayor parte de los principales problemas considerados como exclusivamente sociales, políticos y económicos para así procurar mostrar más tarde que estas mismas discusiones sólo cobran auténtica relevancia, solidez o significatividad social si se dan por estabilizadas o zanjadas las cuestiones tenidas en principio como exclusivamente racionales y empíricas.

En el extenso capítulo cuarto, de un modo claramente inverso al capítulo tercero, muestro en gran medida cómo los llamados factores sociales, políticos y económicos posibilitan y condicionan de una manera notable la formación supuestamente interna de los productos científicos y de los artefactos tecnológicos. De este modo, cabe decir que transito del estudio de las consecuencias sociales de la ciencia y la tecnología al estudio quizá menos frecuente de los antecedentes sociales del propio complejo ciencia y tecnología. En este capítulo, por

tanto, daré cuenta de ese espacio de lo propiamente científico y técnico para, en cada caso específico, retornar de una forma conveniente a la sociedad, la política y la economía después de comprobar la dificultad notable de clausurar estas mismas controversias particulares mediante el supuesto exclusivo ejercicio de la racionalidad científica y de la práctica experimental. Para la consecución adecuada de esta meta, en lugar de centrarme en uno o dos casos más o menos aislados o excepcionales, profundizo en el estudio del conjunto de los casos particulares más controvertidos e importantes que, ciertamente, definen la mayoría de estas discusiones sobre la ciencia, la tecnología y la sociedad en el campo disciplinar de la nueva ingeniería genética.

El capítulo quinto está dedicado de una manera principal al análisis sociológico del conjunto del material empírico aportado sobre todo en los capítulos tercero y cuarto. En este capítulo, procuro responder al interrogante acerca de cómo es posible que, cuando menos de momento, no se haya asistido al cierre de la polémica general sobre el conocimiento y la evaluación de las posibles consecuencias humanas y ambientales adversas derivadas de la libre proliferación mundial de los OMG. De esta manera, e incluso suponiendo que muchas personas y colectivos sociales harán oídos sordos ante estas mismas cuestiones y consideraciones que, considero, son ciertamente fundamentales, una de las finalidades sociológicas prioritarias para este capítulo no consiste en ningún caso en tomar partido por una de las dos posiciones científicas y técnicas principales en litigio. Pues una de las metas principales consiste en procurar comprender y explicar desde la teoría sociológica actual la elevada flexibilidad interpretativa existente en relación con la posible viabilidad de los diversos productos del complejo ciencia y tecnología ligados al paradigma hegemónico de la nueva ingeniería genética. El propósito prioritario de este capítulo consiste, pues, en mostrar hasta qué punto determinados factores sociales, políticos y económicos empíricamente observables, considerados éstos por lo general como unos componentes totalmente externos o ajenos al auténtico quehacer científico y técnico, posibilitan y condicionan de una manera notable tanto los discursos como las prácticas de los científicos y técnicos expertos implicados en el debate central sobre el conocimiento de las posibles repercusiones humanas y ambientales negativas derivadas de la libre proliferación mundial de los OMG.

En este capítulo quinto, en concreto, expongo y analizo los tres modelos interpretativos que, según considero, son los más importantes

y clarificadores. De este modo, la posible clausura futura de esta polémica podría ser, en primer lugar, básicamente racional y empírica, en segundo lugar, principalmente interesada y sujeta a nítidas e intensas relaciones de fuerza o, por último y en tercer lugar, esencialmente cultural o valorativa. El primero de estos modelos, por tanto, denuncia en gran medida las posibles carencias racionales y empíricas relativas a esta misma discusión científica y técnica. La segunda opción analítica explícita sobre todo la existencia de una fuerte tensión entre los diversos intereses sociales, políticos y económicos en juego. El tercer modelo de interpretación, que, por cierto, sería claramente compatible con el modelo materialista anterior, subraya además la existencia de una tensión notable entre los diferentes valores, ideas, creencias y visiones del mundo típico-ideales en competencia.

En este contexto de interpretación y de análisis, quisiera adelantar que propondré la conveniencia de retomar con decisión la discusión clásica en teoría social relativa a la tensión micro vs macro y a las consecuencias imprevistas e indeseadas de la acción social. Sin embargo, me gustaría que quedara bien claro que la meta central de estas reflexiones no consiste tanto en procurar analizar o resolver esta polémica muy persistente en la teoría social actual sino más bien en mostrarla con claridad suficiente para así exponer las implicaciones más relevantes de esta cuestión medular en relación con el estudio de la posible presencia constitutiva de los intereses y los valores en la controversia general sobre la libre proliferación mundial de los OMG.

Con lo cual, se torna casi evidente que una de las cuestiones sociológicas quizá más importantes no consiste en procurar dilucidar qué posición científica y técnica lleva más o menos razón o posee más o menos verdad. Pues cabe entender que, cuando menos en principio, por supuesto, éste es el interrogante sustantivo al que la mayoría de los expertos y de los grupos sociales, políticos y económicos implicados en esta misma controversia intentan dar respuesta. En cambio, considero que una de las labores sociológicas más relevantes que procuro realizar en este capítulo quinto consiste en gran medida en preguntar cómo desde la teoría sociológica actual puede comprenderse y explicarse de una manera adecuada o plausible la existencia y la persistencia de unas posiciones científicas y técnicas tan divergentes e incluso contradictorias respecto del diagnóstico de las posibles consecuencias humanas y ambientales adversas derivadas de la libre proliferación mundial de los OMG.

De igual modo, resulta bien comprensible que sobre este punto específico puedan presentarse ciertas dudas acerca de si, por poner un ejemplo que aquí me atañe, aquellos investigadores que no son biólogos sino sociólogos del conocimiento pueden ir un poco más allá de la respectiva literatura de divulgación científica y técnica. Con lo cual, puede pensarse que el proyecto tan atractivo como complejo de hablar con un conocimiento socialmente sancionado como auténtico sobre los objetos propios de la biología para, de este modo, intentar abrir la caja negra de esta rama del conocimiento sería un proyecto tal vez demasiado atrevido, ingenuo y presuntuoso en gran medida llamado al fracaso. Es casi evidente así que este tipo de críticas advierte sobre unos problemas que no son menores y que, por ello, invitan a no adoptar una actitud investigadora peligrosamente cómoda, satisfecha y relajada. Sin embargo, considero que también debería hacerse hincapié en que, por ejemplo, el objeto de estudio propio de la biología, es decir, la vida y los seres vivos, bien poco tendría que ver con el objeto respectivo de la sociología del conocimiento científico, es decir, el conocimiento científico socialmente posibilitado y condicionado. Con lo cual, cabe decir que el interrogante sociológico principal de este trabajo no se presta tanto a una lógica cuantitativa y comprometida acerca de quién posee más razón o está más cerca de la auténtica verdad de las cosas sino más bien a una lógica cualitativa, distante, crítica y reflexiva acerca de qué significa en realidad poseer más razón o estar más cerca de la auténtica verdad de las cosas. La meta, por supuesto, no es nada fácil. No obstante, sin detenerme de momento en mayores refinamientos argumentativos, considero que la complejidad inicial de los proyectos humanos no debería tomarse como un motivo suficiente para la justificación plena de nuestros miedos y renuncias.

En cualquier caso, por tanto, poner de relieve también que en el apartado último de este trabajo explícito un conjunto de reflexiones orientadas, en primer lugar, a señalar las conclusiones más importantes y específicas obtenidas como resultado de la realización de este mismo estudio y, en segundo lugar, a explicitar algunas de aquellas otras cuestiones que pueden haber quedado más o menos abiertas o que pueden haber surgido con arreglo a los resultados particulares aquí obtenidos.

Tras los resultados principales y tras las consideraciones finales derivadas de este estudio, presento dos secciones adicionales. La sección primera contiene dos apartados. En el primero facilito el

cuestionario de las entrevistas realizadas a una pequeña parte de los expertos y de los actores sociales españoles implicados en esta controversia. En el apartado segundo presento un glosario con las siglas, los acrónimos y las abreviaturas utilizadas en esta investigación. En la sección segunda proporciono diversos recursos de muy probable utilidad para aquellas personas que deseen continuar con el estudio de las distintas cuestiones aquí expuestas y analizadas. En esta sección, en primer lugar, incluyo una amplia bibliografía con el conjunto de los trabajos que he citado de una forma expresa y completa o únicamente consultado y aludido de un modo algo más indirecto tanto en relación con los marcos teóricos principales como en lo que respecta en especial al objeto empírico de estudio. En segundo lugar, por último, facilito una serie de direcciones referentes sobre todo al objeto empírico de estudio que contienen enlaces a múltiples recursos actualmente disponibles en Internet.

Capítulo 1: El estado de la cuestión

1. Introducción

En el apartado inicial, dedicado sobre todo a esbozar el problema teórico de fondo de este trabajo, he indicado que el complejo ciencia y tecnología desempeña un papel relevante en relación con el devenir de las sociedades occidentales actuales. En consecuencia, cabe pensar que el complejo ciencia y tecnología puede llegar a constituir un muy pertinente objeto de estudio sociológico. Sin embargo, considero que este tipo de proyectos de indagación sociológica acostumbra a toparse con relativa frecuencia con un problema bien sustantivo que puede dificultar de una manera muy importante el alcance de este tipo de investigaciones. En concreto, entiendo que esta dificultad nuclear consiste en el supuesto estatuto epistemológico privilegiado de la ciencia en general y de las ciencias naturales en particular. Debido a este hecho, este capítulo primero lo dedicaré en gran medida a relatar el progresivo y polémico proceso histórico del cuestionamiento y la crítica académica de este supuesto estatuto epistemológico diferencial atribuido con relativa frecuencia a las ciencias en general y a las ciencias naturales muy en particular¹.

¹ Desde finales del siglo XIX y principios del XX, de acuerdo por ejemplo con las propuestas analíticas de autores como Dilthey, Windelband o Rickert, resulta poco

En este sentido, intentaré no presentar a continuación algo así como un manual sistemático acerca de subdisciplinas como la sociología del conocimiento, la sociología de la ciencia o la nueva sociología del conocimiento científico. Semejante empresa, en efecto, no sólo excede con mucho el alcance de este trabajo y ya se encuentra adecuadamente realizada tanto en el ámbito internacional como nacional sino que, lo que por supuesto resulta mucho más importante, ésta queda por entero fuera del objetivo general y del objetivo específico de esta investigación. De lo que se trata, en cambio, es de procurar presentar con relativa generalidad y sistematicidad los rasgos más importantes de las distintas respuestas que para diferentes aproximaciones teóricas y académicas ha suscitado, en concreto, el problema central en torno al reconocimiento del estatuto epistemológico privilegiado de las ciencias de la naturaleza en especial.

Con lo cual, si bien resulta muy plausible que para el conocimiento socialmente sancionado como adecuado de la realidad social inicial resulta casi imprescindible el conocimiento adecuado de los textos de sociología de primer orden que hablan de esa realidad social inicial y que, de una manera muy similar, para el conocimiento adecuado de esos textos de primer orden resulta muy necesario también el conocimiento adecuado de otros tantos textos de sociología de segundo orden, preocupados éstos en ciertas ocasiones más por el conocimiento adecuado de los textos de primer orden que por el conocimiento adecuado de la propia realidad social inicial, entiendo que nunca debería olvidarse que como sociólogos nuestro objeto de estudio más

sorprendente recurrir a la supuesta necesidad de distinguir dentro de la generalidad de las ciencias entre las ciencias naturales o físicas y las ciencias sociales, humanas, históricas, culturales o del espíritu. Según esta distinción medular, que inicialmente tomaré por plenamente fecunda y justificada y que con posterioridad tornaré en ciertos aspectos muy discutible o cuestionable, las ciencias de la naturaleza tienen por objeto de estudio a la naturaleza, se basan en la experiencia externa, aplican como método la explicación y entre ellas se encuentran la física, la química, la astronomía, la geología, la botánica, la zoología o la biología. Las ciencias de la sociedad, se supone que de un modo cualitativamente diferente al de las ciencias de la naturaleza, tienen por objeto de estudio el espíritu humano y la sociedad, parten de la experiencia humana interna, tienen como método la comprensión y entre éstas pueden ubicarse a la sociología, la antropología, la ciencia política o la economía. Cfr. Dilthey, Wilhelm. (1980/1883). *Introducción a las ciencias del espíritu*, Madrid, Alianza; Rickert, Heinrich. (1965/1898). *Ciencia cultural y ciencia natural*, Buenos Aires, Espasa-Calpé.

sustantivo lo conforman las sociedades actuales mismas y no tanto los textos de sociología de primer, segundo o, por así decir, enésimo orden. El conocimiento de estos trabajos, por supuesto que sí, es muy importante y, además, forma parte integrante de esa misma realidad social inicial. Sin embargo, considero que la sociología y los sociólogos nunca deberían perder de vista que el conocimiento de estos textos tan especializados como en algunas ocasiones en exceso circulares o autorreferentes debería concebirse como un medio más o menos útil y no tanto como un fin en sí mismo.

De manera similar, como por ejemplo habría señalado Bourdieu, debe quedar claro que esta reconstrucción histórica del espacio de la teoría social del conocimiento y de la ciencia presenta algunas dificultades más o menos importantes. En primer lugar, por ejemplo, en relación con el problema medular de la violencia fáctica y simbólica que demanda todo proyecto de interpretación y de representación. En segundo lugar, en lo que respecta a la poco menos que desbordante cantidad de los artículos y de los libros actualmente publicados y disponibles. Por último, en tercer lugar, todavía de un modo mucho más relevante si cabe, en lo que atañe a que semejante empresa de reconstrucción interpretativa representa en sí misma una de las causas y de las consecuencias más notorias que definen los diversos litigios académicos y profesionales erigidos en torno al fiel relato del estado de la cuestión o, por así decir, de la discusión. De modo que si, en general, las interpretaciones del mundo social forman parte integrante de ese mismo mundo social al que suele creerse interpretar en muchas ocasiones como desde un afuera imaginario, de igual forma la constante y contingente reconstrucción de la historia del campo de la teoría social del conocimiento y de la ciencia debería entenderse en gran medida formando parte integrante de las luchas que se libran en este mismo campo de investigación.

Sin pretender arrinconar estas dificultades notables, por supuesto, lo que procuro evidenciar a continuación son dos cosas fundamentales. En primer lugar, mostrar que para la mayor parte de las aproximaciones teóricas que se han ocupado de dar cuenta de la naturaleza del conocimiento y de la ciencia, entre ellas la sociología general clásica, con Marx, Durkheim y Weber, la sociología del conocimiento, con Mannheim, la filosofía de la ciencia, con Popper, o la sociología de la ciencia, con Merton, la ciencia natural en particular representa un caso muy especial de conocimiento debido sobre todo a que, al parecer, ésta

se encuentra en posesión de un estatuto epistemológico claramente privilegiado. En segundo lugar, de lo que se trata es de presentar el proceso más histórico que lógico o evolutivo por medio del cual determinadas propuestas sociológicas, que defienden algo así como la existencia de una zona de exclusión sociológica, se han tornado ciertamente cuestionables y problemáticas. De hecho, esta concepción del conocimiento y de la ciencia podría comprenderse y explicarse, como por ejemplo ha sostenido Mulkay, si se tiene bien presente que una buena parte de las ciencias de la sociedad han tenido que hacer frente, por un lado, al proceso de su propia génesis, desarrollo y consolidación y, por otro lado, al reto notable de procurar obtener un nivel de éxitos explicativos en cierto modo semejantes o equiparables al de las ciencias de la naturaleza.

De modo que la meta más importante para este capítulo consiste en relatar el proceso de creciente cuestionamiento y crítica académica de la supuesta imposibilidad plena o radical de estudiar los procesos de la génesis y de la validación del contenido cognitivo de las ciencias de la naturaleza. En consecuencia, a pesar de las acusaciones más o menos reiteradas y merecidas de impostura intelectual, procedentes éstas de una parte de los científicos de la naturaleza, o de intromisión disciplinar, provenientes éstas de algunos de los epistemólogos y de los filósofos de la ciencia racionalistas, propondré que este proceso de análisis y de reflexión seguramente debería conducir a la teoría sociológica actual a presentarse en la plaza pública, por así decir, sin unos desmedidos titubeos, vacilaciones o complejos de impostura o de intrusismo.

Sin embargo, quede claro que la metáfora que mejor traduce esta mirada hacia nuestro pasado académico más o menos reciente en relación con el estudio de este tipo de problemas teóricos seguramente no sea aquella que, puesto que entiende que todo investigador casi siempre puede encaramarse sobre los hombros de los gigantes para así mirar desde más arriba para ver lo más lejano, o para así sumergirse en lo más profundo para rastrear lo más oculto y enmascarado, posibilita ese laborioso pero siempre progresivo proceso de acumulación de los conocimientos verdaderos, correctos o válidos. Entre otras cosas, porque los diferentes momentos teóricos que han podido contribuir de una manera u otra al cuestionamiento y a la crítica académica del estatuto epistemológico privilegiado de las ciencias de la naturaleza seguramente no deban entenderse en términos de una continua y

calmada evolución en positivo. Pues resulta casi obvio que estos momentos o actitudes académicas pueden convivir, y de hecho así suele ocurrir, en lugares y tiempos comunes. Con lo cual, la tarea sustantiva de relatar el estado de la cuestión sobre el estudio desde las ciencias sociales del problema medular en torno al estatuto epistemológico supuestamente diferencial de las ciencias naturales procura justificarse con arreglo a aquella constatación poco menos que incuestionable que invita a pensar que no me embarco y aventuro solo en este difícil navegar sino que, en efecto, lo hago junto a múltiples y heterogéneos compañeros de viaje.

2. La sociología general clásica

Sin lugar a dudas, resulta del todo pertinente comenzar el relato de los precedentes para el surgimiento y el desarrollo de una teoría social del conocimiento destacando las importantes reflexiones relativas a la teoría de los ídolos contenida en la obra de Bacon². En general, cabría decir que para este pensador los ídolos serían las fuentes principales de la distorsión y del error humano que surgen de la propia naturaleza humana, de los individuos concretos, de la sociedad y del peso de la tradición. Se distinguen así cuatro clases de ídolos que tendrían subyugado enormemente al entendimiento de los hombres. Éstos serían los ídolos de la tribu, los ídolos de la caverna, los ídolos del mercado y los ídolos del teatro. De esta forma, los distintos ídolos podrían entenderse como los diversos prejuicios que asaltan al espíritu de los hombres y los alejan de modo indeseable de la auténtica interpretación de la naturaleza. En cualquier caso, debe subrayarse que estos ídolos o prejuicios de la mente humana constituyen para Bacon los obstáculos psicológicos más importantes con los que se encuentran las mentes particulares en el camino hacia el auténtico conocimiento del mundo exterior. De igual modo cabe poner de relieve la importancia sustantiva que para la constitución y la consolidación de esta rama del conocimiento habría tenido la teoría de los prejuicios elaborada por los *philosophes* de la Ilustración francesa. Quiera el hombre, como por ejemplo diría Jacourt, abandonar sus prejuicios y acercarse a la

² Cfr. Bacon, Francis. (1984/1620). *Novum organum*, Madrid, Sarpe.

naturaleza con ojos y sentimientos puros³. No obstante, para estos autores la deformación y el error de las percepciones humanas ya no derivarían tanto de los prejuicios psicológicos de los hombres, como por ejemplo sostendría Bacon, sino más bien del engaño ideológico ejercido por los grupos sociales más poderosos del clero y de la nobleza. De manera similar, queda claro que también cabría resaltar la ley de los tres estados sociales y de los tres niveles progresivos del conocimiento humano presente en la obra de Comte⁴.

En cualquier caso, sin por ello desmerecer en absoluto la relevancia sustantiva de estos precedentes, seguramente resulta más fructífero para alcanzar los propósitos principales aquí esbozados comenzar por la obra de Marx⁵. En este sentido, puede indicarse que una de las tesis más reconocidas e importantes de Marx, como buen heredero de la Ilustración francesa y de la tradición positivista de su época, es aquella que, en reacción a lo que él llamará la concepción idealista de la historia, sostiene que las condiciones materiales y económicas subyacentes determinarían en gran medida los estados del pensamiento y de la conciencia respectivos. Esta tesis, pues, afirma que la infraestructura social y económica determinaría de una manera muy férrea la superestructura de la conciencia. De modo que, al margen de lo muy problemático que podría resultar el propio concepto de determinación, cabe decir que el ser social determinaría en gran medida la conciencia y no viceversa. Con lo cual, según Marx, la tarea primordial de la teoría crítica de la sociedad consistiría en posibilitar el desenmascaramiento de la realidad en general y de las relaciones de dominación en particular subyacentes u ocultadas tras el juego de las engañosas apariencias. En consecuencia, convendría considerar que la

³ Cfr. Jacourt, Le Chevalier de. (1765). «Préjugé», en *Encyclopédie ou Dictionnaire Raisonné des Sciences, des Arts et des Métiers*, vol. 13, París [Una traducción al castellano de este texto se encuentra en el trabajo: Lenk, Kurt. (1982/1961-1971). (Ed.). *El concepto de ideología*, Buenos Aires, Amorrortu, pp. 53-56].

⁴ Cfr. Comte, Auguste. (1999/1844). *Discurso sobre el espíritu positivo. Discurso preliminar del tratado filosófico de astronomía popular*, Madrid, Biblioteca Nueva.

⁵ Cfr. Marx, Karl. (1997/1844). *Manuscritos. Economía y filosofía*, Madrid, Alianza; Marx, K. y Engels, F. (1970/1845-1846). *La ideología alemana*, Barcelona, Grijalbo; Marx, Karl. (1971-1972/1857-1858). *Elementos fundamentales para la crítica de la economía política*, Buenos Aires, Siglo XXI.

ciencia representaría un producto social y que, por tanto, sus resultados y sus usos, así como la dirección en la que ésta se desarrolla, sólo se entenderían de una manera adecuada en relación con el contexto económico y social general.

Esta interpretación fuerte o radical de los textos de Marx implicaría, pues, que el contenido cognitivo del conocimiento científico establecido debe tratarse en gran medida como el resultado de los procesos sociales y económicos específicos. Lo cual implicaría que, como bien han apuntado críticamente diversos autores, los supuestos contenidos de verdad o validez del propio pensamiento marxista también deberían comprenderse y explicarse en virtud de las circunstancias materiales, sociales e históricas específicas. Empero, de acuerdo sobre todo con la concepción dominante en la tradición marxista, se consideraría que sólo se encuentra histórica y socialmente determinado el pensamiento del adversario u oponente político. De este modo, de acuerdo por ejemplo con las críticas de autores como Mannheim, Stark, Lieber, Remmling o Ricoeur, podría preguntarse por qué sólo las formas de conocimiento de la burguesía merecen describirse como las falsas o las ideológicas. Por qué, por tanto, sólo las formas de conocimiento que proceden o se derivan del mundo del proletariado deberían considerarse como las verdaderas o las válidas. Desde este punto de vista, no obstante, cabría subrayar sin lugar a dudas que Marx sería uno de los primeros autores en plantear la cuestión relevante acerca de la posibilidad de estudiar no sólo la ideología o la falsa conciencia sino también el contenido mismo del conocimiento histórica y socialmente producido y reconocido como verdadero o válido.

Sin embargo, lo cierto es que una gran parte de la sociología académica no habría adoptado esta lectura fuerte o radical de los textos de Marx. En efecto, de acuerdo con una segunda lectura, menos fuerte o radical que la expuesta con anterioridad, Marx no se mostró muy partidario de llevar su planteamiento teórico tan lejos como para hacerlo extensible sin reservas hasta el ámbito del conocimiento científico en cuanto tal. De este modo, haciendo valer su veta más ilustrada o positivista, quedaría claro que Marx se mostró realmente escéptico o reacio ante la posibilidad de incluir en su ámbito de estudio a las ciencias en general y a las ciencias de la naturaleza en particular. Pues, de acuerdo con Marx, las ciencias de la naturaleza, al no estar relacionadas directamente con la superestructura social y económica

general, no podrían constituir una forma de ideología al modo de la economía política o de las otras ciencias sociales en general. En consecuencia, según han mostrado autores como Merton o Mulkay, el análisis marxista admitiría a diferentes esferas de conocimiento varios grados de independencia de su base económica y social. Pues tanto para Marx como para Engels la ciencia poseería el mayor grado de independencia de todos los ámbitos de pensamiento. De este modo, puede concluirse que la crítica de las ideologías de Marx no consideró al conocimiento científico como ideológico porque, en última instancia, se sostuvo que el contenido cognitivo verificado de la ciencia permanece poco menos que al margen de toda determinación económica, histórica y social.

Salvando las distancias, cabría poner de relieve ahora que consideraciones en cierto modo similares a las de Marx, claro está que de manera específica en relación con nuestro interrogante particular, pueden realizarse respecto a la obra de Durkheim⁶. En este sentido, dicho de una manera genérica, Durkheim proporcionó a la teoría social una descripción sociológica de las categorías básicas del pensamiento humano y de sus diversas formas de razonamiento. Pues para éste, queda claro que las representaciones de los individuos particulares se constituyen con arreglo a las representaciones colectivas imperantes en cada sociedad. De un modo más concreto, Durkheim sostuvo, en colaboración con el antropólogo y discípulo suyo Mauss, que las categorías kantianas del conocimiento, por ejemplo las categorías de espacio, tiempo, fuerza, contradicción, género, causa o totalidad, tienen un origen esencialmente colectivo y actúan a modo de filtros en relación con la realidad social y natural exterior. Estas categorías principales del pensamiento serían, por tanto, producto de la organización social. Pues éstas variarían de un grupo social a otro y, de igual modo, dentro del mismo grupo social, de un tiempo a otro. Este hecho llevaría a ambos autores a sostener que, en efecto, las clasificaciones de las cosas naturales reproducen en gran medida las clasificaciones previas de los colectivos humanos. De hecho, concluyen

⁶ Cfr. Durkheim, Émile. (1991/1895). *Las reglas del método sociológico*, Madrid, Akal; Durkheim, É. y Mauss, M. (1971/1903). «De ciertas formas primitivas de clasificación», en Mauss, Marcel. (1971). *Institución y culto. Obras completas II*, Barcelona, Barral Editores, pp. 13-73; Durkheim, Émile. (1992/1912). *Las formas elementales de la vida religiosa*, Madrid, Akal.

ambos, la existencia de esta variación cultural mostraría que las categorías básicas del pensamiento, esto es, las reglas elementales relativas a las representaciones colectivas, dependen o se organizan con arreglo a determinados factores históricos, sociales y culturales. De forma que, cuando menos en virtud de semejantes planteamientos teóricos, sí cabría pensar en la posibilidad de llevar a buen término un análisis estrictamente sociológico del contenido cognitivo de la ciencia en general.

En consecuencia, puede defenderse que Durkheim ensanchó de una manera muy considerable los términos de la ecuación de la teoría social del conocimiento. Sin embargo, debo precisar que este autor en ningún momento consideró excesivamente oportuno o adecuado extender su argumento teórico general al ámbito del conocimiento científico en cuanto tal. De manera similar a Marx, por tanto, cabe decir que el sociólogo francés no consideró muy acertado que el contenido mismo del conocimiento científico, a diferencia por ejemplo del contexto social de la génesis o de las repercusiones sociales futuras de éste, fuera susceptible de un análisis estrictamente sociológico. Pues, en la medida en que este conocimiento fuera realmente científico, racional y objetivo, sostiene Durkheim, resultaría poco menos que independiente del contexto histórico y social. Las conclusiones generales a las que llegan las ciencias de la naturaleza, como en los casos de la astronomía, la física o la biología, se fundarían sobre todo en virtud de determinados hechos físicos objetivamente observables y, por tanto, situados en gran medida al margen de los contextos culturales e históricos imperantes. De forma que en ningún caso este sociólogo francés rompió claramente con la epistemología dominante que presenta al conocimiento científico como el conocimiento auténticamente racional y objetivo acerca del mundo natural y social. La ciencia representaría para Durkheim, por tanto, un caso especial de conocimiento que, precisamente por no verse condicionado cuando menos en sus contenidos cognitivos mismos por el contexto histórico y social, quedaría en gran medida fuera del ámbito disciplinar de la sociología del conocimiento. En consecuencia, según han señalado autores como Mulkay o Ramos Torre, cabe concluir sosteniendo que los contenidos cognitivos de la ciencia fueron considerados por Durkheim como unas realidades no abordables en gran medida desde el punto de vista estrictamente sociológico.

Llegados a este punto, me ocuparé ahora con cierta brevedad de las reflexiones que en relación con esta misma cuestión medular cabría exponer y analizar en relación con la propuesta de Weber⁷. En esta línea, puede indicarse que la posición metodológica weberiana parte en primer lugar del problema medular de la diferencia entre los juicios de valor y los juicios de hecho. Los juicios de valor, como también habrían señalado autores como Locke o Hume, aluden a los estándares de deseabilidad y se expresan en términos de lo que es bueno o malo, agradable o desagradable. Los juicios de hecho, en cambio, mostrarían cómo son las cosas y no cómo las cosas deben ser. De forma que los primeros se referirían al conocimiento de lo que debe ser, mientras que los segundos aludirían al conocimiento de lo es. En cualquier caso, cabe advertir que una de las consecuencias primeras de esta diferenciación analítica fundamental consistiría en que, puesto que los juicios de valor no pueden probarse ciertos o falsos, racionales o irracionales, pues éstos dependerían sobre todo de los deseos, las preferencias, los intereses, los valores o la educación de quienes los formulan, los rechazan o los asumen, una ciencia que hace de la búsqueda desinteresada de la verdad su principal razón de ser, sostiene Weber, seguramente debería hacer todo lo posible para procurar desprenderse o despojarse de éstos de un modo claramente decidido y radical.

Sin embargo, de acuerdo por ejemplo con las consideraciones de autores como Aron o Lamourez de Espinosa, debo recordar que la obra nietzscheana habría mostrado con claridad que la naturaleza de la decisión acerca de por qué perseguir o no la verdad admite ser entendida más como una cuestión interesada y valorativa que como una cuestión estrictamente desinteresada o avalorativa. Pues, cabe preguntarse, por qué debe considerarse más interesante o valiosa la objetividad a la subjetividad, la racionalidad a la irracionalidad, la verdad a la falsedad o, por último, una ciencia libre de los valores en lugar de una ciencia normativa. En consecuencia, la acción científica podría entenderse, de acuerdo con la tipología weberiana, como una acción racional con arreglo a fines que, siendo estos fines la obtención de conocimientos verdaderos o válidos, también podría considerarse

⁷ Cfr. Weber, Max. (1971/1917). *Sobre la teoría de las ciencias sociales*, Barcelona, Península; Weber, Max. (1996/1918). *El político y el científico*, Madrid, Alianza; Weber, Max. (1993/1922). *Economía y sociedad*, México, FCE.

como una acción racional con arreglo a valores. De forma que la esencia de los cimientos que posibilitarían y condicionarían el surgimiento y el desarrollo de la ciencia no sería, en cierto modo, estrictamente desinteresada o avalorativa.

En cualquier caso, debe señalarse que Weber partiría, en segundo lugar, de acuerdo con las propuestas iniciales de autores como Dilthey, Windelband o Rickert, de la diferenciación analítica fundamental entre las ciencias de la naturaleza y las ciencias culturales, sociales o históricas. En consecuencia, Weber consideraría que las ciencias naturales son claramente ajenas a los juicios de valor, puesto que éstas, de manera ciertamente diferente a las ciencias sociales, son muy formales y trabajan con experimentos objetivos y explicaciones causales claramente racionales.

La labor de Weber se centra así en el problema medular acerca de cómo alcanzar la objetividad en las ciencias de la sociedad. Es decir, en la cuestión metodológica acerca de cómo eliminar los juicios de valor de la investigación social. Sobre esta cuestión prioritaria, Weber afirma que sería cierto que los valores tienen un espacio legítimo en la investigación social. Se trataría de aquel espacio desempeñado por la referencia a los valores como un recurso metodológico que posibilitaría por ejemplo la selección de los temas de las investigaciones, los conceptos que van a usarse en éstas o un determinado punto de vista que permita establecer qué es o no realmente interesante o valioso. Dicho en otras palabras, la realidad empírica presentaría una caótica e inagotable infinitud, lo cual tornaría en imprescindible el acto de acotar una parte de esta realidad, una parte que debería ser cultural y socialmente significativa, interesante y valiosa, para así constituir la en un objeto merecedor del respectivo trabajo de indagación científica. La objetividad en la ciencia social vendría posibilitada, por tanto, y según Weber, por estos dos procesos metodológicos fundamentales. En primer lugar, por la inevitable y necesaria referencia a los valores para la selección de los temas de investigación y la construcción de los conceptos y los métodos a ser movilizados en éstas. En segundo lugar, por la conveniente eliminación de los diversos juicios de valor.

Sin embargo, dejando al margen de momento el problema de la presencia de los juicios de valor en las ciencias de la sociedad, la posición weberiana sostiene que las estructuras internas de las ciencias naturales en particular, así como sus pretensiones de validez objetiva y universal, en modo alguno podrían ser determinadas o condicionadas

por los factores de tipo histórico, cultural o social. De este modo, teniendo presentes los diversos estudios realizados por autores como Dahrendorf, Gouldner, Lamo de Espinosa o Beltrán, debo concluir sosteniendo que la posición weberiana en relación con el estatuto epistemológico de las ciencias de la naturaleza resultaría relativamente clara. La posición weberiana, de modo ciertamente paralelo a las reflexiones de autores como Marx y Durkheim, consistiría por tanto en afirmar que la objetividad en las ciencias de la naturaleza sí se encuentra sólidamente garantizada y justificada. Pues, se supone, los contenidos cognitivos mismos de las ciencias de la naturaleza se encontrarían por entero libres de toda interferencia en relación con los posibles sesgos sociales, históricos o culturales.

3. La sociología del conocimiento

En los párrafos anteriores he mostrado que en una buena parte de los textos de los fundadores de la sociología, como en los casos de Marx, Durkheim y Weber, sí puede encontrarse un material muy interesante y valioso desde el punto de vista de una incipiente teoría social del conocimiento. En efecto, las aportaciones de estos autores fueron claramente significativas y relevantes. No obstante, es casi evidente que el alcance de estas aportaciones resultaría ciertamente limitado. En esta línea, no cabe duda que la primera formulación sistemática de la sociología del conocimiento como tal debería ubicarse en relación con la obra principal de Mannheim⁸. Si bien ha de recordarse que tanto el término como el campo de estudio de la sociología del conocimiento o de la sociología del saber fueron propuestos, también, por otros autores como Jerusalem⁹ o Scheler¹⁰. En cualquier caso, Mannheim, asumiendo la herencia historicista alemana, definió la sociología del conocimiento como aquella disciplina que

⁸ Cfr. Mannheim, Karl. (1987/1929-1936). *Ideología y utopía. Introducción a la sociología del conocimiento*, México, FCE; Mannheim, Karl. (1963/1930-1935). *Ensayos de sociología de la cultura*, Madrid, Aguilar.

⁹ Cfr. Jerusalem, Wilhelm. (1909). «Soziologie des Erkennens», en *Die Zukunft*, 67, pp. 236-246.

¹⁰ Cfr. Scheler, Max. (1924). «Probleme einer Soziologie des Wissens», en Scheler, Max. (1924). (Ed.). *Versuche zu einer Soziologie des Wissens*, Munich y Leipzig, Dunker and Humblot, pp. 5-146; Scheler, Max. (1973). *Sociología del saber*, Buenos Aires, Siglo Veinte.

asume la tarea de dar cuenta de las diversas perspectivas sociales que surgen en la historia del pensamiento y que están en un proceso de constante cambio y transformación. De esta manera, según Mannheim, la sociología del conocimiento podría concebirse como aquella disciplina que tiene por objeto empírico de estudio a las determinaciones existenciales de carácter social que condicionan, bien es cierto que no en un sentido de sucesión mecánica o determinante del tipo causa y efecto, las formas diversas del pensamiento humano.

De este modo, Mannheim puso de relieve en su obra principal, claro está que entre otras muchas cosas, dos distinciones analíticas ciertamente fundamentales. La primera de éstas sería la existente entre el concepto de ideología, es decir, el pensamiento conservador que legitima la realidad social existente y que es propio de las clases o los grupos sociales privilegiados, y el concepto de utopía, esto es, el pensamiento proyectado hacia el futuro y crítico con el presente propio a su vez de las clases o los colectivos sociales más desfavorecidos. De igual modo, y a diferencia de los planteamientos defendidos en especial por autores como Lukács¹¹, Mannheim sostuvo que las clases sociales no serían los únicos sujetos de conocimiento, aunque es cierto que sí los más importantes. Pues resulta que también las generaciones o los diversos grupos sociales pueden ser sujetos colectivos de conocimiento.

La segunda distinción analítica fundamental que trazó Mannheim, por tanto, de nuevo en crítica con la tradición marxista más radical u ortodoxa, sería la existente entre la formulación particular o restringida del concepto de ideología, en la que sólo se considera histórica y socialmente determinado o condicionado el pensamiento del adversario, el oponente o el competidor político, y la formulación general o total de dicho concepto, en la que esta vez todos los puntos de vista, incluido el del propio analista u observador, se consideran histórica y socialmente determinados o condicionados. De hecho, según señaló este sociólogo húngaro, sería la ideología en su formulación general o total lo que constituiría la materia o el objeto de estudio propio de la sociología del conocimiento en cuanto tal. Pues, como por ejemplo ha recordado Stark, la sociología del conocimiento no debería ocuparse tanto del estudio de la tergiversación ideológica del

¹¹ Cfr. Lukács, Georg. (1969/1923). *Historia y conciencia de clase*, Barcelona, Grijalbo.

pensamiento humano sino más bien del estudio de la determinación social de éste.

Sin embargo, desde finales de los años treinta y comienzos de los cuarenta, la sociología del conocimiento mannheimiana sería criticada con gran dureza porque, según las consideraciones de autores como Merton, Dahlke, Mills o Lieber, ésta parecía conducir de una manera poco menos que irremediable a un relativismo total de todos los conocimientos. Incluidos, por supuesto, los mismos conocimientos de la propia sociología del conocimiento mannheimiana. De modo que, de acuerdo con estas críticas, uno de los problemas más sustantivos que podría plantearse a la propuesta de Mannheim, si entendemos que, por un lado, todo conocimiento está histórica y socialmente determinado o condicionado y que, por otro lado, también la propia sociología del conocimiento mannheimiana es un tipo de conocimiento que está histórica y socialmente determinado o condicionado, sería caer en, y aquí me sirvo de tres ilustrativas metáforas al uso, las peligrosas redes, las desgarradoras fauces o las pantanosas aguas del relativismo epistemológico.

En cualquier caso, y con la finalidad principal de hacer frente a este tipo de cuestiones y problemas, Mannheim propuso como alternativa una serie de estrategias o mecanismos de neutralización. En consecuencia, en lo que ahora sigue presento y analizo con brevedad estas estrategias fundamentales sin por ello, debido a los propósitos específicos de este estudio, entrar en una discusión directa y sistemática sobre cada una de estas estrategias.

En primer lugar, Mannheim propuso el concepto de relacionismo que, no equiparable éste en principio al concepto de relativismo, se refería en especial a la imposibilidad de concebir un conocimiento de la realidad absoluta del todo completo y objetivo existiendo al margen de los intereses y los valores del sujeto de conocimiento y del contexto histórico y social general. El término de relacionismo, de manera similar al concepto de perspectivismo en la obra de Ortega y Gasset¹², como por ejemplo ha subrayado Beltrán, mostraría que todo enunciado sólo puede formularse en forma de relación, y que este concepto solamente se convierte en relativismo cuando se compara con el

¹² Cfr. Ortega y Gasset, José. (1946-1969). *Obras completas*, Madrid, Alianza Editorial, Revista de Occidente.

antiguo ideal estático de las verdades absolutas, universales o, si se prefiere, no perspectivistas.

En segundo lugar, Mannheim sostuvo que la teoría social debería distinguir con cierta claridad entre la génesis social de todo conocimiento humano, condicionada ésta por su respectiva determinación histórica y social, de su eventual contenido de validez objetiva o justificación racional.

En tercer lugar, este sociólogo húngaro afirmó que la síntesis de las diversas perspectivas o los distintos puntos de vista parciales harían posible un conocimiento escasamente deformado o distorsionado. De este modo, Mannheim propuso que únicamente después de la yuxtaposición de los distintos modos de conocimiento y de sus epistemologías respectivas podría construirse una epistemología más comprensiva y fundamental.

Por último, en cuarto lugar, cabe recordar que Mannheim defendió que los intelectuales, como estrato social que supuestamente flota con relativa libertad sobre la sociedad, o como colectivo social que en apariencia no está adscrito de una forma muy fuerte o directa a los intereses y los valores de ningún grupo o clase social, podrían generar una visión de la realidad del mundo social muy veraz y escasamente deformada o distorsionada. Se trataría, pues, del recurso habitual al colectivo de los intelectuales como un grupo, en principio, socialmente desclasado, desligado y desapegado que, como el limpio aceite sobre las sucias aguas, simplemente flotaría sobre las aporías, las tensiones y las luchas de poder propias del espacio social e histórico. Lo cual, como han subrayado diversos autores, no deja de ser realmente paradójico y cuestionable. Pues son los intelectuales supuestamente sin ataduras ni raíces, estrato social éste en el que por supuesto se ubica el propio Mannheim, quienes, en primer lugar, hacen suya la tarea de estudiar la determinación o el condicionamiento histórico y social de todo conocimiento humano al tiempo que, en segundo lugar, éstos se presentan en la plaza pública como un grupo social relativamente libre de tales determinaciones o condicionamientos históricos y sociales.

En relación estrecha con lo ahora expuesto, también debería tenerse presente que Mannheim, al igual que otros autores como Dilthey o Weber, parte de la distinción analítica fundamental entre las ciencias de la naturaleza, ciencias exactas o formales, en las que se posibilitaría una observación externa y en las que los objetos de estudio serían en gran medida atemporales y estáticos, y las ciencias sociales, ciencias del

espíritu, históricas o culturales, en las que este tipo de observación objetiva se encontraría condicionado de una manera notable por estar en relación con los problemas sustantivos del sentido y la historicidad de los diversos objetos de estudio.

Según esta distinción analítica fundamental, por tanto, quedaría bien claro que, pongamos por caso, la sola idea de una historia o una sociología de la lógica o de las matemáticas se presentaría, cuando menos con Mannheim, no sólo muy compleja sino poco menos que impensable. Este hecho sería así porque el espacio de la lógica o de las matemáticas resultaría tan racional y objetivo que el análisis histórico o sociológico difícilmente sería aplicable a ellas. Por ejemplo, con relación al problema de cómo dos más dos son igual a cuatro [$2 + 2 = 4$]. Esta empresa, por tanto, según han indicado autores como Lieber o Laudan, estaría por encima de cualquier análisis histórico o sociológico en sentido estricto. Pues ésta no constituye una mera creencia psicológica y socialmente contingente sino que queda definida por una racionalidad interna de validez plenamente ahistórica y asocial. De modo que la sociología no puede ni debe procurar penetrar en los propios cimientos de la lógica o de las matemáticas puesto que éstas, como habría señalado el propio Mannheim, se refieren al dominio de la verdad en cuanto tal.

En este mismo sentido, y sin ánimo de presentar y analizar ahora el debate todavía abierto sobre hasta qué punto la sociología puede y debe intentar estudiar los mismos contenidos cognitivos de la lógica y de las matemáticas, estimo oportuno indicar aquí que, frente al punto de vista defendido por autores como Mannheim, para quien, como he señalado, ni la lógica ni las matemáticas pueden verse afectadas por la determinación histórica y social del conocimiento, la empresa de llevar a buen término una historia o una sociología de la lógica o de las matemáticas, que supone algo así como el caso más difícil para los estudios sociales de la práctica científica, ya ha sido seriamente acometida por diversos autores entre los que por ejemplo cabe mencionar a Bloor o Lizcano. En términos generales, ha de explicitarse que esta compleja empresa habría sido propiciada, en primer lugar, con arreglo a las reflexiones del segundo Wittgenstein sobre los fundamentos de la lógica y las matemáticas y acerca del problema en torno al seguimiento de las reglas y, en segundo lugar, en relación con una lectura en parte forzada o generosa, como he indicado con

anterioridad, de la teoría del conocimiento contenida en la obra de Durkheim y Mauss.

En cualquier caso, cabe precisar por último que, obviamente, la propuesta mannheimiana no sería tan clara y simple como algunos autores habrían interpretado y criticado. De hecho, éste sugiere en algunas partes de su obra que la nueva física podría estar generando una epistemología analizable bajo los supuestos de la embrionaria sociología del conocimiento. Sin embargo, la mayor parte de estos pasajes o bien han sido olvidados o bien han sido interpretados de una forma tal que resultan muy consistentes con la tesis principal sostenida por Mannheim en virtud de la cual la ciencia natural constituye un caso epistemológico y sociológico ciertamente especial o privilegiado.

Con lo cual, de acuerdo con autores como Merton, Mulkey o Bloor, he de concluir que Mannheim no se mostró en exceso partidario de que su epistemología alternativa abarcara por igual, esto es, sin contemplar ningún tipo de distinción cualitativa fundamental, tanto a las ciencias físicas como a las disciplinas culturales o históricas. En este sentido, éste sostiene que las epistemologías apropiadas a ambas esferas de conocimiento seguramente son similares pero no idénticas. Pues quedaría claro que las ciencias formales y físicas ilustran un caso especial del principio general del relacionismo. Dicho en otras palabras, de acuerdo con la distinción analítica entre las ciencias de la naturaleza y las ciencias de la sociedad, Mannheim entiende que las ciencias físicas avanzadas representarían un caso especial desde el punto de vista de la sociología del conocimiento por él impulsada y desarrollada. Con lo cual, siguiendo su propuesta, puede sostenerse que las ciencias formales y naturales serían excluidas con cierta claridad del campo de estudio donde la sociología del conocimiento podría aplicar fructíferamente y sin reservas sus herramientas y procedimientos. En resumen, Mannheim, de modo similar a Marx, Durkheim y Weber, retrocede ante la conclusión de que todo conocimiento científico es histórica y socialmente dependiente, variable y contingente. Mannheim concluiría poniendo de relieve que el contenido cognitivo mismo de la ciencia, su validez intrínseca y su justificación racional quedarían por entero más allá del ámbito de indagación propio de la sociología del conocimiento.

4. La filosofía de la ciencia

Hasta este momento he expuesto y analizado cuál ha sido la actitud dominante que una buena parte de los padres fundadores tanto de la sociología como de la sociología del conocimiento han mostrado respecto a la naturaleza de la ciencia en general y de la ciencia natural en particular. En lo que sigue me centraré en este mismo problema pero, esta vez, en relación con algunos de los autores más relevantes de la filosofía de la ciencia. En consecuencia, comenzaré por el estudio de la propuesta de Carnap¹³. Para este autor en particular, así como para el empirismo lógico o el racionalismo popperiano en general, queda claro que las ciencias de la naturaleza son realmente grandiosas y admirables. Pues, al ser éstas realmente racionales y objetivas, posibilitarían el laborioso pero constante y progresivo proceso de acumulación de los conocimientos auténticamente verdaderos o válidos. Entre las ciencias de la naturaleza, por ejemplo, la física sería la mejor y la más grande de todas ellas. De hecho, para Carnap, la física representaría el puro ejemplo de la racionalidad humana en cuanto tal.

Los esfuerzos principales de este autor se encaminaron hacia la búsqueda de un criterio que permitiera distinguir con cierta claridad a la ciencia real, esto es, a la ciencia realmente racional y objetiva, de cualesquiera otras especulaciones de naturaleza no-científica. Para Carnap, este criterio de demarcación debería hacer referencia a los fundamentos lógicos del lenguaje y a los significados en sí mismos de los conceptos y las proposiciones científicas. Quedaría claro que el discurso de los científicos es realmente significativo, a diferencia del habla metafísica o trascendental, que no lo es. De este modo, Carnap sostiene que las proposiciones científicas deberían prestarse a la verificación empírica. De lo contrario, se asume que estas mismas proposiciones no dirían nada, en términos realmente científicos, acerca del mundo real en cuanto tal. Por ello, la meta de Carnap consistirá en la elaboración de una teoría de la verificación o la confirmación que explique de una forma adecuada cómo la evidencia observacional haría probables las diferentes hipótesis teóricas de un modo acumulativo y progresivo.

¹³ Cfr. Carnap, Rudolf. (1988/1928). *La construcción lógica del mundo*, México, UNAM; Carnap, Rudolf. (1969/1966). *Fundamentación lógica de la física*, Buenos Aires, Editorial Sudamericana.

En este mismo sentido, Carnap sostuvo que el proceder de la investigación auténticamente científica debería estar orientado por la lógica de la inducción. En concreto, el investigador debe realizar observaciones bien precisas, esto es, llevar a cabo experimentos con rigor y cuidado extremos, para con posterioridad registrar de una manera detallada y honesta los resultados observacionales obtenidos. Entonces, dice Carnap, se realizan las generalizaciones pertinentes y se extraen las analogías respectivas. De modo gradual, se da forma a las hipótesis y las teorías, desarrollando durante todo el tiempo nuevos conceptos para organizar y dar sentido a los hechos realmente observados. Con lo cual, si las teorías se sostienen en las contrastaciones empíricas ulteriores, se hace posible el descubrimiento de las leyes subyacentes a la naturaleza existente y, en términos generales, se prosigue en el laborioso pero fructífero proceso de acumulación de los conocimientos auténticamente científicos acerca del mundo exterior en cuanto tal. De manera que, para Carnap, la naturaleza de las pruebas empíricas representaría el fundamento mismo del conocimiento puramente racional y objetivo.

De este modo, conviene indicar que es en consonancia con las tesis principales de Carnap donde encuentran un acomodo especial las aportaciones más importantes de Reichenbach¹⁴. Para éste, la teoría de la verificabilidad empírica de los enunciados teóricos representaría la herramienta metodológica más adecuada para que la filosofía pase del mundo de lo especulativo al mundo de lo auténticamente científico, racional y objetivo. De acuerdo con Reichenbach, por tanto, lo propio de la filosofía trascendental sería la especulación. Pues esta filosofía considera que el conocimiento real debe trascender los objetos empíricamente observables. En cambio, según Reichenbach, lo propio de la filosofía científica sería la verificación. Pues la filosofía científica asume que la observación sensible sería el único criterio de verdad realmente aceptable. En esta línea, este filósofo de la ciencia propuso dos distinciones analíticas fundamentales que ya se encontraban más o menos implícitas en otros autores de igual modo afines al positivismo lógico pero cuya clara formulación resultaría ciertamente decisiva. La

¹⁴ Cfr. Reichenbach, Hans. (1934). *Experience and Prediction*, Chicago, University of Chicago Press; Reichenbach, Hans. (1983/1945). *Objetivos y métodos del conocimiento físico*, México, FCE; Reichenbach, Hans. (1975/1953). *La filosofía científica*, México, FCE.

primera de estas distinciones afirma la diferencia entre las relaciones internas del conocimiento científico, relativas éstas a los contenidos cognitivos mismos del propio conocimiento científico, y las relaciones externas a éste, que se limitarían a conectar el contenido interno del conocimiento con los factores psicológicos, sociales o históricos externos a este mismo conocimiento científico.

La segunda distinción analítica fundamental propuesta por Reichenbach sería la existente entre el contexto de justificación, en el que imperaría la tarea de la fundamentación lógica y empírica del contenido cognitivo del conocimiento científico, y el contexto de descubrimiento, en el que, en cambio, deberían incluirse todos aquellos factores externos que intervienen en la generación de las teorías, escapan al análisis puramente lógico y empírico y se consideran más susceptibles del análisis psicológico, sociológico, político o histórico. De modo que la epistemología y la filosofía de la ciencia racionalistas se interesarían sólo por las estructuras internas del conocimiento. Mientras, la historia y la sociología se dedicarían únicamente al estudio de las características supuestamente externas a tales contenidos cognitivos internos.

En consecuencia, puede decirse que en un contexto dominaría una irracionalidad histórica mientras que en el otro lo haría una racionalidad autónoma y ahistórica. De este modo, como por ejemplo ha indicado Hacking, las preguntas propias del contexto de descubrimiento serían del tipo siguiente. ¿Cuándo y dónde tuvo lugar el hallazgo? ¿Quién hizo el descubrimiento? ¿Cómo se descubrieron los hechos por primera vez? ¿El descubrimiento se realizó por casualidad, se trató de una idea robada a otros investigadores, o quizá éste fue fruto del incesante trabajo de indagación teórica y experimental? ¿Quién financió la investigación? ¿Qué personas o qué colectivos sociales apoyaron, obstaculizaron o se sirvieron de las investigaciones realizadas? En cambio, los interrogantes propios del contexto de justificación se encaminarían más bien hacia el proceso y el producto final del trabajo científico. Ejemplos de estas preguntas serían las que ahora siguen. ¿Cómo se verificó o se refutó la teoría en cuestión? ¿Hasta qué punto las pruebas empíricas justificaron las conclusiones teóricas? ¿En qué medida puede afirmarse que los experimentos fueron realizados de un modo realmente preciso, riguroso y competente?

No obstante, con el paso del tiempo estas dos distinciones analíticas sustantivas acabaron por solaparse e integrarse. De forma que

el concepto de externalismo se identificó con el de contexto de descubrimiento. Mientras, el término de internalismo se hizo equiparable al de contexto de justificación. Sin embargo, según han mostrado autores como Dahrendorf o Medina, la distinción analítica medular entre internalismo y externalismo, o entre contexto de justificación y contexto de descubrimiento, seguiría estando realmente vigente. Se entendía así que sólo a la epistemología o la filosofía de la ciencia, y, por tanto, difícilmente a la historia o a la sociología del conocimiento, le sería legítimo el estudio del contexto de justificación, supuestamente regido éste únicamente por las leyes de la lógica y de la objetiva observación fáctica. En consecuencia, de acuerdo por ejemplo con una expresión de Dahrendorf, la sociología sólo tendría un acceso directo o legítimo a la antesala o a la antecámara de la ciencia. En resumen, lo que tanto Carnap como Reichenbach estaban defendiendo era que la ciencia misma poseería una razón autónoma e inmanente que permitiría que ésta fuera aislada claramente de cualquier condicionamiento exterior de tipo histórico o social.

Con lo cual, según he señalado con anterioridad, para el positivismo lógico quedaba bien claro que las ciencias naturales son realmente grandiosas y que la física es la mejor de todas ellas. Pues, como en el caso de Carnap, la física sería el ejemplo más contundente de la racionalidad humana en cuanto tal. En este sentido, debería advertirse que un punto de vista en parte diferente al del positivismo lógico inicial es el defendido por Popper¹⁵. Para este filósofo, por ejemplo, quedaba bien claro que la racionalidad científica no tendría que ver únicamente con la corrección o la precisión en virtud de la cual las distintas pruebas empíricas confirman las hipótesis teóricas. Para empezar, porque no podría existir un lenguaje observacional completamente neutral y objetivo desde el punto de vista teórico. De manera que toda observación empírica siempre estaría posibilitada y condicionada en gran medida por los distintos supuestos teóricos, coincidiendo en esta crítica con autores como Duhem, Kuhn o Feyerabend. De forma que, para Popper, la racionalidad de la ciencia no descansaría tanto en las mentes más o menos privilegiadas o diestras

¹⁵ Cfr. Popper, Karl R. (1962/1934-1959). *La lógica de la investigación científica*, Madrid, Tecnos; Popper, Karl R. (1981/1945). *La sociedad abierta y sus enemigos*, Barcelona, Paidós; Popper, Karl R. (1974/1972). *Conocimiento objetivo*, Madrid, Tecnos.

de los científicos particulares como en la fuerza de su particular método de investigación.

En esta línea, sostiene Popper, el principio de inducción no resultaría realmente adecuado en términos metodológicos, como por ejemplo habría propuesto Carnap. Pues este principio conduciría de manera poco menos que inevitable a toda una serie de incoherencias lógicas. De este modo, sirviéndose por ejemplo de la crítica expuesta por Hume al intento de una justificación lógica del principio de inducción, Popper entiende que la metodología de la ciencia debería guiarse por la lógica de la deducción o, si se prefiere, por el método hipotético deductivo. En consecuencia, la metodología científica debería consistir, primero, en la construcción de unas hipótesis teóricas de largo alcance acerca del mundo exterior para, segundo, realizar las deducciones de las consecuencias observables para, tercero y último, contrastar las hipótesis teóricas con las observaciones empíricas respectivas, comprobando o corroborando de un modo siempre provisional si las hipótesis teóricas primeras son o bien verdaderas o bien falsas. De forma que, según Popper, lo realmente relevante en la ciencia no resultaría tanto cómo los científicos realizan las diversas generalizaciones teóricas sino más bien cómo los científicos someten a estas mismas generalizaciones teóricas a una rigurosa contrastación experimental.

De modo que una buena parte de los esfuerzos de la filosofía de la ciencia popperiana se han orientado hacia el intento de erigir o consolidar un claro y nítido criterio de demarcación entre lo que debería considerarse, por un lado, el auténtico conocimiento científico, por otro lado, el conocimiento seudocientífico y, por último, el conocimiento no-científico. En esta línea, Popper entiende que el estudio de los significados no resultaría ser el criterio más certero o adecuado para entender lo esencial del conocimiento científico. De manera similar, éste afirma que el principio de verificación, defendido por ejemplo por autores como Carnap o Reichenbach, está claramente desencaminado. Pues, dirá Popper, resulta poco menos que evidente que las teorías científicas realmente importantes difícilmente se prestan a su plena verificación empírica.

En consecuencia, este filósofo entiende que las teorías científicas no serían nunca totalmente verificables por la experiencia y que, por tanto, el criterio de demarcación que debería adoptarse no sería la verificación sino la falsación empírica de los sistemas teóricos. Este

principio metodológico, expresado de manera resumida, sostiene que, puesto que ninguna generalización teórica puede alcanzar inicialmente un evidente estatuto de verdad o validez, la esencia de la metodología científica debe consistir en producir generalizaciones teóricas que primero posibiliten y luego resistan los intentos futuros de refutación experimental. Las teorías científicas no pueden verificarse de una manera directa. Sin embargo, añadirá Popper, las teorías sí pueden compararse unas con otras e incluso puede llegar a demostrarse por medio de la observación experimental que algunas de ellas son realmente erróneas o falsas. El criterio de demarcación popperiano partiría, pues, de la tesis más o menos novedosa, como por ejemplo ha criticado Feyerabend, según la cual toda ciencia, con la finalidad de distinguirse con relativa claridad de la pseudociencia y de la no-ciencia, debe incorporar desde el comienzo el supuesto de su eventual falsedad. De modo que todo el contenido cognitivo de aparente no refutabilidad inserto en una teoría concreta, como aquél que por ejemplo se encontraría en teorías como las de Platón, Hegel, Marx o Freud, debería considerarse más como un vicio que como una virtud de esta misma teoría. En consecuencia, según Popper, estas teorías deberían considerarse más como meras propuestas metafísicas que como auténticas teorías científicas al no permitir ser refutadas por medio de la experimentación. En suma, la propuesta popperiana asume que una proposición teórica debería considerarse científica siempre y cuando ésta posibilite el sometimiento a los intentos ulteriores de la falsación empírica.

En cualquier caso, y esta cuestión adicional sería realmente sustantiva para Popper, para que el principio de falsación empírica resulte realmente eficaz, siempre se requeriría de la existencia de lo que él llamaría una sociedad abierta. Es decir, que siempre se necesitaría de la existencia de un tipo de sociedad que garantice el recurso constante a la discusión racional y crítica que debe definir la vida de las comunidades científicas. De modo que la racionalidad de la ciencia residiría en las reglas que definen su propio método de indagación, y este método consistiría sobre todo en los procesos colectivos de conjetura y refutación. Con lo cual, la epistemología popperiana de la ciencia, que se fundamenta, como él diría, en una epistemología objetiva sin sujeto de conocimiento, seguiría por tanto aceptando con cierta claridad que la ciencia está realmente dotada de una racionalidad interna y autónoma que, al parecer, haría posible que su autosuficiencia

y su privilegio epistémico permanecieran poco menos que intactos o inalterados. Pues para este filósofo de la ciencia, en suma, el conocimiento realmente racional y objetivo sería aquél que se habría desprendido o despojado de todas aquellas posibles interferencias generadas por los distintos sujetos de conocimiento.

5. La sociología de la ciencia

Llegados a este punto, debería quedar claro que la concepción popperiana del conocimiento y de la ciencia persiste, como he mostrado, tanto en la defensa de los binomios internalismo vs externalismo y contexto de justificación vs contexto de descubrimiento como en la reivindicación de un estatuto epistemológico privilegiado relativo a las ciencias de la naturaleza. Desde este punto de vista, por tanto, cabe subrayar ahora que la mayor parte de la sociología americana de la ciencia bien poco o nada tendría que añadir u objetar al respecto. En cierto modo, como por ejemplo ha indicado Medina, se trataría antes bien de su mera y acrítica asunción y confirmación teórica. El resultado final conduciría así a la edificación de una sociología normativa de la ciencia convertida ésta en disciplina poco menos que auxiliar o complementaria de la epistemología y de la filosofía racionalista más afines a, de acuerdo con una expresión acuñada por Putnam, la concepción heredada o la visión recibida del quehacer científico.

En términos generales, por tanto, cabe decir que la sociología norteamericana de la ciencia se habría caracterizado por un interés central en el estudio de los aspectos más institucionales del quehacer científico. En este sentido, debe señalarse que esta importante corriente de investigación surgió en la década de los años treinta y cuarenta en torno a la Escuela de Columbia y con la obra de Merton como auténtico protagonista y referente¹⁶. De forma que, como sostendré a continuación, el hecho de interesarse en especial en esta dimensión institucional de la ciencia habría supuesto un cierto abandono de aquellas otras cuestiones más epistemológicas relacionadas de una

¹⁶ Cfr. Merton, Robert King. (1984/1938). *Ciencia, tecnología y sociedad en la Inglaterra del siglo XVII*, Madrid, Alianza; Merton, Robert K. (1992/1949-1968). *Teoría y estructura sociales*, México, FCE; Merton, Robert King. (1977/1973). *La sociología de la ciencia*, Madrid, Alianza.

manera directa con el problema de la justificación o la validación de los conocimientos científicos.

En esta línea, hay que constatar que en el estudio mertoniano del conocimiento y de la ciencia dominaría una visión de las sociedades actuales con arreglo a la cual los individuos particulares ajustan sus conductas a los condicionantes más o menos férreos que provienen de la estructura social e institucional imperante que, no obstante, permite siempre a los actores sociales concretos cierto grado de libertad, de desenvolvimiento o de autodeterminación. De acuerdo con esta orientación normativa o nomotética, la sociología mertoniana de la ciencia habría procedido al estudio de, por ejemplo, las condiciones externas que favorecen la formación y el desarrollo de la institución científica, su legitimación social, la evaluación social de sus descubrimientos y sus logros, las normas y los valores que la definen como institución social, las relaciones que mantiene ésta con otras instituciones sociales, la estratificación social o, también, el sistema de sanciones y recompensas propio de esta misma institución.

En este sentido, por ejemplo, cabe recordar que Merton profundizó en el estudio del ethos propio de la comunidad científica. Merton procedería así al estudio del conjunto de las normas y los valores que, de un modo u otro, orientan y definen, por medio de una serie de preceptos, recompensas y sanciones, el comportamiento de los investigadores en las instituciones científicas. Para Merton, el ethos de la ciencia moderna y democrática se compondría de los cudeos, que son el acrónimo empleado para referirse a los cuatro conjuntos de imperativos normativos propios de esta institución. Estos cuatro conjuntos de imperativos serían, según Merton, los siguientes. En primer lugar, estaría el precepto del comunismo o del comunalismo, como diría Barber, que sostiene que los descubrimientos sustantivos de la ciencia son un producto de la colaboración social y pertenecen a la comunidad científica en cuanto tal. En segundo lugar, la universalidad, en virtud de la cual se postula que las afirmaciones que se pretenden verdaderas o válidas, cualesquiera que sean las fuentes de éstas, serán sometidas a unos criterios impersonales preestablecidos de consonancia con la observación y con el conocimiento confirmado disponible. En tercer lugar, estaría el imperativo del desinterés, según el cual del científico se espera que realice su trabajo sin dirigirlo u orientarlo de una manera específica hacia la obtención de cualesquiera recompensas sociales, políticas, económicas o emotivas. Por último, en cuarto lugar,

existiría el precepto del escepticismo organizado que indica que los científicos deben suspender el juicio parcial y proceder de una manera claramente desapasionada y escéptica hasta que los hechos no sean presentados y demostrados de una manera realmente racional y objetiva.

En esta línea, cabe decir que la sociología mertoniana de la ciencia no se habría adentrado de una manera efectiva o directa en el estudio del producto final de la ciencia o, por así decir, en el estudio del contenido cognitivo del conocimiento científico en cuanto tal. De este modo, la sociología de la ciencia adoptaría un punto de vista ciertamente esencialista. Pues ésta entiende que el contenido cognitivo de la ciencia queda situado por entero más allá de su campo de investigación específico. Sin embargo, no cabe la menor duda que la sociología de la ciencia mertoniana tuvo el mérito notable de haber considerado oportuno plantear de manera bien temprana que, cuando menos en principio, el mundo de la ciencia sí se presta en efecto a un análisis sociológico sin ningún tipo de excepciones, reservas o concesiones. De hecho, no debería olvidarse que en algunos de los escritos mertonianos más tempranos pueden encontrarse unas propuestas o unos planteamientos teóricos y metodológicos muy significativos desde el punto de vista de lo que hoy se conoce como la sociología del conocimiento científico. De forma que, según Merton, no sólo el error, la ilusión, la ideología o la falsa conciencia sino también el propio contenido cognitivo del conocimiento considerado como verdadero o válido podría estar posibilitado y condicionado por la sociedad y la historia.

En cualquier caso, con el transcurso del tiempo la sociología mertoniana de la ciencia iría dejando a un lado este tipo de cuestiones o propuestas. Las dos razones fundamentales que con una alta probabilidad pudieron motivar el abandono del estudio sociológico del contenido cognitivo del conocimiento científico sancionado como verdadero o válido serían las siguientes. Por un lado, las dificultades epistemológicas y metodológicas notables que pudo implicar asumir estas, en principio, radicales y atrevidas tesis. Por otro lado, el hecho de que simplemente otros campos de la sociología de la ciencia le pudieron parecer a Merton mucho más urgentes, prioritarios y fecundos. De hecho, como habría señalado el propio Merton, las tradiciones de la sociología del conocimiento y de la ciencia europea y norteamericana habrían sido bien diferentes tanto en relación con los

diversos objetos de estudio como en relación con las distintas orientaciones teóricas y metodológicas para el abordamiento de éstos. De manera que, según afirmaría éste, la mayor parte de los sociólogos europeos hablarían con escaso rigor empírico de cuestiones teóricas, en principio, muy importantes, como en el caso del estudio europeo de la influencia de los componentes estructurales e ideológicos sobre la génesis y la validez de las creencias y los conocimientos de los actores sociales. Mientras, la mayor parte de los sociólogos norteamericanos hablarían con mucho más rigor empírico pero de materias quizá de menor relevancia teórica, como en el caso del estudio norteamericano de, por un lado, la influencia de los medios de comunicación de masas sobre la opinión pública o de, por otro lado, la difusión, la aceptación, el rechazo, la represión o las consecuencias de los conocimientos y las creencias en general.

En consecuencia, como por ejemplo ha subrayado Torres Albero, cabe poner de relieve que la obra sustantiva de Merton contiene aportaciones de un valor muy elevado tanto para la sociología en general como para la sociología del conocimiento y de la ciencia en particular. No obstante, debe reconocerse también que ésta en ocasiones muy escasas habría abandonado el terreno del estudio de la ciencia como una institución social. Con lo cual, la sociología mertoniana de la ciencia no se habría adentrado de una manera muy clara o directa en el estudio del contenido cognitivo del conocimiento científico. La conclusión a la que se llegaría con Merton, y con la sociología normativa de la ciencia propia del funcionalismo estructural, sería muy similar, por supuesto que en relación directa con el tema de discusión específico aquí tratado, a la que ya se habría indicado en relación con la sociología general clásica, con Marx, Durkheim y Weber, la sociología del conocimiento, con Mannheim, o la filosofía de la ciencia, con Carnap, Reichenbach y Popper. Es decir, que el contenido cognitivo de la ciencia quedaría fuera del campo de estudio de la sociología normativa de la ciencia, según denunciarán con posterioridad, como mostraré, las nuevas sociologías del conocimiento científico. Pues no serían los productos finales de la ciencia los que constituirían el objeto de estudio más propio de la sociología mertoniana de la ciencia sino más bien la comunidad de científicos que los producen, los desarrollan y los institucionalizan.

6. La historia de la ciencia

Hasta ahora he mostrado cómo el panorama en el estudio social del conocimiento científico no parecía albergar unos cambios excesivos respecto a la concepción más habitual de las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. Pues uno de los rasgos más significativos de la epistemología y de la filosofía de la ciencia racionalista es su escaso interés hacia las circunstancias sociales e históricas que podrían posibilitar y condicionar la génesis y la validación del conocimiento científico. De hecho, la epistemología y la filosofía de la ciencia tradicionales se ubican, cuando menos en este sentido, fuera del tiempo y el espacio. De forma que es en la eliminación de la historia y de la sociedad, y en general de todos aquellos factores considerados ajenos a la lógica interna del quehacer científico, donde reposarían mejor los argumentos de la concepción continuista y acumulativa del progreso científico propia tanto de los neopositivistas como de los falsacionistas popperianos.

Sin embargo, queda claro que para la historia de la ciencia, la tarea de estudiar la naturaleza del conocimiento y de la ciencia no podría llevarse a buen término si no es, precisamente, a costa de la incorporación decidida del conjunto de los factores históricos y sociales. De manera que es en este contexto de discusión donde debería ubicarse la influyente obra de Kuhn¹⁷. De hecho, seguramente una de las aportaciones más sustantivas y polémicas de este físico de formación reconvertido a historiador de la ciencia consistiría en la rotunda constatación de que el quehacer científico se encuentra inserto de una manera irremediable en el tiempo y el espacio. Es decir, que el quehacer científico sería un tipo de quehacer esencialmente histórico y social. Con lo cual, los fundamentos analíticos de los binomios internalismo vs externalismo y contexto de justificación vs contexto de descubrimiento, defendidos por ejemplo tanto por los racionalistas popperianos como por los funcionalistas mertonianos, quedarían seriamente cuestionados. En consecuencia, las formas principales de entender las estructuras conceptuales y el desarrollo de la ciencia

¹⁷ Cfr. Kuhn, Thomas Samuel. (1995/1962-1969). *La estructura de las revoluciones científicas*, México, FCE; Kuhn, Thomas Samuel. (1987/1977). *La tensión esencial*, México, FCE; Kuhn, Thomas Samuel. (1996/1989). *¿Qué son las revoluciones científicas? y otros ensayos*, Barcelona, Paidós.

estarían poco menos que llamadas al padecimiento de una auténtica revolución científica.

De acuerdo por ejemplo con los trabajos de autores como Hacking o Barnes, la concepción kuhniana del desarrollo científico partiría del supuesto fundamental según el cual las revoluciones científicas conforman el eje regulador de la historia de la ciencia. En términos generales, las revoluciones científicas se refieren a aquellos episodios científicos extraordinarios y de desarrollo no acumulativo de la ciencia en los que un paradigma antiguo es desplazado parcial o totalmente por otro paradigma nuevo y en gran medida incompatible con el anterior. Ejemplos de revoluciones científicas serían la revolución copernicana, la newtoniana, la einsteniana o la darwinista. Pero también lo serían revoluciones menores como la del descubrimiento del oxígeno, los rayos X o el planeta Urano.

De este modo y en contraposición con la concepción de la ciencia propia del falsacionismo popperiano, según la cual la ciencia se define por una revolución permanente o por un intento continuo de falsación de las diversas teorías científicas en juego, Kuhn introduce el concepto de ciencia normal. Con este término se haría referencia tanto a la extensión acrítica del paradigma hegemónico vigente como al respectivo criterio de demarcación entre la ciencia y la no-ciencia. La ciencia normal sería una rama establecida de la ciencia que se dedica a acumular de un modo constructivo un cuerpo de conceptos y conocimientos en dominios particulares. En este sentido, la ciencia normal se dedicaría a la resolución de los enigmas o los acertijos, o *puzzle solving*, que, en todo caso, implican unas modificaciones relativamente menores de la teoría dominante.

De manera que los posibles problemas para el paradigma científico dominante comienzan cuando en el proceder acumulativo de la ciencia normal que él produce surgen una serie de pequeños contraejemplos o anomalías que en cierto modo ponen en entredicho los fundamentos teóricos de ese mismo paradigma. Cuando las anomalías se van acumulando y cuando algunas de éstas se tornan muy problemáticas, pues por más que una buena parte de los miembros más diestros y competentes de la comunidad científica establecida se concentren en sus resoluciones éstas no parecen llegar nunca, se entiende que la teoría en cuestión ha entrado en crisis. Llegados a este punto, quizá una parte de los investigadores decidan no abandonar la teoría ahora en crisis y continuar con sus esfuerzos para la resolución de estas anomalías antes

que mostrarse partidarios de los nuevos conceptos, ideas y conocimientos que puedan ir emergiendo con arreglo a un posible paradigma alternativo. Sin embargo, también puede ocurrir que, con el paso del tiempo y como consecuencia del trabajo de los científicos probablemente más jóvenes, que por lo general están menos comprometidos emocional y profesionalmente con el paradigma establecido, surja un enfoque claramente novedoso que, de pronto, transforme los fenómenos antes problemáticos en algo mucho más comprensible y explicable. En este caso cabría afirmar que se ha asistido a una revolución en la ciencia y, quizá, al nacimiento de lo que con el paso del tiempo llegue a ser una nueva ciencia normal.

Con lo cual, de acuerdo con esta visión alternativa de la ciencia, quedaría claro que la conformidad y la resistencia a las innovaciones que implican un cambio importante de las perspectivas teóricas y metodológicas son características normales o estructurales de la dinámica propia de la ciencia. En ello consistiría, de acuerdo con una expresión del propio Kuhn, la tensión esencial entre el pensamiento convergente y el pensamiento divergente, o entre la práctica tradicional y la práctica innovadora de la investigación científica. Porque, sostiene Kuhn, la ciencia tiene historia, y en la historia la discontinuidad, el cambio y el conflicto son la regla, mientras que la linealidad y la armonía permanente son la excepción.

En el párrafo anterior he aludido al término paradigma. De hecho, este término representaría con toda seguridad uno de los conceptos kuhnianos más importantes, reconocidos y controvertidos. Por un lado, cabe decir que ejemplos de paradigmas científicos serían el análisis de Aristóteles sobre el movimiento de los cuerpos, el cálculo geocéntrico de Ptolomeo sobre las posiciones de los planetas, la astronomía heliocéntrica en Copérnico, la mecánica de Newton, la teoría química de Lavoisier, la concepción matemática del electro-magnetismo en Maxwell o la teoría de la relatividad general en Einstein. Por otro lado, el concepto kuhniano de paradigma científico, junto a las nociones posteriores de ejemplar o matriz disciplinal, estaría ligado de manera íntima al concepto de comunidad científica. Pues, como reconoce Kuhn en el *post scriptum* de 1969 a su trabajo principal, un paradigma es lo que los miembros de una comunidad científica comparten y, en sentido inverso, una comunidad científica consiste en un conjunto de investigadores que comparten un mismo paradigma científico.

De forma que a expensas de este elevado componente de circularidad posiblemente existente entre los conceptos de comunidad científica y paradigma científico, debo advertir que, como por ejemplo ha señalado Hacking, Kuhn entiende el concepto de paradigma en dos sentidos fundamentales que, por lo demás, resultan claramente compatibles o complementarios. Por un lado, el paradigma como logro y, por otro lado, el paradigma como conjunto de valores compartidos. En primer lugar, por tanto, cabe señalar que en el momento de la revolución suele tener lugar algún éxito ejemplar que resuelve un gran número de los viejos problemas o anomalías de una manera claramente novedosa. En este sentido, se dice que este logro particular sirve como modelo de una ciencia normal para la generación siguiente de aquellos investigadores que tratan de resolver los diversos problemas siguiendo criterios metodológicos similares. Éste es el paradigma como logro. En segundo lugar, decir que el paradigma como conjunto de valores compartidos se refiere, en particular, al conjunto de los valores, las normas, los métodos y las suposiciones principales que se transmiten a los estudiantes, se inculcan en los libros de texto, se usan para decidir qué investigación debe o no promoverse o apoyarse, qué problemas realmente importan o qué soluciones habrán de considerarse las correctas, válidas o razonables. No obstante, estos dos sentidos del concepto de paradigma, como se habrá podido apreciar, estarían relacionados de manera íntima y serían poco menos que complementarios. De forma que el paradigma como logro o como conjunto de los problemas y las soluciones que para la comunidad científica resultan legítimamente planteables y aceptables no puede entenderse al margen del paradigma como la visión de la realidad que incorpora y define a cada una de las teorías científicas.

En esta línea, con la finalidad de continuar con la crítica de la concepción lineal y acumulativa del conocimiento y de la ciencia, Kuhn hace alusión al problema sustantivo de la inconmensurabilidad formal entre los diferentes paradigmas científicos alternativos. Este concepto, que varios años antes ya había sido introducido por Feyerabend, proviene de la teoría de las matemáticas donde, en términos generales, indica la ausencia de una medida común. En concreto, Kuhn se sirve de este concepto para referirse al conjunto de las dificultades formales que surgen cuando se quiere comparar con rigurosa objetividad los méritos de, por ejemplo, dos paradigmas científicos en competencia.

En este sentido, Kuhn afirma que usualmente se da el caso que un científico no puede expresar de un modo completo y fiel las ideas de una vieja teoría en el lenguaje de un posible paradigma emergente. El ejemplo preferido por Kuhn para mostrar este problema formal lo representa el supuesto encuentro entre un defensor de la mecánica de Newton y un partidario de la mecánica relativista desarrollada por Einstein. Según Kuhn, incluso cuando ambos sujetos puedan expresar sus teorías utilizando en apariencia las mismas palabras, por ejemplo en relación con los conceptos de masa, espacio o tiempo, de ello no se sigue que con tales palabras ambos quieran significar realmente lo mismo. De hecho, el cambio de significado habría sido tan grande que los conceptos de una teoría no podrían expresarse de un modo preciso, fiel y completo en los términos de la otra. La nueva teoría, según Kuhn, representaría un nuevo lenguaje y una nueva visión de la realidad objeto de estudio. De este modo, cabría decir que se está ante la imposibilidad formal de encontrar un lenguaje plenamente neutral en el que las dos teorías científicas en competencia podrían expresarse para con posterioridad poder comparar racionalmente sus méritos científicos respectivos.

Sin embargo, queda claro que esta imposibilidad formal no implicaría que la comunicación efectiva entre los diferentes paradigmas en juego fuera totalmente imposible. Este problema lógico implica, en cambio, que no puede existir ningún lenguaje totalmente neutral al que dos teorías científicas alternativas puedan traducirse de un modo completo y absoluto, esto es, sin algún tipo de pérdida o alteración de los significados paradigmáticos respectivos. Con lo cual, según Kuhn, debería asumirse de una vez por todas que la objetividad de la ciencia sería siempre una objetividad intraparadigmática o, si se prefiere, intracomunitaria. Pues en ello residirían precisamente tanto las virtudes como los límites de la objetividad de las ciencias. En cualquier caso, todo ello supondría que los postulados defendidos por una buena parte de la epistemología o de la filosofía de la ciencia tradicionales en relación con las ideas sustantivas de progreso o de acumulación del conocimiento científico se verían seriamente cuestionadas. Pues, de acuerdo con Kuhn, si bien toda ciencia normal es acumulativa o progresiva, quedaría bien claro que la ciencia en su conjunto no lo es.

7. La filosofía no formalista de la ciencia

En los párrafos anteriores he señalado que la obra principal de Kuhn tuvo una repercusión notable y que, incluso, ésta supuso poco menos que una auténtica revolución científica en relación con las propuestas interpretativas sobre la ciencia que habían defendido hasta entonces tanto la filosofía popperiana como la sociología mertoniana de la ciencia. De manera que, como he indicado, uno de los supuestos fundamentales propio de la concepción lineal y acumulativa del conocimiento y de la ciencia sería que existe algo así como un criterio abstracto y universal que hace posible la comparación racional y objetiva de los méritos relativos a las diversas teorías científicas alternativas. El problema, como he señalado al exponer la propuesta de Kuhn, es que puesto que no pueden existir hechos científicos independientes de las teorías sobre éstos, es decir, puesto que toda observación siempre está cargada, impregnada o mediada en gran medida por la teoría, los defensores de las diversas metodologías o de las teorías científicas alternativas podrían interpretar la evidencia experimental disponible de una forma claramente diferente o incluso incompatible. El resultado final es que la comparación plenamente racional y objetiva entre los méritos sustantivos de las diversas teorías científicas en juego resultaría poco menos que imposible. Por todo ello, en clara oposición respecto a la concepción de filósofos de la ciencia popperianos más o menos convencidos, como en el caso de Lakatos, algunos filósofos no formalistas de la ciencia sostienen que el intento de reivindicar la existencia de unos principios racionales y objetivos de comparación entre las diversas propuestas cognitivas, por ejemplo para concluir que el conocimiento científico de las sociedades occidentales actuales es intrínsecamente mejor o superior a otros conocimientos, a la magia o a los mitos, equivaldría a un juicio muy interesado y valorativo del que nunca podría proporcionarse ningún tipo de justificación plenamente racional u objetiva.

En efecto, en estas líneas me estaría refiriendo a las contundentes, afiladas y razonables críticas realizadas por autores como Feyerabend¹⁸. La postura interpretativa de Feyerabend, llevando por ejemplo hasta sus últimas consecuencias los componentes claramente relativistas de la

¹⁸ Cfr. Feyerabend, Paul K. (1981/1975). *Tratado contra el método*, Madrid, Tecnos; Feyerabend, Paul K. (1982/1978). *La ciencia en una sociedad libre*, Madrid, Siglo XXI.

propuesta analítica principal de Kuhn, defendería, en general, que el conocimiento científico no consiste en una serie de teorías y evidencias empíricas en proceso de aproximación constante y gradual hacia la auténtica verdad de las cosas. Pues para este filósofo, la ciencia representaría más bien un conjunto de múltiples y heterogéneas alternativas teóricas y empíricas que, en efecto, son sólo relativamente compatibles o relativamente conmensurables entre sí.

De forma que, en crítica decidida a las propuestas metodológicas de los filósofos racionalistas de la ciencia, Feyerabend también se muestra partidario de una necesaria tolerancia metodológica. De manera que una de sus denuncias principales estará orientada hacia el cuestionamiento de aquellas posiciones que afirman la existencia de un método científico único, preciso, estable y omnipotente. En consecuencia, una de sus propuestas más importantes consiste en la defensa radical de un pluralismo metodológico. Porque, a su juicio, el consejo más fructífero que debe hacerse a los científicos, al menos desde un punto de vista estrictamente metodológico, es que todo vale, o *anything goes*. Pues, a pesar de las lecturas e interpretaciones notablemente ingenuas y superficiales que pudieran haberse realizado de dicho enunciado, éste sería con seguridad el principio que más favorece la pluralidad metodológica y que, de modo inverso, menos obstaculiza el trabajo de los investigadores. De ahí que este filósofo no formalista de la ciencia se concibiera a sí mismo como un anarquista metodológico o, según señalará con posterioridad, como un dadaísta metodológico. Pues el anarquismo metodológico, de modo bien diferente al anarquismo político, sería más humanista, más liberal y más adecuado para estimular la creatividad científica que sus alternativas fundadas en las leyes, el orden, la no-transgresión, los principios unidimensionales y las reglas de procedimiento. De modo que, como habría señalado el propio Einstein, comentario éste que tanto gusta citar a Feyerabend, la realidad física objeto de estudio no le permitiría al investigador ser demasiado formal o estricto en la construcción de un mundo conceptual mediante la adhesión a un sistema epistemológico particular, motivo por el cual los buenos investigadores deben aparecer ante el epistemólogo racionalista y sistemático como meros oportunistas sin escrúpulos.

En esta misma línea, Feyerabend se presenta en público como un crítico radical del concepto dogmático de racionalidad científica. De este modo, si bien, como he indicado, para aquellos autores que

defienden la posición racionalista convencional existe tanto un canon de racionalidad universal como una clase privilegiada de posibles buenas razones, para Feyerabend queda claro que existen diversas tradiciones, estilos de racionalidad, proyectos sociales y maneras de vivir donde nada que merezca la pena ser llamado la auténtica racionalidad científica importa demasiado. Lo realmente grave, en opinión de Feyerabend, es que las pretensiones de una buena parte de la comunidad científica de estar realmente procediendo de acuerdo con la concepción idealizada y dominante de la ciencia, una concepción ésta cargada de supuestos valorativos e ideológicos claramente insostenibles desde un punto de vista exclusivamente formal o lógico, representarían una ideología deformante erigida de una forma más o menos consciente o intencional para servir así a los intereses específicos de la propia comunidad de científicos y técnicos expertos.

De manera que, denuncia éste, la ciencia no acostumbra casi nunca a presentarse en la plaza pública como una forma posible de conocimiento entre otras muchas sino más bien como la forma correcta del auténtico conocimiento. En ello consistiría, por tanto, de acuerdo por ejemplo con otros muchos autores como Schumpeter, Habermas, Lévi Leblond, Easlea o Rose y Rose, la ideología de la ciencia en las sociedades actuales. La actitud científicista sería, pues, aquélla que supone que la ciencia es la única forma posible de auténtico conocimiento humano. De hecho, para Feyerabend la ciencia desempeña en las sociedades occidentales actuales un papel muy similar al de la religión en las sociedades llamadas tradicionales. Es decir, con sus correspondientes mitos, rituales e imperativos morales y, también, con sus equivalentes obispos, sacerdotes, pueblo llano creyente y grupos de herejes más o menos combativos. Sin embargo, si bien en las sociedades occidentales actuales existiría una separación más o menos nítida entre el Estado y la Iglesia, no existiría tal entre la ciencia y el Estado. Por ello, y puesto que nada existiría en las tradiciones de la ciencia o del racionalismo occidental que las hagan formalmente preferibles o superiores a las otras tradiciones sociales o culturales alternativas, se entiende que se hace necesario separar la ciencia del Estado. En ello consistiría precisamente para Feyerabend, siguiendo aquí las consideraciones que sobre la libertad realizara Mill, el ideal de una sociedad libre. Pues una sociedad libre es, dice éste, aquélla donde todas las tradiciones sociales y culturales tienen iguales derechos e igual posibilidad de acceso tanto a la educación como al

resto de los centros de poder. En esta sociedad imaginada, la tradición formada por los intelectuales y los científicos y técnicos expertos en general constituiría una tradición más entre otras. En ella, sostiene Feyerabend, las tradiciones cognoscitivas del racionalismo y de la ciencia occidental sí serían razonablemente escuchadas y tenidas en cuenta. No obstante, queda claro que éstas no gozarían de ningún tipo de derechos epistemológicos diferenciales.

Por lo tanto, no debería extrañar en exceso que la postura epistemológica y metodológica notablemente crítica y relativista de Feyerabend, en denuncia de la imposibilidad de una justificación plenamente lógica o formal de un canon de racionalidad científica, suscitara determinadas actitudes claramente defensivas o reaccionarias. De forma que es en semejante contexto de discusión donde podría situarse la obra principal de Lakatos¹⁹. En términos generales, cabe decir que el núcleo de la obra de este filósofo no formalista de la ciencia consistiría en una revisión de las propuestas del falsacionismo popperiano teniendo presentes los contundentes postulados relativistas e historicistas del importante trabajo de Kuhn. La finalidad prioritaria de su obra sería la elaboración de una teoría de la racionalidad científica que diera cuenta de la supuesta historia interna de la ciencia, por oposición, claro está, a una historia externa de la ciencia. La difícil empresa de este filósofo popperiano, consistiría, pues, en la reconstrucción racional de la historia de la ciencia con arreglo a los factores supuestamente internos a las propias teorías científicas.

En consecuencia, el proyecto de Lakatos procuraría liberarse tanto de las supuestas deficiencias del llamado falsacionismo ingenuo de Popper como de los hipotéticos problemas de la psicología de las masas, la irracionalidad y el relativismo histórico propios al parecer de la propuesta de Kuhn. De modo que la historia de la ciencia refutaría tanto al falsacionismo ingenuo de Popper como al relativismo histórico de Kuhn. La propuesta de Kuhn quedaría falsada, en opinión de Lakatos, porque las revoluciones científicas, esto es, los cambios sustantivos entre los diferentes puntos de vista sobre la realidad que es objeto de estudio, no acostumbrarían a producirse de un modo tan

¹⁹ Cfr. Lakatos, I. y Musgrave, A. (1975/1970). (Eds.). *La crítica y el desarrollo del conocimiento*, Barcelona, Grijalbo; Lakatos, Imre. (1978/1976). *Pruebas y refutaciones*, Madrid, Alianza; Lakatos, Imre. (1983/1978). *La metodología de los programas de investigación científica*, Madrid, Alianza.

repentino e irracional como sostiene Kuhn. La propuesta popperiana quedaría de igual modo refutada, como diría el propio Popper, porque las teorías científicas casi nunca resultarían ni completa ni aisladamente superadas o refutadas por los experimentos ejemplares o cruciales. De hecho, como habría puesto de relieve la obra de Kuhn, una teoría científica concreta casi nunca puede ser realmente falsada, desplazada o destruida por un conjunto de resultados observacionales aislados o por un experimento supuestamente ejemplar o crucial sin la emergencia de una teoría científica alternativa. En suma, de acuerdo con la propuesta lakatosiana de la ciencia, consistente ésta en lo que cabría entender como un falsacionismo refinado, ni las observaciones empíricas ni las teorías científicas concebidas de forma aislada serían las responsables directas y últimas del progreso del conocimiento científico sino lo que este filósofo no formalista de la ciencia denomina los programas de investigación científica.

En términos generales, los programas de investigación científica son, de acuerdo con la propuesta de este filósofo húngaro, aquello que hace que la ciencia pueda crecer, cambiar y, en última instancia, progresar. Estos programas de investigación constarían de diversos componentes o elementos fundamentales. En primer lugar, existiría un núcleo firme consistente en un conjunto fundamental de enunciados asumidos por una buena parte de los científicos considerados como los más diestros y competentes. En segundo lugar, estaría lo que Lakatos denomina la heurística negativa, que constituye el centro firme del programa y que se refiere al conjunto de las reglas metodológicas que dictan los procedimientos o las rutas de la investigación que deben evitarse. En tercer lugar, existiría un conjunto de hipótesis auxiliares que conforman un cinturón protector alrededor del núcleo central y que, de igual modo, protegen la precariedad empírica de éste en el sentido de dificultar los intentos respectivos de refutación experimental. Por último, en cuarto lugar, existiría la heurística positiva, referida al conjunto de las reglas metodológicas que recomiendan los caminos que deben ser seguidos y que posibilitan tanto la construcción del cinturón protector del núcleo central como la selección racional entre los diversos programas de investigación en competencia.

De este modo, la concepción lakatosiana del conocimiento científico sostiene que la ciencia crece, avanza o progresa como resultado de la competición entre los diversos programas de investigación científica. En este sentido, Lakatos afirma que el progreso

en la ciencia sí existe. Pues, de hecho, éste se produciría cuando un programa de investigación determinado formula de manera progresiva propuestas para el descubrimiento de nuevos hechos que, en efecto, se ven corroborados de manera experimental. Con posterioridad, los científicos tenderán a alinearse con el programa progresivo y a abandonar aquél que únicamente acomoda sus teorías a los hechos descubiertos con anterioridad. El resultado, por tanto, es que unos programas de investigación se suceden a otros y que, en última instancia, la ciencia crece, avanza y progresa. De forma que la propuesta de Lakatos podría ser entendida, en suma, en virtud de unas secuencias de teorías científicas que, en todo caso, son desplazadas, abandonadas y superadas de una manera claramente acumulativa y, por tanto, progresiva.

8. El programa fuerte

De acuerdo con la concepción racionalista del quehacer científico, por tanto, queda claro que los factores sociales sólo pueden condicionar aspectos tales como la financiación, la utilización o la gestión política de las diversas consecuencias humanas y ambientales del avance científico y tecnológico. En cuanto a los contenidos cognitivos de la ciencia, se reconoce que estos componentes sociales sí los pueden condicionar de una manera notable pero, claro está, sólo a costa de su degradante deformación o distorsión. Los contenidos cognitivos de la ciencia serían así alejados del auténtico conocimiento de los diversos objetos de investigación. Los resultados no serían otros que el error, la mentira, la ideología o la mala ciencia. Con lo cual, se entiende que los aspectos sociales nunca podrían posibilitar y condicionar realmente los productos de la llamada buena ciencia. En este contexto, cabe decir que una concepción del quehacer científico bien diferente a la de filósofos racionalistas como Popper o Lakatos, o a la de sociólogos normativistas como Merton, sería aquella ejemplificada por lo que desde mediados de los años setenta se conoce como el programa fuerte en la sociología del conocimiento científico. El programa fuerte, o *Strong Program*, como por ejemplo bien habrían subrayado en nuestro país autores como Iranzo Amatriaín, Blanco Merlo o Torres Alberó, representaría la primera y quizá la más reconocida rama de la nueva sociología del conocimiento científico. Este programa de investigación fue constituido y desarrollado en la década de los años setenta en la *Science Studies*

Unit de la Universidad de Edimburgo de manera principal por autores como Barnes²⁰ y Bloor²¹, así como por otros investigadores quizá menos conocidos entre los que cabría destacar a Edge²² o a Shapin²³.

El contenido sustantivo de las propuestas teóricas de este programa se desprendería en gran medida de una lectura más o menos radical tanto de las reflexiones del llamado segundo Wittgenstein²⁴ como de las obras principales de historiadores como Kuhn o filósofos no formalistas como Feyerabend. De modo comprensible, podría decirse que sus dardos argumentativos más poderosos y afilados apuntan a las concepciones lineales, acumulativas y progresivas del conocimiento científico dominantes tanto en la filosofía popperiana o lakatosiana como en la sociología mertoniana de la ciencia. En esta línea, una de sus tesis más importantes sostiene que la ciencia en general no debería entenderse tanto como una forma de conocimiento privilegiada en términos epistemológicos sino más bien como un producto de determinadas circunstancias sociales, históricas y culturales. De este modo, la concepción tradicional de la ciencia como auténtico conocimiento racional y objetivo se vería claramente desplazada por una concepción alternativa que entendería en gran medida toda expresión de conocimiento humano, incluyendo, por tanto, los productos cognitivos de las ciencias naturales, las matemáticas y la lógica, como un conjunto de creencias histórica y socialmente generadas y validadas.

²⁰ Cfr. Barnes, Barry. (1974). *Scientific Knowledge and Sociological Theory*, Londres, Routledge & Kegan Paul; Barnes, Barry. (1977). *Interests and the Growth of Knowledge*, Londres, Routledge & Kegan Paul; Barnes, B. y Shapin, S. (1979). (Eds.). *Natural Order. Historical Studies of Scientific Culture*, Londres, Sage; Barnes, Barry. (1987/1985). *Sobre ciencia*, Barcelona, Labor.

²¹ Cfr. Bloor, David. (1998/1976). *Conocimiento e imaginario social*, Barcelona, Gedisa; Bloor, David. (1983). *Wittgenstein. A Social Theory of Knowledge*, Londres, MacMillan.

²² Cfr. Edge, D. y Mulkay, M. J. (1976). *Astronomy Transformed*, Nueva York, Wiley Interscience.

²³ Cfr. Shapin, S. y Schaffer, S. (1985). *Leviathan and the Air Pump. Hobbes, Boyle and the Experimental Life*, Princeton, Princeton University Press; Shapin, Steven. (2000/1996). *La revolución científica*, Barcelona, Paidós.

²⁴ Cfr. Wittgenstein, Ludwig. (1988/1951). *Investigaciones filosóficas*, Barcelona, Crítica-UNAM; Wittgenstein, Ludwig. (1987/1956). *Observaciones sobre los fundamentos de la matemática*, Madrid, Alianza.

En cualquier caso, debe subrayarse que el núcleo principal de este programa de investigación lo representa una declaración metodológica formulada inicialmente por Bloor. Dicha declaración consta de cuatro reglas o principios metodológicos fundamentales. En primer lugar, el principio de causalidad, que sostiene que debe indagarse en las causas sociales que, junto a otras posibles causas de orden psíquico o fisiológico, condicionan de una manera notable la formación de las creencias científicas. En segundo lugar, el principio de imparcialidad, que afirma que tanto lo que se considera socialmente falso o erróneo como lo que se supone socialmente verdadero o correcto deberán ser objetos de explicación sociológica. El tercero es el principio de simetría en las explicaciones, que defiende que el mismo tipo de causas sociales deberá servir para dar cuenta tanto del conocimiento socialmente considerado verdadero como del tenido por falso. Por último, en cuarto lugar, se propone el principio de reflexividad, en virtud del cual las mismas explicaciones y procedimientos deberán ser aplicables también a la propia sociología del conocimiento científico.

Como complemento de estos cuatro principios metodológicos principales, a los que, como mostraré, no les han faltado las críticas más o menos merecidas o afinadas, Barnes propuso inicialmente la llamada teoría de los intereses sociales. En términos muy generales, esta teoría sostiene que los grupos de científicos, de una manera similar al resto de los colectivos sociales, articulan o movilizan de una forma activa determinados intereses profesionales, comunitarios y sociales que, de un modo u otro, posibilitan y condicionan en gran medida los procesos de observación, de generación y de validación de los conocimientos científicos particulares.

En cualquier caso, y sin pretender adentrarme ahora en todos los problemas y debates implicados, sí me gustaría explicitar aquí una reflexión en relación con la discusión sobre los elementos específicos de originalidad o de ruptura que pudieran haber sido aportados por el programa fuerte a la sociología del conocimiento. En este sentido, si bien puede resultar muy acertado considerar que las condiciones de posibilidad principales para un estudio social de los procesos de la génesis y de la validación del conocimiento científico ya habían quedado más o menos apuntadas por ejemplo desde la sociología general clásica, con Marx, Durkheim o Weber, desde la incipiente sociología del conocimiento, con Mannheim, o desde la sociología de la ciencia, con Merton, la radicalización y la consolidación efectiva de

esta posición teórica y metodológica, más que su auténtica creación o descubrimiento, sí merecerían atribuirse de una manera poco menos que inequívoca al programa fuerte en la sociología del conocimiento científico.

Sin embargo, sobre este punto en concreto, algunos autores como Bourdieu han señalado que el programa fuerte se dedicaría poco menos que a derribar puertas abiertas cuando afirma a bombo y platillo que cualquier conocimiento debería tratarse como materia legítima para la investigación social. En consecuencia y según Bourdieu, las críticas acaloradas del programa fuerte a la sociología mertoniana de la ciencia merecerían entenderse como el mero resultado de una estrategia de subversión frente al paradigma normativo claramente dominante hasta comienzos de los años setenta. De manera que, según sostiene Bourdieu, la finalidad prioritaria tanto del programa fuerte como de las nuevas orientaciones en la sociología del conocimiento científico sería pues la de asentar la idea de una ruptura epistemológica falsamente revolucionaria²⁵.

Frente a esta crítica, considero oportuno decir que, si bien puede ser cierto que, como señala este sociólogo francés, la aportación principal del programa fuerte a la sociología del conocimiento y de la ciencia no radicaría en algo así como un descubrimiento asombroso, en cualquier caso no debería olvidarse que la sociología mertoniana de la ciencia no habría llevado hasta sus últimas consecuencias el proyecto, únicamente apuntado o esbozado a modo de estrategia teórica o metodológica por Merton, acerca del estudio de la determinación social del contenido cognitivo del conocimiento científico tenido por correcto o válido. Este proceder pudo deberse, por un lado, a las dificultades epistemológicas y metodológicas notables que pudo implicar asumir estas, en principio, radicales y atrevidas tesis y, por otro lado, a que simplemente otros campos de la sociología de la ciencia le pudieron parecer a Merton mucho más urgentes, prioritarios y fecundos. En consecuencia, cabría concluir esta discusión, discrepando aquí del análisis de Bourdieu, diciendo que es el programa fuerte el que, tras los decisivos trabajos de autores como el segundo Wittgenstein, Kuhn o

²⁵ Cfr. Bourdieu, Pierre. (1999/1994). «La doble ruptura», en Bourdieu, Pierre. (1999/1994). *Razones prácticas. Sobre la teoría de la acción*, Barcelona, Anagrama, pp. 84-90; Bourdieu, Pierre. (2003/2001). *El oficio de científico. Ciencia de la ciencia y reflexividad*, Barcelona, Anagrama, en especial, pp. 17-61.

Feyerabend, asume de una manera más rotunda, directa y contundente la conveniencia de, según la propia terminología movilizadora por Bourdieu, la ruptura epistemológica con las distinciones tradicionales y hegemónicas existentes entre los binomios de conocimiento vs creencia u opinión, internalismo vs externalismo o contexto de justificación vs contexto de descubrimiento.

De hecho, apuntaré además que estos litigios teóricos y académicos pueden comprenderse y explicarse un poco mejor si se tiene bien presente que éstos no tienen otra razón de ser que la de dilucidar hasta qué punto lo novedoso o rupturista es más o menos novedoso o rupturista. Pues poco o nada debería sorprender que los grupos de investigadores recién llegados busquen conquistar y ocupar las nuevas posiciones hasta entonces a ellos negadas, diciendo sobre todo que ellos sí tienen algo realmente novedoso, rupturista e importante que decir y hacer, mientras que los grupos de investigadores ya asentados y establecidos se esfuerzan en defender estas mismas posiciones ya conquistadas y ocupadas, sosteniendo en gran medida que nada de lo que los recién llegados pretenden hacer pasar por realmente novedoso, rupturista e importante es realmente novedoso, rupturista o importante.

9. Las nuevas orientaciones

Pero no me detendré en exceso en estas disputas académicas sin final aparente. Téngase en cuenta, cuando menos, que la aparición del programa fuerte a mediados de los años setenta supuso la práctica renovación de los planteamientos teóricos que por entonces sustentaban tanto a la filosofía de la ciencia popperiana como a la tradicional sociología normativa de la ciencia, dando lugar así a la formación de diversas corrientes de investigación. Entre todas estas nuevas corrientes de indagación científica, que compartirían ciertos vínculos tanto constructivistas como relativistas, resulta oportuno destacar, bien es cierto que entre otras líneas de trabajo, los estudios etnográficos del laboratorio, el programa empírico del relativismo, los estudios sociales de la tecnología, la teoría de la traducción y el enfoque actor-red.

Queda claro, por supuesto, que existen otras muchas corrientes de investigación que conforman los estudios sociales de la ciencia y la tecnología y que, por motivos obvios, éstas no van a poder ser expuestas y analizadas aquí y ahora. Entre otras muchas corrientes o tradiciones cabe destacar, por ejemplo, el estudio etnometodológico de

la actividad científica, con Garfinkel, Linch o Livingston, el análisis del discurso, con Mulkay, Gilbert o Woolgar, el estudio de la siempre compleja cuestión de la reflexividad, con Woolgar, Mulkay o Ashmore, o el análisis de las relaciones entre la ciencia, la tecnología y el género, con Harding, Haraway o Longino.

Los estudios de caso realizados por Latour y Woolgar²⁶ y, más tarde, por Knorr-Cetina²⁷ serían dos relevantes trabajos publicados a finales de los años setenta y principios de los ochenta que con posterioridad se habrían convertido en los dos principales referentes teóricos y metodológicos de los estudios etnográficos del laboratorio. De acuerdo con esta nueva corriente de investigación, el estudio de la ciencia se traslada a los laboratorios. Pues se entiende que son éstas las instituciones en las que en tiempo real tienen lugar los principales procesos de generación y de validación de los hechos científicos. Dadme un laboratorio y moveré el mundo se convierte así en el ilustrativo título de un interesante artículo de Latour a comienzos de los años ochenta acerca del quehacer de Pasteur en la sociedad francesa de finales del siglo XIX²⁸. De lo que se trata, por tanto, es de dar cuenta del quehacer cotidiano, contingente y local que define las prácticas de fabricación y de validación de los hechos científicos. En esta línea, las herramientas fundamentales a las que recurren estos autores son, primero, el método etnográfico de la observación participante propio de la antropología y, segundo, el análisis interpretativo del discurso científico y técnico. De este modo, se destacaría el prisma descriptivo, micro-sociológico y lingüístico en el estudio de las prácticas de los diversos científicos y técnicos.

En este sentido, los resultados principales de esta corriente interpretativa han puesto de manifiesto la naturaleza situacional, contingente y oportunista de las prácticas científicas así como la importancia de los diversos mecanismos de representación o inscripción literaria, de acuerdo con Derrida, que son propios de los

²⁶ Cfr. Latour, B. y Woolgar, S. (1995/1979-1986). *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos*, Madrid, Alianza.

²⁷ Cfr. Knorr-Cetina, Karin D. (1981). *The Manufacture of Knowledge*, Oxford, Pergamon Press.

²⁸ Cfr. Latour, Bruno. (1995/1983). «Dadme un laboratorio y moveré el mundo», en Iranzo Amatriaín, Juan Manuel, et al. (1995). (Eds.). *Sociología de la ciencia y la tecnología*, Madrid, CSIC, pp. 237-258.

procesos de construcción de los hechos científicos. La etnografía de las prácticas científicas, incluso a costa de poder estar prestando una atención escasa a las posibles presiones externas o estructurales que pudieran estar posibilitando y condicionando las prácticas cotidianas en el interior de los propios laboratorios²⁹, ha puesto de relieve no obstante que los científicos, lejos de la concepción idealizada y dominante que sugiere entender su trabajo de una forma claramente desinteresada y avalorativa al servicio de la auténtica verdad de las cosas, desempeñan sus actividades cotidianas combinando de una manera indistinta los diversos elementos cognitivos y sociales. De este modo, los estudios etnográficos de las prácticas científicas, mediante el estudio de los mecanismos de restricción y cierre de la flexibilidad interpretativa, habrían hecho de la verdad el resultado y no la causa de los procesos de estabilización de las diversas discusiones científicas y técnicas. Es decir, habrían mostrado que los conocimientos sancionados como verdaderos o válidos serían no tanto unas realidades supuestamente preexistentes y determinantes sino más bien los subproductos del quehacer científico y técnico.

Otra de las corrientes de investigación en la nueva sociología del conocimiento científico sería el programa empírico del relativismo, o *Empirical Programme of Relativism* (EPOR). En este caso, se trata de una línea de indagación formada en la Escuela de Bath, a comienzo de los años ochenta, sobre todo en torno a los trabajos de Collins³⁰ y Pinch³¹. En términos generales, cabe indicar que el EPOR habría centrado su atención no tanto en la investigación micro-sociológica de las actividades cotidianas que tienen lugar en los laboratorios, como han hecho los estudios etnográficos, sino más bien en el estudio empírico de las controversias científicas desde sus apariciones hasta sus

²⁹ Cfr. Bourdieu, Pierre. (2003/2001). *El oficio de científico. Ciencia de la ciencia y reflexividad*, Barcelona, Anagrama, en especial, pp. 39-44.

³⁰ Cfr. Collins, Harry M. (1981). (Ed.). *Knowledge and Controversy. Studies of Modern Natural Science*, en *Social Studies of Science*, 11, Londres, Sage; Collins, H. M. y Pinch, T. J. (1982). *Frames of Meaning*, Londres, Routledge & Kegan Paul; Collins, Harry M. (1992/1985). *Changing Order. Replication and Induction in Scientific Practice*, Chicago y Londres, The University of Chicago Press; Collins, H. M. y Pinch, T. J. (1996/1993). *El gólem. Lo que todos deberíamos saber acerca de la ciencia*, Barcelona, Crítica.

³¹ Cfr. Pinch, Trevor J. (1986). *Confronting Nature. The Sociology of Solar-Neutrino Detection*, Dordrecht, Reidel.

desarrollos y posibles clausuras futuras. Dicho en otras palabras, la meta principal de esta corriente de investigación consistiría en indagar, trascendiendo los estrechos límites espaciales de los estudios etnográficos del laboratorio, las posibles conexiones existentes entre los diversos debates científicos y técnicos y las estructuras sociales, políticas y económicas más amplias y estables. El EPOR se habría centrado así en el estudio de las controversias científicas, en primer lugar, porque entiende que ni la racionalidad científica ni la observación experimental deben utilizarse como mecanismos que expliquen de un modo adecuado la producción, la validación y la transmisión del conocimiento científico y, en segundo lugar, porque asume que es en estas situaciones de litigio donde se hace más patente el carácter intrínsecamente social y contingente de las prácticas científicas. Se trata, pues, de un análisis de la práctica científica que no estaría en condiciones de fijar de antemano los valores referentes a TRASP (*Truth, Rationality, Success and Progress*, o verdad, racionalidad, éxito y progreso). De esta forma, queda claro que el sociólogo del conocimiento no tendría por qué esforzarse en exceso en relativizar los argumentos de los diversos científicos y técnicos en controversia. Serían los propios agentes implicados en cada discusión particular quienes se encargarían de cuestionar de una manera constante y recíproca la validez ontológica de las interpretaciones hechas públicas por los diversos científicos y técnicos en competencia.

De este modo, una de las tareas fundamentales del EPOR ha consistido en dar cuenta de la flexibilidad interpretativa que definiría las prácticas empíricas, reconstruyendo así los significados que los distintos grupos sociales relevantes atribuyen a los diversos descubrimientos científicos y a los múltiples resultados empíricos. Por todo ello, el concepto de flexibilidad interpretativa se torna ciertamente central en esta corriente de investigación. Pues éste enfatiza el carácter contingente y situacional del cambio científico y, por tanto, se convierte en algo así como la llave maestra que abre el camino hacia el análisis sociológico de la práctica científica.

Por otra parte, se sostiene que la flexibilidad interpretativa de estas prácticas, que impide que la resolución de los diversos debates consista simplemente en acudir a la racionalidad científica o a la evidencia empírica disponible, se presenta a menudo como un fenómeno que Collins denomina la regresión del experimentador. Este fenómeno claramente circular mostraría así que el resultado de un experimento se

juzga como correcto o válido si éste se ha obtenido por medio de un buen aparato experimental. Sin embargo, los aparatos utilizados para la práctica experimental sólo se consideran buenos o apropiados si éstos conducen de una manera efectiva a aquellos resultados que se consideran como los correctos o los válidos. Éste sería, por tanto, el motivo principal por el cual en ciertas ocasiones los experimentos dejan de ser concluyentes y, en definitiva, por lo que se produce el citado círculo vicioso de la regresión de la experimentación. La consecuencia de este ilustrativo proceso circular es que, puesto que en principio nadie sabe cuál será el resultado correcto o válido, casi nunca resulta muy sencillo discernir quién ha hecho, en efecto, un buen experimento científico.

De igual modo, según Collins, cabría señalar que la principal propuesta metodológica del EPOR consiste en dividir el estudio de los diversos procesos de cambio en la ciencia de acuerdo con tres etapas fundamentales de indagación. En primer lugar, de lo que se trata es de documentar la flexibilidad interpretativa de los resultados empíricos existentes. Se trata así de mostrar que los datos empíricos admiten diferentes interpretaciones para, más adelante, procurar identificar el papel que desempeñan en la práctica científica los diferentes mecanismos de crítica y replicación. En segundo lugar, dado que el problema de la indeterminación de los datos empíricos acarrea la posibilidad de que los debates interpretativos se prolonguen casi sin límite, se establece que deben reconocerse las diversas formas o mecanismos que permiten cerrarlos. En esta segunda etapa, por tanto, de lo que se trata es de mostrar los diversos mecanismos sociales, políticos o económicos de los distintos grupos inmersos en las controversias que hacen posible que se ponga fin a la polémica y que, con ello, se establezca un relativo consenso en el seno de ese campo científico. Se trata, pues, de indagar en los procesos que permiten que la indeterminación empírica desaparezca o, mejor dicho, que se torne en extremo complejo trazar determinadas disidencias. Pues aunque a veces sea muy costosa en términos sociales, políticos o económicos la disidencia casi siempre sería posible. Por último, a estas dos etapas metodológicas Collins añade un tercer eslabón con el que procura vincular los mecanismos de cierre de las diversas discusiones con las más amplias y estables estructuras sociales, políticas y económicas. En suma y según Collins, de lo que se trata es de, primero, mostrar la flexibilidad interpretativa de las decisiones y las prácticas científicas y

técnicas, segundo, identificar los mecanismos sociales de restricción y posible cierre de esta flexibilidad y, tercero y último, procurar conectar estos mismos mecanismos de clausura con el contexto social más amplio y estable.

Otra de las corrientes de trabajo generadas en el contexto disciplinar de la nueva sociología del conocimiento científico, como he señalado, serían los estudios sociales de la tecnología. Surgidos éstos en la década de los años ochenta, son, como su propio nombre indica, el resultado de la extensión de los planteamientos del programa fuerte y la sociología del conocimiento científico al ámbito de los artefactos técnicos y los sistemas tecnológicos. Uno de los mejores ejemplos de esta corriente se encontraría en el programa de la construcción social de la tecnología, o *Social Construction of Technology* (SCOT). Es ésta una línea de trabajo impulsada y desarrollada de manera principal por autores como Bijker³², Hughes³³ o Pinch³⁴.

En términos generales, los planteamientos metodológicos del SCOT, de modo similar a los del EPOR, estarían orientados sobre todo al estudio de la flexibilidad interpretativa o artefactual que definiría los artefactos técnicos y los sistemas tecnológicos. Con lo cual, en primer lugar, se procura manifestar las diversas alternativas humanas en relación con el significado, el diseño, la viabilidad o las prestaciones de los diversos sistemas tecnológicos. En segundo lugar, se intenta identificar los distintos mecanismos de restricción y cierre de esta misma flexibilidad interpretativa o artefactual. De forma que, por último y en tercer lugar, se procura conectar estos mismos mecanismos de clausura con el contexto social global. De igual modo, el SCOT se habría centrado en los principios de imparcialidad y simetría introducidos por el programa fuerte. Por un lado, y según el principio de imparcialidad, se habría propuesto que tanto los artefactos que

³² Cfr. Bijker, W., Hughes, T. y Pinch, T. (1987). (Eds.). *The Social Construction of Technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology*, Cambridge (Mass.), The MIT Press.

³³ Cfr. Hughes, Thomas. (1983). *Networks of Power. Electrification in Western Society, 1980-1930*, Baltimore, John Hopkins University Press.

³⁴ Cfr. Pinch, T. y Bijker, W. (1987/1984). «The Social Construction of Facts and Artefacts. Or How the Sociology of Science and the Technology Might Benefit Each Other», en Bijker, W., Hughes, E. y Pinch, T. (1987). (Eds.). *The Social Construction of Technological Systems*, Cambridge (Mass.). The MIT Press, pp. 17-50.

funcionan como aquéllos otros que no funcionan deberían ser objetos de una explicación social. Por otro lado, y de acuerdo con el principio de simetría, se habría procurado comprender y explicar por los mismos términos y para cada caso concreto por qué unos artefactos tienen éxito mientras otros fracasan. De esta forma, se sostiene que el éxito o el fracaso de un determinado artefacto tecnológico ya no debería comprenderse y explicarse tanto de acuerdo con unos criterios, en principio, exclusivamente racionales, objetivos o técnicos sino teniendo bien presente la medida en que estos artefactos responden a los intereses específicos de los grupos sociales implicados.

Los investigadores partidarios del enfoque SCOT apostarían así por una versión ciertamente fuerte de la tesis general del determinismo social de los productos científicos y de los artefactos tecnológicos. Este movimiento podría entenderse, por tanto, como una reacción frente a las tesis afines al modelo del determinismo científico y tecnológico. Según este último modelo de interpretación y análisis, se entiende que el desarrollo científico y tecnológico se comporta de acuerdo con una trayectoria lineal, acumulativa y progresiva ante la cual a los diversos colectivos humanos no les quedaría otra opción que el rechazo momentáneo o la asimilación progresiva de las repercusiones necesarias. Las conclusiones de los estudios sociales alternativos, en cambio, han derivado en la constatación de que, si bien por un lado el conocimiento científico no debería entenderse en relación con el descubrimiento de unas verdades preexistentes, que aguardarían a ser desveladas o descubiertas, tampoco la tecnología debería concebirse como la simple aplicación natural o necesaria de aquellos conocimientos tenidos por verdaderos o válidos. Los sistemas tecnológicos no deberían entenderse, pues, como unos conglomerados de meras soluciones técnicas o tecnológicas que esperan ser inventadas o aplicadas, sino más bien como unos productos históricos y sociales en sentido estricto. De modo que estos sistemas deberían comprenderse, en suma, como unos productos que son el resultado final de los diversos procesos sociales de elección, construcción, negociación e implantación que tienen lugar en cada situación espacial y temporal específica.

Para finalizar este relato situado del proceso de creciente cuestionamiento y crítica académica del estatuto epistemológico privilegiado atribuido con frecuencia a la ciencia en general y a la ciencia natural en particular, a continuación me ocuparé de dos

aportaciones que, a expensas de ciertas diferencias, resultan en gran medida complementarias. Me refiero a la teoría de la traducción propuesta de manera principal por Latour³⁵ y al enfoque del actor-red, o *Actor-Network Theory*, impulsado sobre todo por autores como Callon³⁶ o Law³⁷. En este sentido y a modo de introducción, cabe subrayar que estas dos corrientes de investigación surgieron en parte como una reacción frente a los planteamientos teóricos y metodológicos de aquellos enfoques identificados con el constructivismo social dominante dentro del marco general de la nueva sociología del conocimiento científico, como en los casos del programa fuerte o del EPOR.

En cualquier caso, uno de los postulados metodológicos centrales de ambas corrientes se fundamenta en la conveniencia de estudiar lo que Latour ha llamado la ciencia en acción o, dicho con otras palabras, la ciencia en proceso de elaboración. En esta línea, se trata de estudiar los procesos colectivos humanos y no-humanos de elaboración de los hechos científicos y los artefactos tecnológicos antes de que las cajas negras se cierren o durante el transcurso de las mismas controversias científicas y técnicas que las vuelven a abrir.

Otra de las ideas centrales de estas dos corrientes es aquélla que gira en torno al concepto latouriano de tecnociencia. En síntesis, este término pone de relieve lo realmente complejo e improductivo que resultaría procurar diferenciar con relativa rotundidad o claridad las prácticas científicas de las prácticas técnicas o tecnológicas. Para comprender este desplazamiento conceptual y analítico, hay que notar que la concepción más habitual de las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad supondría, por un lado, que la ciencia debe entenderse como una actividad desinteresada y avalorativa cuya finalidad prioritaria es la obtención de la auténtica verdad de las cosas. Por otro lado, la visión tradicional o dominante entendería que la

³⁵ Cfr. Latour, Bruno. (1992/1987). *Ciencia en acción*, Barcelona, Labor; Latour, Bruno. (1993/1991). *Nunca hemos sido modernos*, Madrid, Debate.

³⁶ Cfr. Callon, M., Law, J. y Rip, A. (1986). (Eds.). *Mapping the Dynamics of Science and Technology. Sociology of Science in the Real World*, Houndmills y Londres, Macmillan.

³⁷ Cfr. Law, J. y Lodge, P. (1984). *Science for Social Scientists*, Londres, MacMillan; Law, John. (1986). (Ed.). *Power, Action and Belief. A New Sociology of Knowledge?*, en *Sociological Review Monograph*, 32, Londres, Routledge & Kegan Paul.

tecnología debe concebirse como una actividad sólo en parte interesada y valorativa cuya meta más importante es la obtención de la mera eficacia instrumental en virtud de determinados fines sociales, políticos o económicos. Pues se supone que los fines sociales, políticos o económicos ya están dados y que a la tecnología sólo le es propia la tarea de encontrar el camino más eficaz para la consecución de éstos.

Sin embargo, los estudios sociales de la ciencia y la tecnología han señalado que no existiría ningún criterio absoluto o universal que distinga con cierta claridad a los científicos de los técnicos. Pues la ciencia no se dedicaría a la mera generación de conocimiento por el conocimiento mismo, de igual modo que la tecnología no consistiría en la supuesta simple aplicación instrumental de unos conocimientos teóricos que se pretenden universalmente verdaderos o válidos. De hecho, de acuerdo con autores como Ziman, Latour o Shapin, podrían constatarse desde un punto de vista social e histórico diversos casos reales tanto de unas tecnologías basadas en la ciencia como de unas ciencias fundamentadas en los desarrollos técnicos y tecnológicos. De modo similar, si bien cabe pensar en un inicio que la tecnología siempre se edifica sobre la base de la ciencia, y no a la inversa o en un sentido paralelo, lo cierto es que con mucha frecuencia las evaluaciones científicas sobre las características, la viabilidad o los efectos a medio y a largo plazo de los diversos productos o artefactos son llevadas a cabo cuando éstos ya han sido diseñados, construidos, comercializados e incluso consumidos tanto por las personas como por el medio ambiente. En este sentido, resulta casi evidente que los esfuerzos teóricos por delimitar con relativa claridad la ciencia de la técnica o de la tecnología son realmente complejos e inconcluyentes y que sendas prácticas pueden estudiarse del mismo modo con resultados productivos o fecundos. En consecuencia, la supuesta demarcación entre la ciencia y la tecnología se muestra al modo de una convención social sancionada como verdadera o válida en determinados contextos sociales, políticos, económicos y académicos, pero no desde el punto de vista de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología. Por todo ello, de acuerdo con la propuesta de Latour, el complejo ciencia y tecnología pasa pues a ser denominado globalmente como tecnociencia. La finalidad sería la de enfatizar todas las formas de actividad relacionadas con la investigación científica y tecnológica para de este modo procurar ir más allá de las fronteras convencionales entre la ciencia y la tecnología.

De este modo, debe subrayarse que en este proyecto de investigación más o menos conjunto, uno de los conceptos más importantes es el de traducción o *translation*. Éste expresaría tanto la traducción lingüística como la traducción, el traslado, la transformación o el desplazamiento de los intereses de los diferentes actores sociales implicados. Este concepto, utilizado con anterioridad por Serres, haría referencia, por tanto, a las diversas interpretaciones y transformaciones que los distintos constructores de hechos científicos o de cajas negras realizan tanto de sus propios intereses como de los intereses de los otros actores que, sean finalmente reclutados o no, siempre deberían tenerse en cuenta. Puesto que la traducción completa o perfecta es poco menos que imposible, esto es, puesto que no puede existir un lenguaje observacional neutral que posibilite un acceso directo desde el mundo de las palabras al mundo de las cosas, como diría Foucault, se entiende que sólo pueden existir traducciones válidas o útiles de acuerdo con determinados propósitos prácticos y criterios localmente contingentes. Pues es en estos procesos de traducción donde los diferentes grupos de científicos tratan de imponer su particular definición de los hechos, las cosas o la realidad y, por tanto, donde se negocia y se acuerda de una manera constante la identidad de los propios actores, las posibilidades de interacción y los márgenes de maniobra respectivos.

En todo caso, estos procesos de traducción constarían de cuatro etapas más o menos solapadas o diferenciadas. La primera fase sería la problematización, en la que los investigadores que ocupan una posición más débil tratan de resultar casi indispensables a los demás actores que trabajan con un mismo problema incluso a riesgo de poder desviarse del objetivo principal fijado. La segunda etapa es el interesamiento, por medio de la cual se fija y estabiliza la identidad de los actores definidos en la parte anterior. El tercer momento es el alistamiento, en el que se definen y asignan los nuevos roles a los actores que han aceptado el interesamiento. El cuarto y último momento es la movilización, por el cual tiene lugar el desplazamiento de los actores ahora enrolados hacia momentos y lugares diferentes. La traducción se da por finalizada, por tanto, cuando un actor débil se ha convertido en uno de los actores fuertes y muchos de los demás actores deben pasar por los puntos de paso ahora poco menos que obligatorios. De modo que una nueva caja negra habría quedado sólidamente constituida y la acción a distancia sobre los hechos, las cosas y los diversos grupos sociales ya resultaría realmente factible.

De forma que la mayoría de las dicotomías analíticas propias en gran medida de la concepción heredada o recibida, como las de sujeto vs objeto, creencia vs conocimiento, externalismo vs internalismo, contexto de descubrimiento vs contexto de justificación, sociedad vs naturaleza o humano vs no-humano, habrían sido muy cuestionadas y desmitificadas en un intento de superar lo que para estos autores implica la ideología de la modernidad. En este sentido, estos nuevos enfoques han puesto de manifiesto las deficiencias del principio de simetría del programa fuerte, propuesto por Bloor, así como han procurado corregir estas mismas carencias teóricas y metodológicas por medio de un segundo principio que Latour, Callon y Law han denominado el principio de simetría ampliada o generalizada. Este nuevo principio metodológico, de acuerdo con dos expresiones de Latour, anuncia y denuncia, por tanto, la muerte de lo social y sostiene así que debe producirse un giro más después del giro social. Lo cual implica que debería usarse el mismo tipo de explicaciones para procurar dar cuenta de todos aquellos elementos que conforman una misma red poco menos que indisoluble, formada ésta tanto por los aparatos materiales como por los grupos sociales o las fuerzas naturales. La hipótesis fuerte de la construcción social de los conocimientos científicos quedaría así claramente cuestionada. De esta forma, la reorientación metodológica habría conducido a estos autores a introducir de nuevo la agencia material o no-humana como recurso explicativo en los estudios sociales de la ciencia y la tecnología. Lo cual, claro está, les ha generado no pocas críticas o discusiones. Pues, como era de esperar, los investigadores sociales defensores de los planteamientos más sociologistas o constructivistas sociales, como en los casos del programa fuerte o del EPOR, consideran este proceder poco menos que como una auténtica regresión teórica y metodológica a aquellos planteamientos previos a la sociología del conocimiento científico y, al parecer, más propios del realismo, el positivismo o, en general, el modelo del determinismo científico y tecnológico.

De este modo, una de las ideas principales afirma que los heterogéneos procesos de interacción que dan lugar a la generación y la validación de los productos científicos o los artefactos tecnológicos no deberían comprenderse y explicarse sólo como el resultado de los procesos de negociación entre los diversos grupos sociales implicados sino más bien como la consecuencia de una lucha de poder que involucra tanto a los agentes humanos como a los agentes no-humanos.

La constatación de este hecho implicaría que, puesto que tanto las teorías científicas como los artefactos tecnológicos no son nada al margen de las redes más o menos sólidas o prolongadas de las cuales éstos forman parte integrante, tanto los actantes humanos como los actantes no-humanos interaccionan y evolucionan juntos y son parte constitutiva de la enredada red de actores que define el complejo ciencia, tecnología y sociedad.

De forma que, si bien resulta muy plausible pensar que la naturaleza es interpretable de muy diversas maneras, como por ejemplo sostienen el programa fuerte y el EPOR, no resulta menos cierto que la realidad material impone también determinados límites o resistencias que, de un modo u otro, condicionan, limitan o restringen tales procesos sociales de interpretación. Con lo cual, las críticas de estos nuevos estudios se han orientado en gran medida hacia aquellos planteamientos teóricos y metodológicos defendidos sobre todo por el que podría llamarse el paradigma de la construcción social de la realidad o, por poner unos cuantos ejemplos, continuando así con la ilustrativa parodia iniciada por Hacking, la construcción social de la historia, la cultura, las clases sociales, la identidad, la familia, el género, las relaciones sexuales, la locura, el conocimiento, la ciencia, la tecnología, los genes, los quarks, los hechos, la naturaleza o, por así decir, casi todo lo existente y lo pensable³⁸.

En esta misma línea, cabe recordar por ejemplo cómo los físicos Alan Sokal y Jean Bricmont llegaron incluso al extremo de invitar, de un modo quizá hasta muy gracioso pero entiendo que no muy riguroso, a transgredir las leyes de la física newtoniana, en concreto desde la ventana de su hermoso apartamento neoyorquino en el piso número 21, a todos aquellos autores constructivistas sociales o culturales y relativistas posmodernos en general que pudieran pensar y defender en público que estas leyes físicas o naturales son simples convenciones históricas, sociales o culturales. No obstante, considero que no es necesario llegar a este tipo de planteamientos tan extremos para llegar a

³⁸ Cfr. Hacking, Ian. (2001/1998). *¿La construcción social de qué?*, México, Paidós, en especial, pp. 17-68.

comprender que la realidad total, como he señalado antes, no se agota en su exclusiva dimensión discursiva o interpretativa³⁹.

Con lo cual, frente a la conocida y polémica tesis de la construcción social de la realidad, considero que debería optarse antes por un planteamiento teórico y metodológico algo más moderado, prudente y refinado. Según este relativamente nuevo planteamiento, por tanto, lo que es histórica y socialmente contingente no sería tanto la realidad total sino más bien tanto el conocimiento humano de esta misma realidad total como todo aquello que se deriva de éste. Pues es casi obvio que la naturaleza existió antes de que existiera un imaginario primer ser humano que la observara e interpretara y que esta realidad natural seguirá existiendo y resistiendo también después de la hipotética desaparición del último de los seres de nuestra especie. En cualquier caso, quisiera decir que el problema sociológico quizá más sustantivo, como mostraré más adelante en este estudio, no sería entonces si la realidad social y natural existe o no en términos objetivos sino más bien si el conocimiento humano de esta misma realidad social y natural puede ser o no realmente desinteresado y avalorativo.

10. Conclusión

En este capítulo primero he presentado y analizado con cierta sistematicidad las tradiciones teóricas y metodológicas más importantes en el estudio de las relaciones actuales entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. En concreto, la meta más importante ha consistido en exponer y analizar el supuesto estatuto epistemológico privilegiado atribuido con relativa frecuencia al conocimiento científico de las ciencias de la naturaleza. En este sentido, la labor más sustantiva ha radicado en explicitar de dónde vengo y dónde estoy para, más adelante, poder aventurar seguramente en mejores condiciones hacia dónde procuro dirigirme. De este modo, he mostrado y analizado la tesis hegemónica que sostiene que el conjunto de las ciencias de la naturaleza merece ser considerado como un caso de conocimiento de estatuto epistemológico privilegiado.

³⁹ Cfr. Sokal, A. y Bricmont, J. (1999/1997). *Imposturas intelectuales*, Barcelona, Paidós. El comentario al que hago alusión se encuentra en la nota 3 de la p. 284.

En esta línea, he relatado las diferentes actitudes académicas que han definido y constituido a este interrogante teórico sustantivo. Para ello, he interrogado y analizado a la sociología general clásica, con Marx, Durkheim y Weber, a la incipiente sociología del conocimiento, con Mannheim, a la filosofía de la ciencia, con Carnap, Reichenbach y Popper, a la sociología de la ciencia, con Merton, y a la historia de la ciencia, con Kuhn. De igual modo, he interrogado también tanto a algunas de las nuevas formulaciones de la filosofía de la ciencia no formalista, con Feyerabend y Lakatos, como a una buena parte de las relativamente novedosas sociologías del conocimiento científico, con el programa fuerte, los estudios etnográficos del laboratorio, el programa empírico del relativismo, los estudios sociales de la tecnología, la teoría de la traducción y el enfoque actor-red.

En consecuencia, sin olvidar nunca que, como por ejemplo diría Bourdieu, la narración de la historia de las distintas tradiciones de investigación constituye una de las partes más importantes y tensas de las luchas que tienen lugar entre estas mismas tradiciones de investigación, tradiciones y controversias académicas éstas, por supuesto, en las cuales este mismo trabajo también debería situarse e interpretarse de una manera conveniente, quisiera indicar que la conclusión sustantiva a la que he llegado afirma que, en principio, la teoría sociológica actual no debería dar por sentado ningún tipo de límites supuestamente infranqueables a la hora de procurar estudiar tanto las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad como los procesos de generación y de validación del contenido cognitivo de las ciencias de la naturaleza.

Con lo cual, cabe adelantar que este trabajo procura continuar o proseguir con la crítica teórica de aquellas posiciones académicas que reconocen en las ciencias de la naturaleza tanto la existencia de un estatuto epistemológico claramente privilegiado como la presencia de un objeto de estudio difícilmente abordable desde el punto de vista específico de la sociología del conocimiento. En consecuencia, debo subrayar que esta crítica sustantiva deberá estar fundamentada en una ruptura epistemológica, como por ejemplo dirían Bachelard o Bourdieu, tanto con la sociología espontánea, la ilusión de saber inmediato o la epistemología ingenua del sentido común como con la concepción más habitual, superficial y también ideológica acerca de las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad.

Capítulo 2: El interrogante empírico

En este capítulo segundo presento las condiciones para una posible traducción empírica del interrogante teórico principal que habría ido adquiriendo mayor claridad y solidez a lo largo del capítulo primero dedicado en gran medida a relatar el estado de la cuestión en el estudio de las relaciones actuales entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. En este capítulo segundo muestro y detallo, por un lado, el objetivo general y el objetivo específico de la investigación y, por otro lado, la elección de un objeto de estudio empíricamente relevante como es, según considero, la controversia sobre el conocimiento de las posibles consecuencias humanas y ambientales adversas derivadas de la libre proliferación mundial de estos híbridos humanos y no-humanos que serían los llamados Organismos Modificados Genéticamente (OMG). Después, presento la principal hipótesis de trabajo y, por último, explico un conjunto de reflexiones relevantes acerca de las principales herramientas y estrategias metodológicas a ser movilizadas en este trabajo.

1. Los dos objetivos

En este apartado primero, por tanto, muestro y detallo los dos objetivos principales que van a guiar esta investigación. De estos dos

objetivos, uno es más periférico y general, mientras que el otro es más restringido, central y específico. De forma que el objetivo general o periférico de esta investigación hace alusión al extenso dominio interdisciplinario del estudio de las relaciones actuales entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. Con lo cual, como consta en el título de este mismo estudio, pongo un interés especial en dar cuenta de las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad atendiendo a dos procesos irreductibles y no excluyentes. En primer lugar, se trata de estudiar cómo los discursos y las prácticas de los científicos y técnicos expertos condicionan en gran medida el devenir del complejo ciencia y tecnología y, por extensión, de los procesos sociales, políticos y económicos. En segundo lugar, se trata de estudiar cómo los procesos sociales, políticos y económicos, a su vez y de modo inverso o recursivo, intervienen de una manera decisiva en la determinación del complejo ciencia y tecnología y, por extensión, del quehacer de los expertos en las sociedades occidentales actuales. De lo que se trata, dicho una vez más, es de orientar los esfuerzos principales a describir y analizar las múltiples direcciones que definen esta reciprocidad sustantiva. Esto es, prestar atención tanto a la influencia del complejo ciencia y tecnología en el devenir de las sociedades occidentales actuales como al condicionamiento de estas mismas sociedades sobre los productos y los artefactos del complejo ciencia y tecnología.

De este modo, si bien he expresado que la periferia general de esta investigación hace referencia sobre todo al estudio de las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, ahora me queda delimitar lo que debe constituir el objetivo central y específico de este estudio. Este objetivo específico, que por fuerza será mucho más modesto y reducido que el objetivo general ya explicitado, consiste en lo siguiente. Se trata de tornar cuando menos cuestionable o problemática la tesis que sostiene que el trabajo de los científicos y técnicos expertos está poco menos que determinado por el exclusivo ejercicio de la racionalidad científica y de la práctica experimental. Expresado en otros términos, se trata de proporcionar algunos materiales tanto teóricos como empíricos que puedan ayudar a comprender y explicar de una manera adecuada cómo y por qué, a pesar de la existencia de una gran cantidad de científicos y técnicos expertos y de centros tanto públicos como privados dedicados a la investigación, algunas controversias sociales, científicas y técnicas se presentan a la percepción poco menos que irresolubles. Se trata, por tanto, de verificar

o refutar hasta qué punto los científicos y técnicos expertos son o no unos actores realmente desinteresados o avalorativos en el desempeño de su quehacer cotidiano. Esta meta central consiste, en suma, en estudiar en qué medida resulta altamente probable que determinadas discusiones sociales, científicas y técnicas puedan clausurarse o resolverse apelando de una manera exclusiva al peso de los verdaderos argumentos racionales y de las objetivas prácticas empíricas.

Sin embargo, he de reconocer que quizá en este punto específico podríamos toparnos con una relativa dificultad. De forma que ésta se referiría por ejemplo a qué se pretende significar cuando, en efecto, se utilizan conceptos tan complejos y controvertidos como los de racionalidad científica o, de una manera paralela, evidencia experimental. En este sentido y por un lado, el concepto de racionalidad científica, de acuerdo con una posición primera con pretensiones claramente realistas o positivistas, podría definirse aludiendo a la forma correcta y superior de articular el pensamiento humano. Empero, de acuerdo con una posición segunda de corte mucho más nominalista o constructivista social pero de igual modo extrema o radical, también podría optarse por partir de un concepto de racionalidad científica entendido al modo de un mero recurso o dispositivo exclusivamente retórico, discursivo u ornamental. Por otro lado, también podría optarse por definir el concepto de evidencia experimental apelando al conjunto de los resultados observacionales que, en definitiva, no posibilitan o admiten unas interpretaciones contingentes o alternativas. No obstante y como puede percibirse, el punto de encuentro de ambas definiciones es que, desde la posición teórica realista o positivista, en lo relativo no ya tanto al contexto de descubrimiento sino más bien a los procesos mismos de la generación y la validación de los conocimientos científicos propios del contexto de justificación, no existiría un lugar legítimo para los intereses y los valores individuales o colectivos de naturaleza supuestamente extracientífica o no-epistémica.

Con todo, y éste es el motivo principal de la carencia de una profundización inaugural mayor en relación con tales cuestiones, considero que debería tenerse presente que una de las metas genéricas prioritarias de este trabajo consiste, precisamente, en proporcionar determinados materiales tanto teóricos como empíricos que ayuden, en primer lugar, a comprender y explicar la naturaleza específica de tales categorías conceptuales así como, en segundo lugar, a esclarecer lo oportuno de su utilización o movilización por la teoría sociológica

actual a la hora de procurar dar cuenta del quehacer discursivo y práctico de los expertos en las sociedades occidentales actuales.

2. El objeto empírico

En el apartado primero he señalado que el objetivo general de esta investigación se refiere al estudio de las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. De igual modo, he indicado que el objetivo central y específico consiste en tornar cuando menos cuestionable o problemática la tesis que sostiene que el quehacer de los científicos y técnicos expertos está poco menos que determinado por el exclusivo ejercicio de la racionalidad científica y de la práctica experimental. De manera que, puesto que ya he mostrado cuáles son el objetivo general y el objetivo específico que van a guiar este trabajo, cabe afirmar que he creado las condiciones de posibilidad para explicitar los principales rasgos de identidad que habrán de definir la naturaleza del objeto empírico de este estudio.

En este sentido, queda claro que en las sociedades occidentales actuales existen múltiples casos reales, esto es, de casos no exclusivamente teóricos o hipotéticos, que involucran de un modo en apariencia indisoluble tanto a las sociedades en general como a determinados científicos y técnicos expertos en particular. De forma que, procesos social, científica y técnicamente controvertidos podrían encontrarse, en efecto, en relación con no pocos fenómenos y situaciones específicas. Buena muestra de estos mismos casos o procesos son las estimaciones polémicas de la industria nuclear sobre la (in)seguridad de sus respectivos reactores nucleares; la discusión sobre la (in)existencia de la destrucción de la capa de ozono; la disputa sobre la (in)existencia de la crisis ecológica global; el debate acerca de las causas que pueden haber dado lugar al más o menos recordado caso del mal de las vacas locas o de la Encefalopatía Espongiforme Bovina (EEB); la controversia sobre las (im)posibles repercusiones negativas en los usuarios de la telefonía móvil; la discusión sobre el problema de la utilización del uranio empobrecido en determinados escenarios bélicos; o, por último, los problemas específicos suscitados en torno al peso de las pruebas científicas y técnicas en los diversos procesos judiciales.

Con la finalidad, por tanto, de concretar un objeto de estudio empíricamente relevante con el que, a su vez, poder llevar a buen

término el objetivo general y el objetivo específico de esta investigación, daré cuenta de las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad en relación directa con la controversia social, científica y técnica que tiene lugar en torno al conocimiento y la evaluación de las posibles consecuencias humanas y ambientales adversas derivadas de la libre proliferación mundial de los Organismos Modificados Genéticamente (OMG). De esta manera, procuraré mostrar de modo principal hasta qué punto el trabajo de los científicos y técnicos expertos involucrados en esta discusión está o no condicionado de una manera notable por el exclusivo ejercicio de la racionalidad científica y de la práctica experimental. De modo esquemático, debo decir que para alcanzar estas dos metas esenciales realizaré un estudio histórico y sociológico de las diversas discusiones sociales, políticas, económicas y científico-técnicas particulares que definen, conforman y protagonizan esta polémica general. En concreto, anunciaré que en lugar de centrarme en unos pocos casos más o menos aislados o excepcionales, profundizaré en el estudio de los casos particulares más controvertidos e importantes que, ciertamente, definen la mayoría de estas discusiones sobre la ciencia, la tecnología y la sociedad en el campo de lo que se ha dado en llamar la nueva ingeniería genética.

De modo que el primer motivo por el que he considerado oportuno escoger el presente objeto empírico de estudio se justifica en parte porque las controversias sociales, científicas y técnicas suscitadas por las posibles consecuencias humanas y ambientales adversas de la nueva ingeniería genética se habrían visto acentuadas de una manera notable en los últimos diez años debido sobre todo al progresivo comercio internacional de este tipo de productos y prácticas. Se trata, por tanto, de un fenómeno fuertemente controvertido que involucra, en efecto, tanto a las diversas comunidades de científicos y técnicos expertos como a las sociedades en general, y que, precisamente por todo ello, se presta de una manera adecuada, cuando menos en principio, a la realización de los objetivos de esta investigación.

En segundo lugar, debería subrayarse que esta controversia es, como antes he mostrado de la mano de Latour, un caso ejemplar de una

ciencia en acción¹. De forma que ésta es, por tanto, una ciencia en proceso de elaboración. Lo cual significa que ésta es una ciencia que se está haciendo y no una ciencia ya elaborada, estabilizada y, por así decir, verdadera. De modo que el objetivo de abrir y analizar la caja negra de la ciencia y la tecnología se torna mucho más viable al centrarme en aquellos episodios realmente polémicos en los que los científicos y técnicos expertos trabajan afanosamente para su resolución. En consecuencia, cabe decir que la entrada en el mundo de la ciencia y la tecnología será por la puerta trasera de una ciencia en proceso de estabilización y no por la siempre triunfante puerta delantera de una ciencia ya estabilizada y verdadera. Se trata, por tanto, de una polémica que espera ser relativamente cerrada. Pues queda claro que una clausura total y absoluta resulta casi siempre difícilmente realizable. En este sentido, la mayor ventaja teórica y metodológica de proceder con el estudio de una controversia social, científica y técnica que, cuando menos de momento, aguarda ser estabilizada consiste en que en todo este proceder la función que el supuesto exclusivo espacio de la racionalidad científica y de la práctica experimental podría desempeñar en su resolución podrá mostrarse y percibirse con una mayor claridad y contundencia que si, por el contrario, la discusión estuviera ya zanjada y una de las dos partes en litigio se hubiera erigido en representante oficial de los hechos reales o, por así decir y para este caso específico, en la portavoz legítima de la auténtica realidad del mundo de los OMG.

De igual modo, quisiera poner de relieve aquí que los principales actores sociales, políticos y económicos implicados en esta disputa muestran, en términos generales, dos actitudes claramente dominantes o hegemónicas. Estas dos posiciones, sin perder de vista una tercera posición definida en gran medida por la indiferencia, la toma de distancia y la relativa voluntad de no-saber, representan los dos polos, a favor y en contra de la nueva ingeniería genética, en virtud de los cuales cabe advertir toda una multiplicidad de posiciones y actitudes, en efecto, mucho más grises, moderadas y ambivalentes. La siempre compleja y cambiante realidad social, por tanto, como por ejemplo ha señalado Adela Cortina, catedrática de ética y filosofía política de la

¹ Cfr. Latour, Bruno. (1992/1987). *Ciencia en acción*, Barcelona, Labor, en especial, pp. 1-17.

Universidad de Valencia, se movería así entre los dos polos principales siguientes. De un lado, el polo del fundamentalismo biotecnológico, que percibe y proclama una infinidad de enormes beneficios tanto humanos como ambientales a un riesgo casi igual a cero. Del otro lado, el polo del fundamentalismo anti-biotecnológico, que percibe y afirma que los posibles beneficios, de darse éstos, sólo serían para los directivos de las empresas transnacionales del sector agroalimentario más grandes, poderosas y avariciosas y que todos estos nuevos productos y prácticas podrían entrañar un gran número de consecuencias muy perjudiciales tanto para las personas como para el medio ambiente². En esta línea y como mostraré en detalle más adelante, podría decirse de una manera muy esquemática e ilustrativa que los primeros tachan a los segundos de alarmistas, escépticos y apocalípticos enfermizos, mientras que los segundos acusan a los primeros de avariciosos, reduccionistas, imprudentes e irresponsables.

En relación con el estudio de esta controversia, debo señalar también cómo, principalmente al inicio de esta indagación, todo hará creer que se está asistiendo a un espectáculo tan excepcional como ilegítimo. Este espectáculo consistiría en el espectáculo supuestamente excepcional e ilegítimo de la mala ciencia, los malos experimentos y los malos investigadores. De hecho, la mayoría de los científicos y técnicos de la naturaleza comparten este principio de diferenciación fundamental en virtud del cual podría diferenciarse con relativa nitidez y contundencia la existencia de, por un lado, la buena ciencia que simplemente descubre las verdades preexistentes y, por otro, la mala ciencia que se limita a edificar meras ficciones, distorsiones y artificios.

Reproduciendo o participando con cierta claridad de esta misma concepción muy habitual del quehacer científico y técnico, escribe por ejemplo la profesora de biología Mae-Wan Ho: «En este libro critico la biotecnología de la ingeniería genética por ser un exponente de la mala ciencia que opera juntamente con los grandes negocios a favor de un rápido provecho, pero en detrimento del bien general, de la voluntad y las aspiraciones públicas, y en contra de los valores morales de la sociedad y de la comunidad mundial. Muestro por qué la mala ciencia, bajo la forma del determinismo genético, está reñida con la realidad de

² Cfr. Cortina, Adela. (2004). «¿A quién sirve el grial transgénico?», en *El País*, a 27 de abril de 2004.

los descubrimientos científicos. De qué manera da lugar a prácticas y proyectos descaminados en la biotecnología de ingeniería genética que no son éticos y representan una forma de explotación. Muestro cómo los mismos fracasos de la biotecnología de ingeniería genética surgen de la incapacidad (del pensamiento reduccionista) para tomar en cuenta la complejidad, la interconexidad y la totalidad. Pero, sobre todo, revelo cómo esa misma mentalidad del determinismo genético lleva a los científicos a ignorar o a malinterpretar la evidencia científica existente, que ya sugiere en forma insistente que la biotecnología de ingeniería genética es *inherentemente* peligrosa para la salud humana y animal, y para el medio ambiente ecológico»³.

Evidentemente, queda claro que en muchas ocasiones la tentación es muy fuerte. Sin embargo, considero que no debería participarse de semejante ingenuidad. Pues la decisión acerca de cómo diferenciar con claridad los buenos científicos que hacen la buena ciencia del resto de los investigadores que producen la mala ciencia constituye un espacio donde debería procederse con especial temple y cautela. De este modo, cabría preguntarse acerca de por qué debería sospecharse de esta diferenciación en apariencia tan natural y evidente. La respuesta a este interrogante contiene diversos matices y recovecos. No obstante, entiendo que la hipótesis que de una manera más crítica y reflexiva sostiene que, en realidad, no existiría otra cosa más allá de este espectáculo y que, por tanto, casi nunca parece llegar la auténtica ciencia, que no sólo se habría imaginado sino incluso idealizado, seguramente no resulte tan fácilmente desechable como en un principio pudiera parecer. De manera que no debería extrañar en exceso que de un lado se insista de manera acalorada y constante en que, por ejemplo, no existiría ninguna evidencia científica o técnica real de posibles daños humanos o ambientales causados por los OMG. De igual modo, tampoco cabría incomodarse en exceso ante el hecho de que del otro lado de la contienda se afirme que sí existirían numerosas y sólidas evidencias científicas y técnicas de daños reales a la salud humana y el medio ambiente derivados de la proliferación de este tipo de productos y prácticas.

³ Ho, Mae-Wan. (2001/1998). *Ingeniería genética. ¿Sueño o pesadilla?*, Barcelona, Gedisa, p. 12. Las cursivas son de la autora.

De este modo, la tarea genérica que emprenderé en los capítulos tercero y cuarto, por tanto, guarda mucha relación con el interrogante sustantivo acerca de cómo es posible comprender y explicar sobre todo desde los supuestos de la teoría sociológica actual que determinados científicos y técnicos expertos sostengan, por un lado, haber demostrado de una manera exclusivamente racional y objetiva la toxicidad humana y ambiental de los OMG, mientras otros especialistas, que, cuando menos en principio, deberían considerarse tan diestros y competentes como los primeros, afirman de un modo ferviente haber demostrado justo lo contrario, es decir, la no-toxicidad humana y ambiental de los OMG. De forma que una de las preguntas quizá más sustantivas que lanzo al aire consiste en cómo puede comprenderse y explicarse desde el campo de la teoría sociológica actual que dos comunidades de expertos puedan sostener en público haber mostrado y demostrado de una manera exclusivamente científica y técnica cosas que son, en principio, realmente dispares o incluso excluyentes. Porque, me pregunto, cómo son posibles todos estos procesos tensos y conflictivos si partimos del supuesto muy extendido según el cual la verdad es única, sencilla e incluso bella.

En este sentido, seguramente no añadiré nada especialmente original si señalo que, en efecto, tal es la concepción habitual tanto en las sociedades actuales en general como en las diversas comunidades de científicos y técnicos en particular. De hecho, un ejemplo nada ingenuo que, sin embargo, participa de la convicción nuclear según la cual la verdad científica, aunque su descubrimiento casi siempre sea muy laborioso y complejo, es en sí misma única, sencilla e incluso bella se encuentra al comienzo de un trabajo autobiográfico del reconocido y galardonado bioquímico James Watson: «Doy aquí una versión personal de cómo fue descubierta la estructura del ADN. Al hacerlo, he tratado de captar la atmósfera de los primeros años de la posguerra en Inglaterra, donde ocurrieron la mayoría de los sucesos importantes. Como espero que este libro muestre, la ciencia rara vez avanza en el sentido recto y lógico que imaginan los profanos. En lugar de ello, sus pasos hacia delante (y, a veces, hacia atrás) suelen ser sucesos muy humanos en los que las personalidades y las tradiciones culturales desempeñan un importante papel. A este efecto, he intentado plasmar mis primeras impresiones de los acontecimientos y personalidades más relevantes en el descubrimiento de la estructura del ADN, más que presentar una valoración que tome en cuenta los

muchos hechos de los que he tenido conocimiento más tarde. Aunque tal vez esta última consideración fuera más objetiva, con ello no conseguiría reflejar el espíritu de una aventura que se caracterizó tanto por una juvenil arrogancia como por la convicción de que la verdad, una vez hallada, sería sencilla, además de bella»⁴.

Frente a tal estado de cosas, por tanto, queda claro que los interrogantes desde la teoría sociológica o desde la sociología del conocimiento surgirían casi por sí solos. ¿Quiénes habrían demostrado realmente algo en relación con las posibles consecuencias humanas y ambientales adversas derivadas de la libre proliferación mundial de los OMG? ¿Qué grupo de expertos merecería en realidad la confianza o el crédito de la sociedad? ¿Quizá pudiera ser cierto que ambas comunidades de científicos y técnicos expertos tengan la razón? ¿Se podría dar el caso de que ningún colectivo de especialistas estuviera realmente en lo cierto y, por tanto, que ambos grupos desconocieran mucho más de lo que admiten desconocer en público? ¿Hasta qué punto debería confiarse en los distintos expertos en los múltiples espacios del saber? ¿En qué medida la teoría sociológica y la sociología del conocimiento estarían capacitadas realmente para dar cuenta de la dimensión enunciativa de la ciencia en general y de las ciencias naturales en especial? ¿Hasta qué punto el quehacer discursivo y práctico de los diversos científicos y técnicos expertos implicados en esta discusión estaría posibilitado y condicionado de una manera notable por el exclusivo ejercicio de la racionalidad científica y de la práctica experimental?

3. La hipótesis

En el apartado primero he indicado que el objetivo general de esta investigación consiste en estudiar las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. De igual modo, he señalado que el objetivo específico consiste en tornar cuando menos cuestionable o problemática la tesis que defiende que el trabajo de los científicos y técnicos expertos está poco menos que determinado por el exclusivo ejercicio de la racionalidad científica y de la práctica experimental. Con

⁴ Watson, James. (1994/1968). *La doble hélice. Un relato autobiográfico sobre el descubrimiento del ADN*, Barcelona, Salvat, p. IX.

posterioridad, en el apartado segundo, he mostrado que el objeto empírico de estudio es el relativo al surgimiento, el desarrollo y la posible clausura futura de la controversia sobre el conocimiento de las posibles consecuencias humanas y ambientales adversas derivadas de la libre proliferación mundial de los OMG. De modo que en lo que ahora sigue bosquejaré algún tipo de enunciado o interrogante sustantivo que, de una manera u otra, haga las veces de hipótesis de trabajo.

Una investigación científica podría entenderse de acuerdo con metodologías muy diversas o heterogéneas. No obstante, una buena parte de la filosofía racionalista de la ciencia coincide en afirmar que una investigación científica consiste sobre todo en el proceso laborioso mediante el cual las hipótesis de trabajo iniciales se transforman de una manera progresiva, bien sea por medio de su confirmación o de su refutación, en unos enunciados mucho más estables, consolidados y fiables llamados tesis. De acuerdo con la epistemológica positivista o realista, una investigación debería considerarse realmente científica si, y sólo si, ésta suministra los elementos que o bien verifican o bien refutan las hipótesis que podrían haberse presentado en un principio. En palabras del propio Comte, por ejemplo, cabe proponer que los científicos deberían proceder de acuerdo con unas hipótesis de trabajo susceptibles siempre de su ulterior verificación positiva⁵.

Por lo tanto, e incluso a sabiendas de lo muy problemático que puede resultar considerar que las hipótesis teóricas que guían una investigación científica desde el comienzo pueden, en efecto, ser si no verificadas sí cuando menos invalidadas de una forma plena y rotunda, debo constatar que la hipótesis de trabajo más importante, para quienes, como en mi caso, continúen considerando en parte útil o fecundo el proceder de acuerdo con tales estrategias de investigación, será la siguiente. Lo que social, científica y técnicamente se considera el exclusivo ejercicio de la racionalidad científica y de la práctica experimental, que la concepción más habitual de las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad insiste en sostener que determina de una manera notable los discursos y las prácticas de los científicos y técnicos de la naturaleza, seguramente no es el factor causal más

⁵ Cfr. Comte, Auguste. (1835). *Cours de Philosophie Positive*, París, Bachelier, tomo II, lección 28. Tomado del trabajo: Bourdieu, P., Chamboderon, J-C. y Passeron, J-C. (2001/1973). *El oficio de sociólogo. Presupuestos epistemológicos*, Madrid, Siglo XXI, nota 7, p. 87.

importante que puede dar cuenta de la posible clausura futura de la controversia sobre el conocimiento de las posibles consecuencias humanas y ambientales adversas derivadas de la libre proliferación mundial de los OMG. Con lo cual, debo precisar que esta hipótesis de trabajo no sostiene que esta clausura no puede producirse de ninguna de las maneras posibles en un futuro más o menos próximo sino que, de una manera bien diferente, resulta muy poco probable que dicho cierre hipotético pueda producirse en términos, en principio, genuinamente racionales y empíricos.

De forma que, al término de esta investigación, debería considerarse que esta hipótesis de trabajo principal ha quedado refutada, como por ejemplo dirían los filósofos de la ciencia popperianos, si la discusión medular sobre el conocimiento y la evaluación de las posibles consecuencias humanas y ambientales adversas derivadas de la libre proliferación mundial de los OMG, una vez descrita y analizada ésta hasta donde me sea posible, parece albergar una probabilidad muy alta en relación con una clausura futura propiciada sobre todo por el, en principio, exclusivo ejercicio de la racionalidad científica y de la práctica experimental.

De modo inverso, sostengo que debería entenderse que esta hipótesis de trabajo sustantiva ha quedado verificada si, en cambio, cabe considerar muy poco probable la existencia de unos argumentos puramente racionales y unas evidencias empíricas poco menos que incuestionables que, en efecto, pudieran propiciar la clausura futura de este mismo litigio específico.

4. De la ciencia de los mitos al mito de la ciencia

Por lo general, como vengo sosteniendo, queda claro que el conocimiento científico en particular se presenta en la plaza pública como en posesión de un estatuto epistemológico diferencial. Según he mostrado en el capítulo primero, este estatuto diferencial permitiría a la ciencia reivindicar para sí un tipo de conocimiento puramente racional y objetivo. En esta línea, he presentado y analizado determinados materiales teóricos y metodológicos que pueden ayudar a cuestionar o problematizar la tesis habitual que sostiene que la ciencia natural merece ser considerada como un caso de conocimiento de estatuto epistemológico privilegiado. En concreto, en este capítulo primero he mostrado el proceso, más histórico que lógico o evolutivo, por medio

del cual la tesis dominante que propone la existencia de una zona de exclusión sociológica se ha tornado realmente cuestionable y problemática. De hecho, según he señalado, este problema particular representa una dificultad sustantiva que, en principio, limita de una manera notable el proyecto de estudiar las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. De manera que en este apartado cuarto expongo y analizo una segunda dificultad sustantiva. Ésta se refiere al carácter en parte paradójico y en parte autorreflexivo del proyecto de estudiar también de un modo científico el propio mito de la ciencia.

De esta forma, cabe indicar que el problema referido a en qué consiste esta estrategia científica del conocimiento usualmente no suele quedar tan rotundamente explicitado como aquella otra cuestión acerca de en qué no consiste. En este sentido, debe quedar claro que la concepción más habitual de la ciencia sostiene por ejemplo que, en definitiva, el pensamiento científico supuestamente patrimonio de las sociedades occidentales es, sobre todo y antes de nada, un tipo de pensamiento que se distancia de una forma gradual y progresiva de las creencias y los mitos supuestamente más propios de otras culturas y sociedades. En esta línea, se acostumbra a sostener que el pensamiento científico se habría erigido frente al destronamiento y posterior expulsión del pensamiento mítico propio en exclusiva de las sociedades consideradas primitivas o tradicionales. Como trágicamente sería expuesto en el párrafo inicial de la obra conjunta de Horkheimer y Adorno, el programa de la Ilustración habría perseguido desde un hipotético inicio el objetivo sustantivo de liberar progresivamente a los hombres del miedo y del falso saber para así constituirlos en los gloriosos dominadores de la naturaleza exterior. Este proyecto habría consistido, pues, en desencantar el mundo mediante la destrucción de todas las creencias y los mitos en nombre del auténtico saber proporcionado por la ciencia occidental⁶.

De modo similar, se da por supuesto que sólo la ciencia, sus concepciones, sus métodos y sus productos resultantes proporcionan una información realmente verdadera o válida acerca del mundo natural y social. En cambio, se supone que los mitos son una mera ilusión, mera fantasía o, como por ejemplo ha ironizado Feyerabend, mera

⁶ Cfr. Horkheimer, M. y Adorno, Th. W. (1997/1947). *Dialéctica de la Ilustración. Fragmentos filosóficos*, Madrid, Trotta, en especial, p. 59.

pelusa epistemológica⁷. Sin embargo, el supuesto de la superioridad formal de la ciencia de las sociedades occidentales frente al conocimiento mítico, considerado éste por diversos autores como un tipo de conocimiento del todo inferior, primitivo, prelógico, prerracional o precientífico, resultaría de todo menos evidente o aproblemático⁸. De hecho, el supuesto de la superioridad formal de la ciencia frente al conocimiento mítico, en cuanto a sus concepciones, sus métodos o sus productos finales, nunca habría sido ni podría llegar a ser el resultado de ningún tipo de indagación realmente desinteresada o avalorativa. La ciencia, en cambio, debería entenderse más bien como una de las diversas formas de conocimiento desarrolladas por la humanidad. De modo que, como habrían mostrado diversos estudios de antropología, no existirían razones excesivamente fuertes para pensar que ésta es cualitativamente diferente y superior a las demás formas de cognición humana⁹.

Por otra parte, resulta que el debate entre la ciencia y el mito adquiere una mayor complejidad si se percibe que, en efecto, la ciencia y el mito podrían coincidir en muchos más aspectos y dimensiones de los que una mirada tan cómoda como superficial pudiera estar dispuesta a reconocer de buena gana. Lo que pretendo evidenciar aquí, por tanto, no es que todo en la ciencia sea mito y sólo mito sino que seguramente no se incurre en equívocos graves al mostrar el contenido mítico inserto de una manera casi irremediable en términos tales como el de conocimiento auténticamente objetivo o racional. De este modo, el mito del objetivismo consistiría en aquel mito que, por un lado, da a entender que no es un mito más entre otros alternativos y que, por otro lado, procura convertir tanto a los mitos como a las metáforas en objetos de clara indiferencia y menosprecio. Como por ejemplo han señalado Lakoff y Johnson, para quienes ciertamente participan del mito del objetivismo, los mitos y las metáforas nunca deben tomarse

⁷ Cfr. Feyerabend, Paul K. (1998/1992). *Ambigüedad y armonía*, Barcelona, Paidós, en especial, p. 67.

⁸ Cfr. Frazer, James George. (1951/1890). *La rama dorada*, México, FCE; Lévy-Bruhl, Lucien. (1951/1910). *Les Fonctions Mentales dans les Sociétés Inférieures*, París, PUF.

⁹ Cfr. Malinowski, Bronislaw Kaspar. (1978/1925). *Magia, ciencia y religión*, Barcelona, Ediciones de Bolsillo; Lévi-Strauss, Claude. (1992/1962). *El pensamiento salvaje*, México, FCE.

realmente en serio pues, se supone, éstos no son objetivamente válidos o verdaderos¹⁰. De igual modo, cabría preguntarse con Lizcano sobre si no es el mito de la ciencia sino una de las aportaciones más contundentes e intransigentes del imaginario occidental moderno al panorama mundial de los integrismos¹¹. De este modo, los científicos y técnicos expertos de las sociedades actuales vendrían a instituir algo así como una novedosa especie de sacerdocio formado genéricamente por hombres occidentales, blancos y de clase media-alta al servicio de los dogmas propios de lo que podría concebirse como la Iglesia Universal de la Ciencia. Pues de acuerdo con esta metáfora eclesial, como por ejemplo ha indicado Maffesoli, podría pensarse que el racionalismo triunfante haría del conocimiento científico poco menos que la nueva teología del mundo moderno¹².

En esta misma línea, no menos interesante resulta advertir que los discursos y las acciones de los científicos y técnicos expertos estarían siendo cuestionados en la actualidad de un modo ciertamente similar a como en otros tiempos y lugares habrían sido y seguirían siendo cuestionados los discursos y las prácticas religiosas. De este modo, si bien resulta muy razonable sostener que no vivimos en un mundo donde las versiones oficiales han dejado de ser totalmente creíbles, pues es casi evidente que éstas nunca lo habrían sido del todo para ahora dejar de serlo, debo puntualizar que lo que realmente pretendo expresar no es tanto una ruptura radical y contundente sino un lento proceso o un sutil desplazamiento de fuerzas o energías. Como indica el título de este apartado, el proceso transcurre, en primer lugar, de los mitos a la ciencia de los mitos y, en segundo lugar, de la ciencia de los mitos al mito de una ciencia libre de los mitos. En definitiva, el dogmatismo hacia las opiniones de los científicos y técnicos expertos hoy no se mostraría tan sólido como muestran determinadas imágenes más o menos cómodas, infantiles, ingenuas e ideológicas acerca de las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. Así, la poderosa tecnociencia se desprende progresivamente de su engañoso manto de

¹⁰ Cfr. Lakoff, G. y Johnson, M. (1998/1980). *Metáforas de la vida cotidiana*, Madrid, Cátedra, en especial, p. 229.

¹¹ Cfr. Lizcano Fernández, Emmánuel. (1993). «La ciencia, ese mito moderno», en *Claves de Razón Práctica*, 32, pp. 66-70.

¹² Cfr. Maffesoli, Michel. (1992). *La política y su doble*, México, UNAM, en especial, pp. 19 y 34.

inocencia y el silencio ya no sigue necesariamente a las opiniones de los especialistas. Pues como bien ha señalado Serres, no existiría un mito más puro que la idea de una ciencia libre de todo mito¹³. Pero entonces, cabría preguntarse acerca de qué puede estar sucediendo. Lo que puede estar sucediendo es que, debido a una multiplicidad de circunstancias sociales y de inercias históricas, tanto en el mundo académico en particular como en las sociedades actuales en general, la sospecha y la desconfianza también encontrarían un acomodo notable en relación con los discursos y las acciones de los diversos expertos.

De forma que una pregunta del todo sustantiva sería aquélla que interroga acerca de qué se sabe acerca de los mitos en general. En este sentido, lo cierto es que si los secretos más profundos que los mitos esconden ya han sido desvelados es algo que se me escapa casi por entero. Sin embargo, considero que si algo se sabe de los mitos, por mucho o poco que esto pueda parecer, es que éstos difícilmente son tales para quienes realmente participan de ellos y así los hacen ser lo que son. Se trataría, en cambio, de la forma más natural, correcta, útil y legítima de percibir la realidad del mundo social y natural. Como por ejemplo ha escrito Bateson, la credibilidad enorme de los mitos hace que éstos lleguen a resultar casi plenamente incuestionables. De modo que los mitos estarían tan insertos en el carácter humano que éstos se situarían incluso más allá de toda conciencia crítica¹⁴.

En consecuencia, si puede ser acertado pensar que toda sociedad participa de la gestación, el desarrollo y la consolidación más o menos consciente o intencional de sus propios mitos, no menos oportuno será sostener que todas las sociedades son en parte el resultado del padecimiento de aquéllos. De forma que no son tanto las personas particulares quienes poseen y dominan a los mitos sino que son más bien los mitos quienes poseen y dominan a las personas. De hecho, seguramente el mayor signo de identidad del mito no es tanto su edificación más o menos intencional o estratégica como su peculiaridad de escasa transparencia individual y colectiva. El resultado de este

¹³ Cfr. Serres, Michel. (1974). *La Traduction (Hèrmes III)*, París, Minit, en especial, p. 259.

¹⁴ Cfr. Bateson, Gregory. (1989/1987). *El temor de los ángeles*, Barcelona, Gedisa, en especial, p. 181. Tomado del trabajo: Moya, Carlos. (1992). «Límites de la sociología», en *Claves de Razón Práctica*, 25, pp. 41-47.

proceder es que el mito se crea y recrea, pero, sobre todo, se sufre y padece.

De igual modo, la eficacia de los mitos sería proporcional en sentido inverso al desenmascaramiento de la lógica y los mecanismos que los hacen posibles y que hacen de lo que es contingente y circunstancial algo necesario y universal. Con lo cual, cabe decir que la característica quizá más notable de la ideología de la representación consista, como por ejemplo ha denunciado Woolgar, en el hecho de generar algo así como una omisión, una amnesia y un autoengaño individual y colectivo acerca de la génesis histórica, social e ideológica de toda forma de cognición. De ahí que la meta fundamental consista en procurar persuadir a quien se habla o escribe que, en realidad, no está siendo persuadido y que la representación respectiva no es una representación más entre otras posibles, es decir, una representación histórica y socialmente posibilitada y condicionada, sino la única y fiel correspondencia con la auténtica verdad de las cosas¹⁵.

Pero, podría preguntarse, qué se sabe en realidad en las sociedades occidentales acerca del mito de la ciencia. Bien poco, cabe responder. De hecho, la mayor parte de las personas y de los grupos sociales ni siquiera sabe de su mera existencia. De modo que las sociedades occidentales antaño supieron mirar fuera de sus fronteras geográficas y cognitivas en búsqueda de lo otro y, así, dispusieron de un conocimiento en parte exótico, proporcionado sobre todo por la antropología, acerca de las religiones, los dioses y los rituales propios de las diversas comunidades tribales tenidas por primitivas o salvajes. Sin embargo, como por ejemplo han mostrado autores como Latour y Woolgar, lo cierto es que ante esta etapa histórica y analítica inicial lo que ha sucedido ha sido un tiempo en el que el interrogante no sólo se ha desplazado o ampliado sino que, en cierto modo, se ha visto invertido. Pues ya no son pocos quienes ahora fruncen el entrecejo frente a los mitos, las creencias y los prejuicios que, en efecto, podrían estar nutriendo las más íntimas y profundas concepciones occidentales acerca de qué conocimiento es o no auténticamente verdadero, correcto o válido¹⁶.

¹⁵ Cfr. Woolgar, Steve. (1991/1988). *Ciencia. Abriendo la caja negra*, Barcelona, Anthropos, en especial, pp. 45-56 y 149-168.

¹⁶ Cfr. Latour, B. y Woolgar, S. (1995/1979-1986). *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos*, Madrid, Alianza, en especial, pp. 23-24.

Por último, sin pretender detenerme en exceso en este tipo de cuestiones, cabría cuestionarse acerca de por qué deben estudiarse los mitos y vigilar, como se dice en *La República* de Platón, a sus respectivos forjadores¹⁷. La respuesta a este tipo de preguntas, claro está, no es nada sencilla. No obstante, considero que los mitos son capaces de engendrar tanto lo mejor como lo peor de la condición humana y, por tanto, entiendo que con este proceder seguramente podamos comprender y explicar un poco mejor tanto a nosotros mismos como a estos supuestos culturales que son los mitos.

De esta forma, queda bien claro que la ciencia cuyo objeto de estudio genérico y prioritario son las sociedades occidentales actuales puede ser definida, como por ejemplo la ha definido Elias, como una empresa que, tomando relativa distancia con las pulsiones emocionales primeras, orienta su quehacer sustantivo hacia la caza de las creencias, las ideologías y los mitos en general¹⁸. No obstante, expresada esta idea en clave ciertamente nietzscheana, de igual modo cabe señalar que semejante empresa resulta mucho más interesante y valiosa si ésta es lo suficientemente crítica y reflexiva para escarbar en el propio contenido ideológico y mítico que la vio nacer y que todavía hoy nutre sus fundamentos, su legitimidad y su derecho a existir¹⁹.

5. Las dos actitudes metodológicas

En términos generales, podría decirse que en este trabajo procuro llevar a buen término la difícil pero quizá conveniente empresa de estudiar de un modo científico el mito de la ciencia en las sociedades occidentales. De forma que este trabajo procura en cierto modo desnaturalizar o desfatalizar el mito de la ciencia y la tecnología en las sociedades occidentales actuales. Con lo cual, como por ejemplo diría Bourdieu, una de las tareas sociológicas más importantes consistiría en gran medida en procurar descosificar o desmitificar una realidad social definida por las falsas transcendencias para, en última instancia,

¹⁷ Cfr. Platón. (1996/1941). *La República o el Estado*, Madrid, Austral, en especial, libro segundo, XVII, 377c, p. 125.

¹⁸ Cfr. Elias, Norbert. (1995/1962). *Sociología fundamental*, Barcelona, Gedisa, pp. 59-84, en especial, p. 62.

¹⁹ Cfr. Nietzsche, Friedrich. (1997/1887). *La genealogía de la moral*, Madrid, Alianza, por ejemplo, sección 24, tratado tercero, pp. 190-193.

intentar devolver a los actores sociales el conocimiento y el dominio sobre una realidad social por ellos inicialmente creada y desencadenada pero más tarde instituida, olvidada y padecida²⁰.

Sin embargo, en este complejo pero quizá inexcusable viaje una dificultad bien sustantiva parece limitar el paso a nuestra particular embarcación. Esta dificultad notable puede ser representada de acuerdo con dos interrogantes más o menos diferenciados. El primero de ellos cuestiona acerca de qué se quiere significar cuando se sostiene que la sociología es la ciencia de lo social. El segundo interrogante, por su parte, cuestiona acerca de cómo la sociología debería estudiar la propia ciencia o, dicho en otras palabras, acerca de cuál debería ser la mejor forma de estudiar la naturaleza de los conocimientos científicos objetos de estudio de la propia sociología del conocimiento científico. En cierto modo, estos dos problemas pueden ser traducidos o ampliados a otros tantos interrogantes sustantivos. ¿En qué medida la sociología debería ser una empresa realmente científica? ¿Qué es la ciencia para la propia sociología del conocimiento científico? ¿Hasta qué punto debe el propio estudio de la ciencia ser, al mismo tiempo, científico? Pues cabría preguntarse acerca de si no se contribuye a una mayor consolidación del mito de la ciencia cuando se pretende estudiar el propio mito de la ciencia de un modo, también, científico. De modo que, podría preguntarse, no es acaso esta enormemente compleja empresa poco menos que paradójica o incluso contradictoria.

En esta línea, debo recordar que la difícil empresa de abordar con una actitud sociológica clara aquellos aspectos del propio quehacer sociológico tomados por genuinamente epistemológicos habría sido explicitada con relativa frecuencia y por muy diversos autores. De hecho, esta dificultad teórica, epistemológica y metodológica habría sido expuesta sobre todo por la sociología mertoniana de la ciencia y por la mayor parte de la sociología del conocimiento y de la ciencia norteamericana. De forma que, según se señala por ejemplo en la obra conjunta de Berger y Luckmann, incluir dentro de la sociología del conocimiento los problemas centrales de tipo epistemológico, filosófico o metodológico relativos, sobre todo, a la posible validez interna de las afirmaciones de la propia sociología del conocimiento supondría algo

²⁰ Cfr. Bourdieu, Pierre. (2002/1982). *Lección sobre la lección*, Barcelona, Anagrama, en especial, p. 61.

así como hacer frente a la tarea quizá poco fecunda y casi imposible de empujar el coche que uno mismo conduce²¹.

No obstante, como ya he indicado, un interrogante inicial acerca de las bases históricas y sociales del conocimiento científico de las ciencias naturales habría generado un interrogante posterior acerca de las bases históricas y sociales del conocimiento científico de la propia sociología del conocimiento científico. El argumento teórico de fondo lo he mostrado en el capítulo primero, por ejemplo al exponer y analizar la propuesta de la sociología del conocimiento mannheimiana. Sin embargo, ahora me ocuparé de las repercusiones metodológicas más importantes derivadas de éste. La posible contradicción o paradoja, por tanto, consistiría en que el propio proyecto de relativización epistemológica de la validez universal de los conocimientos de las ciencias naturales implicaría, como consecuencia de la poco menos que imperiosa necesidad lógica de mantener un mínimo de coherencia interna, la propia relativización epistemológica de la validez universal de los conocimientos de las ciencias sociales acerca del quehacer de las ciencias naturales²².

Esta peculiaridad de los enunciados de las nuevas orientaciones de la sociología del conocimiento científico, que cuestionando el estatuto epistemológico privilegiado de las ciencias naturales se ven casi forzadas a negar para sí mismas un estatuto epistemológico de igual modo diferencial, es lo que algunos investigadores sociales han denominado como el argumento del *tu quoque*, o del tú también. Pero no quiero continuar aquí con este muy complejo, resbaladizo y quizá poco productivo problema teórico de fondo sino sólo indicar que la respuesta metodológica respectiva puede presentarse en cierto modo desconcertante, en parte paradójica y en gran medida autocrítica y autorreflexiva. Pues ésta afirma por un lado el sí y por otro lado el no. Con ello quisiera expresar que, en términos muy generales, dos han sido y son las respuestas metodológicas más importantes dadas a este problema sustantivo.

²¹ Cfr. Berger, P. y Luckmann, Th. (1979/1966). *La construcción social de la realidad*, Buenos Aires, Amorrortu, en especial, p. 28.

²² Cfr. Ramos Torre, Ramón. (1993). «Una aproximación a las paradojas de la acción social», en Lamo de Espinosa, E. y Rodríguez Ibáñez, J. E. (1993). (Eds.). *Problemas de la teoría social contemporánea*, Madrid, CIS, pp. 435-471.

La opción metodológica primera, de una forma muy esquemática, sostiene que semejante empresa de indagación sociológica sí puede llevarse a cabo de un modo claramente científico. Esta posición metodológica primera, con la que, cuando menos en principio, me identifico en este estudio, debería ser no sólo crítica y reflexiva sino incluso notablemente autocrítica y autorreflexiva. Ésta puede quedar explicitada de acuerdo con unas palabras bien ilustrativas del llamado primer Wittgenstein, para quien determinados presupuestos iniciales pueden esclarecer porque quien asciende por medio de ellos al final los reconoce como absurdos, los supera y se encuentra a sí mismo en la necesidad imperiosa de arrojar la escalera después de haber subido por ella²³. Con lo cual, como bien se han percatado diversos autores, podría decirse que la crítica científica de la razón científica constituye un tipo de pensamiento socialmente necesario y conveniente. Pues qué duda cabe que el conocimiento científico del mundo social y natural demanda con mucha frecuencia de un mínimo de conocimiento científico sobre el sujeto cognoscente que al tiempo posibilita y limita dicho conocimiento científico. Pero esta misma crítica científica también representa un tipo de pensamiento tal vez formalmente imposible. Pues queda bien claro que la cascada de relativización, de ambivalencia y de reflexividad teórica quizá puede saberse dónde comienza pero difícilmente dónde puede encontrar un final²⁴.

En consecuencia, cabe decir que este estudio sociológico procura hablar con objetividad sobre qué significa hablar con objetividad. De modo que, téngase esta consideración bien presente, pues considero que resulta ciertamente esencial, la crítica que hago aquí del estatuto epistemológico privilegiado atribuido con mucha frecuencia a la ciencia actual en general no debe interpretarse como una actitud meramente reaccionaria, romántica, anti-ilustrada o anti-científica que niega por completo las muchas aportaciones socialmente sancionadas como positivas que la ciencia pudiera generar si no para la humanidad en general sí cuando menos para una parte muy importante de ésta. De manera bien diferente, como por ejemplo diría Bloor, debo precisar que la crítica científica de ciertas concepciones claramente ingenuas e

²³ Cfr. Wittgenstein, Ludwig. (1997/1921). *Tractatus logico-philosophicus*, Madrid, Alianza, en especial, 6.54, p. 183.

²⁴ Cfr. Lamo de Espinosa, Emilio. (1993-1994). «El relativismo en sociología del conocimiento», en *Política y Sociedad*, 14-15, pp. 21-33.

idealizadas acerca de la ciencia actual será realizada en gran medida a favor de una mejor ciencia, es decir, a favor de una ciencia más autocrítica y más autorreflexiva²⁵.

La opción metodológica segunda, opción ésta muy plausible o legítima pero de la que no participaré en este trabajo, constata sin embargo que en semejante obrar no debe procederse tanto de un modo científico sino acientífico. Este talante metodológico acientífico, que tiene mucho más de filosófico o artístico que de estrictamente anti-ilustrado o anti-científico, podría ser expuesto, por ejemplo, en virtud de las siguientes duras y bellas palabras de Nietzsche: «No existe, juzgando con rigor, una ciencia “libre de supuestos”, el pensamiento de tal ciencia es impensable, es paralógico: siempre tiene que haber allí una filosofía, una “fe”, para que de ésta extraiga la ciencia una dirección, un sentido, un límite, un método, un *derecho* a existir. [...] Nuestra fe en la ciencia reposa siempre sobre una fe metafísica — también nosotros, los actuales hombres del conocimiento, nosotros los ateos y anti-metafísicos, también nosotros extraemos *nuestro* fuego de aquella hoguera encendida por una fe milenaria, por aquella fe cristiana que fue también la fe de Platón, la creencia de que Dios es la verdad, de que la verdad es *divina*. [...] La ciencia misma *necesita* en adelante una justificación (con lo cual no se ha dicho en absoluto que exista una justificación para ella). Examinense, con respecto a esta cuestión, las filosofías más antiguas y las más recientes: falta en todas ellas una conciencia de hasta qué punto la misma voluntad de verdad necesita una justificación, hay aquí una laguna en toda filosofía —¿a qué se debe? A que el ideal ascético ha sido hasta ahora *dueño* de toda filosofía, a que la verdad misma fue puesta como ser, como Dios, como instancia suprema, a que a la verdad no *le fue lícito* en absoluto ser problema. ¿Se entiende este “fue lícito”?— La voluntad de verdad necesita una crítica —con esto definimos nuestra propia tarea—, *el valor* de la verdad debe *ser puesto en entredicho* alguna vez, por vía experimental»²⁶.

La actitud analítica científica, pues, parte del supuesto según el cual la sociología del conocimiento debe realizar el esfuerzo notable de

²⁵ Cfr. Bloor, David. (1998/1976). *Conocimiento e imaginario social*, Barcelona, Gedisa, en especial, pp. 23-26.

²⁶ Nietzsche, Friedrich. (1997/1887). *La genealogía de la moral*, Madrid, Alianza, sección 24, tratado tercero, pp. 190-193. Las cursivas son del autor.

intentar levantarse a sí misma, como tirándose de los pelos, de acuerdo con la paradoja del Barón de Münchhausen, para, en última instancia, procurar salir del pozo de las ciencias de primer orden y erigirse en un punto de vista en cierto modo privilegiado. De esta forma, la propia sociología debería esforzarse, hasta dónde y cómo le sea realmente factible, por ser capaz de pensar de un modo crítico y reflexivo hasta su propio pensamiento crítico y reflexivo. En cambio, la actitud analítica que he llamado *acientífica* proclama la posible ingenuidad, prepotencia e infructuosidad de tales pretensiones decididamente autocríticas o autorreflexivas puesto que, en definitiva, considera que no se debería ser al tiempo juez y parte. Esto es, que no debería hacerse de la ciencia tanto el objeto de estudio como el propio sujeto crítico y reflexivo del conocimiento. La actitud metodológica primera, de acuerdo con la cual, como digo, procuraré desarrollar esta investigación, puede ser definida como *fría*. Pues ésta pretende mostrar lo poco científico, por así decir, del propio quehacer científico. Para ello, decide proceder tal y como se supone que debe procederse cuando se procede de un modo estrictamente científico. En cambio, la actitud metodológica segunda, de igual modo respetable, plausible o legítima pero con la cual no me identifico en este trabajo, puede ser entendida como *caliente*. Pues ésta pretende alcanzar el mismo objetivo principal, esto es, el objetivo de comprender y explicar el quehacer científico y técnico en cuanto tal, sólo que, como he señalado, discrepando de los medios o los métodos a ser movilizados.

En consecuencia, si bien la concepción más habitual en la sociología entiende su trabajo como una práctica estrictamente científica, lo cierto es que la cuestión acerca de hasta qué punto nuestra propia investigación procede o debería proceder de acuerdo con tal concepción resulta tan compleja de resolver como aquella acerca de qué es o qué debería ser la propia ciencia en general. Sin embargo, responder de una manera más o menos precipitada a estos interrogantes seguramente sea algo que no debería realizarse de antemano. De hecho, no debería olvidarse que ni siquiera la propia sociología del conocimiento puede observar a las sociedades desde un hipotético espacio exterior, como ese imaginario punto de vista privilegiado que es el ojo de Dios, que, se supone, fuera del mundo lo observa todo, incluso a sí mismo. Pues resulta que de una forma irremediable la sociología también lleva a cabo su trabajo de observación e interpretación en el interior mismo de las sociedades que constituyen a

su vez su propio objeto de estudio. Lo cual significa que toda observación de segundo orden puede reproducir los mismos vicios y virtudes que una observación de primer orden. Pues, como por ejemplo ha mostrado Luhmann, toda observación de segundo orden permanece también contingente y arriesgada cuando se elige a qué se observa y con arreglo a qué distinciones y criterios principales se realiza dicha labor de observación²⁷.

En cualquier caso, y a modo de recapitulación, quisiera explicitar que me hago cargo de tales dificultades teóricas y metodológicas sustantivas, por supuesto que mostrándolas más que resolviéndolas de un modo rotundo o definitivo. Asimismo, me identifico cuando menos de momento con una de estas dos posiciones metodológicas posibles sin dejar que el escepticismo o el silencio, consecuencia hipotética ambos de las dificultades notables detectadas, se apoderen de todo lo existente, lo pensable y lo imaginable.

6. El principio de diferenciación

En todo caso, una de las realidades sociales más importantes a tener presente en este trabajo empírico consiste en que los distintos expertos y grupos sociales tanto de partidarios como de detractores de la libre proliferación mundial de los distintos productos transgénicos se sirven de un modo más o menos consciente o intencional de una clara diferenciación analítica entre, por un lado, las cuestiones sociales, políticas y económicas y, por otro lado, los aspectos, en principio, exclusivamente científicos y técnicos de esta misma controversia. De este modo, debo indicar que los principales actores sociales implicados partirían de un supuesto fundamental. Éste sostiene que las discusiones sociales, políticas y económicas pueden ser, en efecto, perfecta y nítidamente diferenciadas de las discusiones, en principio, genuinamente científicas y técnicas. En consecuencia, y aunque en la práctica pueda darse el caso de la existencia de determinadas personas y grupos para quienes esta diferenciación fundamental puede resultar algo artificial o cuestionable, queda claro que no por ello esta misma distinción deja de resultar con mucho un tipo de saber escasamente

²⁷ Cfr. Luhmann, Niklas. (1992/1991). *Sociología del riesgo*, Guadalajara, México, Universidad Iberoamericana, en especial, p. 270.

controvertido, esto es, un tipo de saber sólidamente estabilizado o dado por supuesto.

En este sentido, quisiera subrayar que, como por ejemplo ha mostrado Bachelard, la ciencia no procedería tanto acumulando afirmaciones positivas como acumulando una serie sucesiva de tensiones, rupturas y negaciones. Con lo cual, las teorías científicas no procederían propiamente por medio de la mera acumulación de los conocimientos tenidos por verdaderos o válidos sino más bien en virtud de la integración de las críticas que tienden a destruir la imaginería de las intuiciones y de las impresiones primeras. De forma que ésta sería, según Bachelard, la diferencia sustantiva entre la razón arquitectónica, propia de una filosofía positivista, lineal y acumulativa, y la razón polémica o dialéctica, que definiría a la llamada filosofía del no. Porque, en palabras de este epistemólogo, las intuiciones primeras que emanan del sentido común y de la ilusión de saber inmediato serían muy útiles y necesarias. Pues éstas servirían para acrecentar nuestro saber por medio de su rigurosa crítica y destrucción²⁸.

De modo que en esta investigación, y sobre la solidez inicial que proporciona esta diferenciación analítica fundamental, que en el transcurso del trabajo tornaré cuestionable y problemática, expongo y analizo las respectivas discusiones erigidas por los citados actores sociales implicados en este debate tanto, en primer lugar, en ese espacio de lo considerado estrictamente social, moral, religioso, político, legal o económico como, en segundo lugar, en ese otro espacio de lo tenido por exclusivamente científico y técnico. La finalidad sustantiva consistirá, por un lado, en mostrar la presencia de la tecnociencia en las sociedades y, de otro lado, en ilustrar la presencia quizá menos reconocida pero de igual modo relevante de las sociedades en el mundo supuestamente limpio y puro de la tecnociencia²⁹.

La investigación, pues, parte de la realidad social del principio de diferenciación entre el mundo de lo social y el mundo de lo científico y lo tecnológico. En consecuencia, el criterio principal del que me serviré

²⁸ Cfr. Bachelard, Gaston. (1940). *La Philosophie du Non*, París, PUF, p. 139. Tomado del trabajo: Bourdieu, P., Chamboderon, J-C. y Passeron, J-C. (2001/1973). *El oficio de sociólogo. Presupuestos epistemológicos*, Madrid, Siglo XXI, pp. 115 y 203.

²⁹ Cfr. Latour, Bruno. (1993/1991). *Nunca hemos sido modernos*, Madrid, Debate, por ejemplo, pp. 59 y 81.

para organizar la exposición de las diversas discusiones sociales y científico-técnicas particulares que conforman la controversia general sobre el conocimiento y la evaluación de las posibles consecuencias humanas y ambientales adversas derivadas de la libre proliferación mundial de los productos transgénicos se justificaría por la existencia de un doble movimiento descriptivo y analítico. Éste transcurre, en primer lugar, del mundo de la sociedad al mundo de la ciencia y la tecnología y, en segundo lugar, del mundo de la ciencia y la tecnología al mundo de la sociedad.

7. Los materiales

En particular, en lo que concierne a los diferentes materiales empíricos de los que me sirvo para exponer y analizar de un modo principalmente cualitativo las diversas discusiones particulares sobre las posibles consecuencias humanas y ambientales adversas derivadas de la libre proliferación mundial de los OMG, debo explicitar las consideraciones siguientes. En primer lugar, he de indicar que me sirvo de un gran número de los libros y de los artículos publicados por los científicos y técnicos expertos, o por quienes son reconocidos con frecuencia como tales, en las revistas sancionadas socialmente como científicas u oficiales. Para la selección de estos materiales bibliográficos de primer orden me he guiado, sobre todo, por los artículos concretos que citan de una manera explícita y reiterada los propios científicos y técnicos en controversia y, también, por la consulta de diversas bases de datos de ámbito tanto nacional como internacional. En segundo lugar, utilizo los libros de divulgación científica y técnica en general escritos por estos mismos especialistas o expertos. En tercer lugar, me sirvo de los libros reconocidos con frecuencia como no-científicos o no-oficiales y de los textos de opinión en general publicados en las revistas y en los periódicos de dominio público. En cuarto lugar, utilizo diversos materiales documentales o audiovisuales emitidos por televisión. En quinto lugar, me serviré de los muchos e interesantes recursos disponibles en la actualidad en Internet.

En este sentido, claro está, podría objetarse al respecto diciendo que, puesto que realizo un estudio principalmente sobre las discusiones científicas y técnicas en torno a las posibles repercusiones humanas y ambientales negativas derivadas de la libre proliferación mundial de los

OMG, quizá debería haberme limitado a los materiales empíricos realmente científicos, racionales u objetivos. Sin embargo, de acuerdo por ejemplo con la filosofía de la ciencia popperiana, se supone que la ciencia no debería centrarse tanto en cuestionar la fuente o la procedencia de los argumentos y las razones movilizadas como en procurar evaluar con rigor sistemático e imparcial los contenidos cognitivos de éstos y éstas. De igual modo, teniendo bien presente cómo el complejo ciencia y tecnología discurre mucho más allá de las paredes que limitan los múltiples laboratorios, me gustaría poner de relieve también que una de las cuestiones sociológicas quizá más sustantivas y complejas reside precisamente en cómo dilucidar, y con arreglo a qué criterios, qué posiciones, argumentos y experimentos son realmente científicos, racionales u objetivos.

Por último, en sexto lugar, he de constatar que un material empírico del que también me serviré en este trabajo, si bien esta vez de una forma indirecta, se refiere al conjunto de las quince entrevistas en profundidad de tipo semiestructural realizadas, en persona y por medio de Internet, a una pequeña parte del número casi inabarcable de científicos y técnicos expertos españoles que desarrollan su quehacer cotidiano en las distintas instituciones públicas y privadas, los múltiples centros de investigación, los diversos departamentos universitarios, los nuevos movimientos sociales o las muchas empresas relacionadas con los productos y las prácticas de la nueva ingeniería genética. En este sentido, he de expresar que la realización y el análisis de estas entrevistas representa sólo un modesto complemento metodológico. Ello se debe sobre todo, por un lado, a la desbordante cantidad y heterogeneidad del material empírico existente en formato de libros, artículos, informes, propaganda y documentos de todo tipo y, por otro lado, a la temprana saturación y circularidad percibida en los distintos discursos manifiestos y latentes en competencia. Éste sería, pues, el motivo principal que justifica la ausencia de unas referencias directas o explícitas a las transcripciones derivadas de este tipo de material empírico. Estas entrevistas, por tanto, estarían orientadas más a rastrear y capturar los posibles argumentos todavía por conocer y analizar, o a triangular los argumentos ya conocidos y reconocidos, que a buscar para luego descubrir y presentar en este trabajo determinados datos, estadísticas o porcentajes más o menos cuantificables y representativos.

Capítulo 3: Las controversias sobre la sociedad

En este capítulo tercero muestro sobre todo cómo los productos científicos y los artefactos tecnológicos generados con arreglo al que podría llamarse el paradigma dominante de la nueva ingeniería genética influyen de una manera notable en el devenir de las sociedades occidentales actuales. Para ello, en lugar de centrarme en el estudio de uno o dos casos más o menos aislados o excepcionales, presento y analizo en detalle los casos particulares más polémicos y relevantes que conforman la mayoría de estas discusiones sociales, políticas y económicas. En concreto, daré cuenta de aquellos problemas considerados como exclusivamente sociales, políticos o económicos para así mostrar más tarde que estas mismas discusiones sólo cobran auténtica relevancia, solidez o significatividad social si se dan por estabilizadas o zanjadas las cuestiones tenidas en principio como exclusivamente racionales o empíricas.

De este modo, presento y analizo una diversidad de tensiones sociales, políticas y económicas. Primero, las múltiples discrepancias internacionales en torno a la regulación política del problema de las posibles consecuencias humanas y ambientales negativas derivadas de la libre proliferación mundial de los distintos Organismos Modificados Genéticamente (OMG). Segundo, la controvertida apelación social y política al llamado principio de precaución, realizada ésta por ejemplo

tanto por la Unión Europea (UE) como por la Organización de las Naciones Unidas (ONU). Tercero, el Protocolo de Bioseguridad que forma parte del Convenio sobre Diversidad Biológica de la ONU. Cuarto, la polémica en torno al etiquetado detallado y obligatorio de los OMG. Quinto, la discusión sobre el sistema de patentes y sobre los respectivos derechos de propiedad intelectual. Sexto y último, la muy extendida y acalorada discusión en torno a las consecuencias más o menos positivas o negativas de los distintos alimentos transgénicos sobre los graves problemas del hambre y de la mala nutrición que, por desgracia, padecen muchas de las personas más pobres de los países menos industrializados o desarrollados del planeta.

1. La regulación política del problema

En este apartado primero, por tanto, expongo y analizo en detalle la regulación política del problema en relación con, primero, la utilización limitada o confinada en los mismos laboratorios y, segundo, la liberación voluntaria al mundo social y natural exterior de los distintos OMG. El objetivo general de este apartado, dicho con otras palabras, consiste pues en presentar una breve introducción al marco legal europeo que regula, cabría suponer en principio que del modo más justo y adecuado posible, los heterogéneos procesos de la investigación, la producción, la evaluación, la liberación y el comercio de los OMG. En concreto, de lo que se trata es de, en primer lugar, identificar aquellos aspectos que pudieran estar dificultando la obtención de un acuerdo dialogado sobre el régimen de regulación política más justo y adecuado. En segundo lugar, se trata de mostrar cómo la discusión social y política acerca de cuál es la regulación política más justa o adecuada sobre las condiciones de la investigación, la producción, la evaluación y el comercio de los distintos productos transgénicos depende en gran medida de determinadas discusiones que son, en principio, exclusivamente científicas y técnicas.

I

Para comenzar, cabe advertir que desde 1990 las cuestiones relacionadas con las técnicas de la nueva ingeniería genética han estado reguladas en la UE de acuerdo con dos directivas fundamentales. Estas dos directivas son, por un lado, la Directiva 90/219 CEE, relativa a la utilización confinada en los laboratorios de los OMG y, por otro lado,

la Directiva 90/220 CEE, relativa a la liberación intencional al mundo social y natural exterior de los OMG. En términos generales, la directiva comunitaria introduce una serie de innovaciones importantes. En primer lugar, regula la técnica y no sólo el producto, como ocurre en otras regiones del mundo, como en los casos de EEUU o Japón. En segundo lugar, además de hablar de riesgos, introduce también el concepto novedoso de incertidumbre científica. En tercer lugar, como consecuencia de la incorporación de dicho concepto de incertidumbre científica, la legislación comunitaria apela al llamado principio de precaución. En lo que sigue, por tanto, describo y analizo estas tres características generales que, en cierto modo, expresan los aspectos más sustantivos de la legislación europea en materia de los OMG¹.

No obstante, quede claro que, como bien cabría imaginar, con anterioridad a la publicación y entrada en vigor de estas dos directivas comunitarias la situación en los distintos países de la UE difería de una manera significativa. Por un lado, por ejemplo, en el Reino Unido y en Dinamarca ya tenían en vigor regulaciones sobre la nueva ingeniería genética. Por otro lado, en países como Alemania o Países Bajos todavía las tenían en proceso de elaboración. La ley noruega, por su parte, instaba a que todas las aplicaciones de la nueva ingeniería genética promovieran un desarrollo sostenible y ofrecieran determinados beneficios sociales. La ley austriaca, en este caso, demandaba que tales aplicaciones procedieran en paralelo con las instituciones y las convenciones sociales y que, en este sentido, éstas siempre fueran socialmente sostenibles. Debe señalarse que, además, el Parlamento Europeo propuso, durante el periodo de tramitación de estas dos directivas, la ampliación del alcance de éstas demandando, en concreto, evaluaciones de costes y beneficios para cada una de las propuestas de liberación al medio ambiente de los OMG. Sin embargo,

¹ En este sentido, debería tenerse presente que los diversos sistemas de regulación política son con mucha frecuencia objeto de sustituciones totales o transformaciones notables en periodos de tiempo relativamente cortos. Sin embargo, este hecho no incide en exceso en la meta principal para este apartado primero, consistente en mostrar cómo la discusión exclusivamente política acerca de cuál es el sistema de regulación más justo o adecuado sobre los distintos productos transgénicos depende en gran medida de determinadas discusiones, en principio, exclusivamente científicas y técnicas.

la Comisión de la UE finalmente decidió rechazar este tipo de propuestas.

Sin lugar a dudas, diversas cuestiones y problemas pudieron contribuir, en mayor o en menor grado, al surgimiento de la necesidad o la conveniencia de regular de manera política la liberación voluntaria de los OMG. De hecho, uno de estos elementos desencadenantes pudo ser el representado por un tipo de argumento que, al margen de toda discusión, por así decir, estrictamente científica o técnica, ponía de manifiesto la necesidad de tener en cuenta las profundas implicaciones éticas y religiosas que pueden plantear las técnicas de la nueva ingeniería genética. De este modo, para diversos sectores conservadores de las sociedades actuales, y no me refiero de una forma exclusiva al integrismo religioso, manipular genes empleando este tipo de técnicas con la finalidad prioritaria de producir alimentos vegetales o animales incidiría de lleno en la esencia misma de la vida. Porque, se sostiene con relativa frecuencia, con estas nuevas prácticas científicas y técnicas se estaría procediendo a la transformación de la propia esencia de la vida y a la alteración degradante de lo que representa la más pura de las perfecciones. En suma, con las técnicas de la nueva ingeniería genética, se critica, se estaría jugando a ser Dios. En virtud de consideraciones de este tipo, por tanto, se estaría advirtiendo de la conveniencia de trazar ciertas restricciones éticas y normativas al conjunto de las diversas prácticas asociadas a la investigación, la producción y el comercio de los OMG².

De manera similar, la necesidad de regular de un modo político las cuestiones relativas a los productos transgénicos pudo surgir también de una creciente conciencia ambiental ya existente desde la Conferencia de Estocolmo de 1972. De esta forma, la Comisión Europea, ante la variedad de posiciones tanto sociales como científicas o técnicas y ante la conveniencia manifiesta de establecer una legislación común apropiada, decidió desarrollar unos proyectos de directiva. Estos proyectos de directiva, como he señalado, estaban orientados al establecimiento de ciertas normas para, en primer lugar, regular el uso de los organismos transgénicos en condiciones de

² Cfr. Rifkin, Jeremy. (1979/1977). *¿Quién suplantarán a Dios?*, Madrid, Edaf; Fukuyama, Francis. (2003/2002). *El fin del hombre. Consecuencias de la revolución biotecnológica*, Madrid, Punto de Lectura.

confinamiento en los laboratorios y, en segundo lugar, regular la liberación voluntaria al medio ambiente de los OMG.

De este modo, la respectiva propuesta de directiva fue publicada en 1988 por la Comisión Europea. Con posterioridad, dicha directiva fue aprobada en el año 1990 y adoptada a finales de 1991. La Directiva 90/220, en concreto, fue defendida por la DG XI (Protección Civil y del Medio Ambiente). En cambio, la DG III (Industria), la DG VI (Agricultura) y la DG XII (Investigación y Desarrollo Tecnológico) manifestaron sus recelos ante la propuesta de este sistema de regulación. En este caso, por ejemplo, podría pensarse a primera vista que el conflicto pudo reflejar la existencia de unos intereses políticos, económicos y profesionales ciertamente divergentes entre, por un lado, los consumidores y los nuevos movimientos ecologistas y, por otro lado, los grupos empresariales, el sector agrario y ganadero y parte de la comunidad científica y tecnológica.

En principio, el propósito principal perseguido por el texto comunitario consiste en proteger la salud humana y el medio ambiente del posible riesgo asociado a las prácticas de la nueva ingeniería genética. De este modo, se insta a los Estados miembros, por una parte, a que implanten medidas reglamentarias relativas a la diseminación de los OMG y, por otra parte, a que éstos constituyan unos órganos competentes que realicen las evaluaciones de los riesgos y a que se encarguen de las inspecciones correspondientes. De igual modo, la directiva comunitaria prevé que los diferentes órganos estatales competentes intercambien información sobre la diseminación de los distintos productos transgénicos con aquellos órganos integrados en la Comisión Europea.

En cualquier caso, en la Directiva 90/220 los OMG son definidos como aquellos organismos cuyo material genético ha sido modificado de una manera que no acaece ni en el apareamiento ni en la recombinación naturales. Pero, más allá de esta definición, lo cierto es que uno de los supuestos más importantes sobre los que pivota la legislación comunitaria en materia de la nueva ingeniería genética se refiere, de hecho, a la existencia de un riesgo específico relativo a la investigación, la producción y el comercio de los OMG. De momento, pondré de relieve que este supuesto fundamental podría contradecir, en principio, las declaraciones realizadas en 1986 por el grupo de expertos nacionales en materia de seguridad biotecnológica de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE). Pues según

había constatado el correspondiente grupo de expertos de la OCDE: «No existe base científica para una legislación específica que regule el uso de organismos de ADN^r» (Consejo de la OCDE, a 16 de julio de 1986)³.

En concreto, cabe decir que la Comisión Europea aprobó en 1997 el comercio, que no el cultivo, del denominado maíz transgénico Bt (Decisión 97/99/CEE). No obstante, el comercio de este producto transgénico específico fue aprobado contra la opinión de 13 de los 15 Estados miembros representados por sus respectivos ministros de medio ambiente. En esta línea, debo explicitar que, en abril de 1997, el Parlamento Europeo condenó en términos muy duros tanto lo irregular del proceso de aprobación del maíz transgénico como la supuesta falta de responsabilidad de la Comisión. Ésta, de forma unilateral, habría adoptado la decisión de autorizar el comercio del mencionado maíz Bt, pese a las posiciones negativas de la mayoría de los Estados miembros y del propio Parlamento Europeo. Con posterioridad, además del maíz *Bacillus thuringiensis* (maíz Bt) de la empresa transnacional Novartis, más tarde llamada Syngenta, en la UE también se ha autorizado la importación de soja transgénica para su procesado como ingrediente en la elaboración de diversos alimentos. La Comisión Europea, de acuerdo con la Directiva 90/220, también habría aprobado el comercio de otros OMG como algunas variedades de tabaco, colza, o achicoria.

En el caso específico de España, de acuerdo con la Directiva 90/220 de la UE, se ha autorizado el cultivo y el comercio de algunos productos transgénicos. Tal es el caso del comentado maíz Bt (BOE 133 de 4 de junio de 1994). De esta forma, por tanto, cabe subrayar que España se habría convertido en el único país de la UE donde se ha autorizado tanto el cultivo como el comercio del citado maíz transgénico Bt.

Por otro lado, decir que la UE ha reafirmado varias veces y de una manera conjunta la moratoria *de facto* que desde el año 1998 viene regulando la aprobación de los nuevos OMG. De hecho, EEUU, junto a otros países como Canadá y Argentina, habría denunciado ante la Organización Mundial del Comercio (OMC) la moratoria de la UE en relación con el comercio de estos nuevos OMG (13 de mayo de 2003).

³ Cfr. OCDE-OECD. (1993). *Safety Evaluation of Foods Derived by Modern Biotechnology. Concepts and Principles*, París, OCDE.

Los motivos oficiales que habrían provocado esta denuncia ante la OMC habrían sido de diversa naturaleza. En primer lugar, se denuncia la existencia de unos obstáculos comunitarios que habrían impedido de manera muy injusta la aprobación de los nuevos alimentos transgénicos y que, por tanto, habrían atentado de forma grave contra la libertad de comercio internacional de los diversos productos. De hecho, estos obstáculos habrían ocasionado la pérdida de mercado para una gran parte de las exportaciones norteamericanas de nuevos OMG. En segundo lugar, se acusa de la inexistencia de una justificación científica y técnica clara y sólida de semejante decisión política y económica. Por último, en tercer lugar, el gobierno norteamericano habría denunciado la escasa solidaridad de los gobiernos europeos en relación con las necesidades más elementales y urgentes de alimentación de las personas más pobres y hambrientas del planeta. Quien fuera por entonces el Representante de Comercio de EEUU, Robert Zoellick, señaló por ejemplo lo siguiente: «El peligroso efecto de la moratoria en la UE se ha vuelto desgraciadamente muy claro el pasado año cuando varios países africanos afectados por la hambruna rechazaron ayuda alimentaria estadounidense debido a miedos infundados en retórica irresponsable sobre seguridad alimentaria»⁴.

En todo caso, debe tenerse presente que en el Anexo II de la Directiva 90/220 de la UE se especifica la información exigida para la evaluación de los posibles riesgos adversos asociados a los nuevos OMG. Esta información consistiría así en esclarecer de un modo científico y técnico riguroso qué probabilidad existe en torno a que determinados riesgos acontezcan en la realidad. En consecuencia, se supone que esta información debería ser realizada y comunicada por las diversas empresas solicitantes a las entidades políticas reguladoras respectivas. De forma que la información solicitada se referiría a diferentes aspectos. En primer lugar, la información sobre las características genéricas de los OMG. En segundo lugar, la información sobre las condiciones de la posible diseminación en relación con la salud humana y el medio ambiente. En tercer lugar, las condiciones de supervivencia y reproducción de los nuevos OMG. No obstante, este anexo fue reemplazado en 1994 por la Directiva 94/15.

⁴ La cita se ha tomado del trabajo: Amigos de la Tierra International. (2003). *¡Paren de jugar con el hambre!*, a 23 de mayo de 2003, p. 2.

En este contexto, ha de señalarse también que, de acuerdo con la primera innovación introducida por la directiva comunitaria, uno de los primeros forcejeos se situaría en torno a si lo que debería ser objeto de una regulación política serían, o bien los OMG particulares, o bien las técnicas específicas empleadas en su elaboración. Con lo cual, debe tenerse presente que el objeto de la regulación política en la UE es la nueva ingeniería genética como técnica. Es decir, que lo que se regula de un modo más específico es la técnica relativamente al margen de los diversos productos concretos a los que ésta pudiera dar lugar. El tratamiento es por tanto horizontal y la regulación política afecta a distintos sectores económicos y productivos.

En cambio, en lugares como EEUU se habría optado por un tratamiento de tipo vertical. En este caso, por tanto, lo que se tiene en cuenta son los productos en sí mismos y los posibles riesgos específicos a ellos asociados al margen, pues, de los procesos científicos y técnicos de producción respectivos. De este modo, en EEUU las autoridades farmacéuticas controlan los productos médicos; las de consumo, los productos alimenticios; las agrarias, los productos fitosanitarios y las nuevas variedades de plantas. Este tratamiento vertical se conoce con el lema de a cada puerta su llave, o *one door one key*. Es decir, a cada producto concreto su régimen particular de regulación política. De acuerdo con este régimen de regulación vertical, por tanto, tanto los productos elaborados por medio de la nueva ingeniería genética como los productos convencionales son tratados de igual modo. Sin entrar en mayor detalle, cabe poner de relieve de momento que en relación con la necesidad de una regulación vertical, de los productos, o de una regulación horizontal, de las tecnologías o de los procesos de producción, no resulta muy sencillo establecer sólidos puntos de encuentro. Para unos, como he ilustrado, los productos finales deberían evaluarse en relación con la calidad, la seguridad y la eficiencia de los mismos. Lo cual se supone que constituye un filtro muy eficaz contra los productos potencialmente perjudiciales. Para otros, sin embargo, no sólo los productos finales sino también las tecnologías empleadas en las fases de la investigación y la producción deberían ser vigilados, controlados y ser objeto de una regulación política específica o diferencial.

Otra de las innovaciones de la normativa europea, como dije al inicio de este apartado, es la apelación al principio de precaución. Como expondré y analizaré en detalle más adelante, cabe decir de

momento que este principio sostiene en términos muy generales que la inacción política reguladora no estará plenamente justificada por la ausencia de una certidumbre científica fuerte en relación con el conocimiento de determinados productos o prácticas potencialmente muy nocivas para la salud humana o el medio ambiente. Sin embargo, debo constatar aquí que el marco legal europeo desarrolla un espacio paralelo donde sí es posible el desarrollo de las denominadas nuevas tecnologías del ADN. En concreto, la directiva comunitaria incorpora el principio de precaución por mediación de otros dos principios principales.

El primero de estos principios se denomina principio paso por paso. En general, éste demanda que la liberación voluntaria en el medio ambiente de los OMG se realice y se evalúe, como indican las palabras, paso por paso. De esta forma se solicita una cierta seguridad en los pasos anteriores respectivos para poder llevar a efecto los pertinentes pasos ulteriores. La liberación en el medio ambiente de los organismos transgénicos debería realizarse así según un proceso gradual orientado hacia la garantía en la protección de la salud humana y el medio ambiente en cada una de las fases. En consecuencia, el procedimiento paso por paso podría entenderse como una forma de asegurar el proceso gradual de aprendizaje sobre aquellos peligros potenciales en situaciones de incertidumbre científica.

El segundo principio se denomina principio caso por caso. Éste establece que las autorizaciones se concederán, como cabría imaginar, caso por caso. Este segundo enfoque implica, por tanto, que cada nuevo OMG debería someterse al proceso completo de evaluación, autorización y regulación. El principio caso por caso, en concreto, habría sido defendido por la mayoría de los expertos en ecología alegando que, cuando menos en este contexto, las generalizaciones científicas sobre el comportamiento de las diferentes especies vegetales y animales carecen de una sólida justificación racional o experimental.

De este modo, el compromiso adoptado por las diferentes posiciones en cuanto a la necesidad de regular las técnicas de la nueva ingeniería genética, y los productos a ella asociados, habría conducido a la aprobación de estas dos directivas comunitarias. Sin embargo, la controversia desatada en torno a la regulación política de la libre proliferación mundial de los distintos productos transgénicos de ningún modo parecía finalizar. De manera bien diferente, por ejemplo, en 1990 el grupo de interés *Senior Advisory Group on Biotechnology* (SAGB)

se dedicó a criticar con mucha dureza la política comunitaria en relación con las técnicas de la nueva ingeniería genética. Según el SAGB, pues, la Comisión debió incrementar la financiación económica de la investigación en el campo disciplinar de la nueva ingeniería genética, moderar su severa regulación política, asegurar los derechos de propiedad intelectual sobre las innovaciones y, por último, esforzarse en atemperar la creciente oposición pública en la UE respecto a los OMG.

Por otro lado, la DG III (Industria) también criticó las dos directivas comunitarias en nombre de una mayor competitividad industrial. De este modo se valoraba de una manera muy positiva los modelos mucho menos reglamentarios y más flexibles por los que habían apostado otros países como EEUU o Japón. De forma que para el sector industrial en general la regulación comunitaria de la nueva ingeniería genética resultaría claramente injusta y discriminatoria. Pues, se argumenta, para que una industria nacional resulte realmente competitiva en el mercado internacional la regulación no debería ser más severa en estos países que en el resto de los países competidores. En suma, se sostiene que la legislación europea en materia de los OMG debería sufrir unas transformaciones notables si no se quiere que, por ejemplo, los agricultores y los ganaderos de la UE se encuentren en una clara situación de desventaja competitiva en relación con los agricultores y los ganaderos de otros países como EEUU o Japón. El núcleo del mensaje advierte así de las muchas oportunidades sociales y económicas a las que se renuncia cuando se renuncia al tren del progreso científico en general y al tren de la nueva ingeniería genética en particular. Como por ejemplo ha señalado Esteban Alcalde, un ingeniero agrónomo que trabaja para la empresa de la nueva biotecnología Novartis Seeds: «Una vez más parece que vamos a perder el tren de la ciencia. Esperemos que nuestras autoridades sean conscientes de las oportunidades que ofrece la biotecnología y se supere esta situación anómala»⁵.

No obstante, como resulta poco menos que obvio, los marcos legales casi nunca permanecen impasibles ante el discurrir del tiempo y la transformación tanto de los sujetos políticos reguladores como de los

⁵ Cfr. Alcalde, Esteban. (1997). «Maíz autoprotegido contra el taladro», en *Vida Rural*, 50, pp. 36-37. La cita es de la p. 37.

productos o las prácticas objeto de las respectivas regulaciones. Las leyes, si se me permite, también nacen, crecen, se transforman y desaparecen. En febrero de 2001, por ejemplo, el Parlamento Europeo aprobó el texto final de la nueva Directiva 32/2001, que derogaba la anterior Directiva 90/220. En cualquier caso, los rasgos más importantes de esta nueva norma en materia de liberación intencionada en el medio ambiente de los OMG no serían en exceso significativos por novedosos. Sin embargo, entre ellos podrían destacarse las características siguientes. En primer lugar, se reafirma la vigencia del principio de precaución así como la idoneidad de los respectivos procedimientos caso por caso y paso por paso. En segundo lugar, se hace expresa la obligación del seguimiento de los respectivos transgénicos tras su acceso al libre comercio. En tercer lugar, la nueva directiva contiene criterios generales sobre el etiquetado y la rastreabilidad de los OMG. En cuarto lugar, se afirma la obligación de consultar a aquellos ciudadanos que puedan haber sido afectados de una manera negativa por la liberación intencionada de los OMG. En quinto lugar, se señala que los genes marcadores de resistencia a los antibióticos se eliminarán de modo gradual. En sexto lugar, la nueva directiva comunitaria advierte de la obligación de tener bien presentes, en relación con la necesaria evaluación de los posibles riesgos adversos, los potenciales efectos acumulativos a medio y a largo plazo asociados a la interacción de los distintos productos transgénicos con la salud humana y el medio ambiente.

Sin embargo y en cualquier caso, a pesar de la aparente coyuntura adversa que prevalece en la UE en relación con la libre proliferación de los OMG, cabe constatar que se prosigue con las investigaciones tanto en las compañías productoras de las semillas como en los organismos públicos de investigación. De hecho, lo mismo ocurriría tanto en los departamentos de muchas universidades como en los centros de Investigación y Desarrollo (I+D). En la mayor parte de los casos éstas se realizarían en condiciones de laboratorio. En menor grado éstas tendrían lugar en los denominados campos confinados.

II

Como he mostrado en este apartado, una de las discusiones sociales y políticas más importantes en torno a la regulación política en la UE en materia de la utilización confinada en los laboratorios y la liberación voluntaria en el mundo social y natural exterior de los OMG se centra

en hasta qué punto debería hablarse o no de unos riesgos inherentes o específicos asociados a las técnicas de la nueva ingeniería genética. Por un lado, para las personas y los grupos sociales partidarios de la libre proliferación mundial de los OMG, en ningún caso debería hablarse de unos riesgos inherentes o específicos relativos a este tipo de productos y prácticas. Por otro lado, en cambio, para las personas y los grupos sociales detractores de la libre propagación mundial de los alimentos transgénicos, la tesis que he enunciado ahora carecería de cualquier fundamento racional o experimental. Pues, como las propias entidades empresariales acostumbrarían a sostener en público, si para algo concreto se han creado y desarrollado estos mismos productos y prácticas es para hacerlos significativa o cualitativamente diferentes a los alimentos tradicionales.

En este sentido, una de las conclusiones a las que cabría llegar de momento es que el problema social y político en torno a cuál es el régimen de regulación política más justo y adecuado sobre las condiciones de la investigación, la producción, la evaluación y el comercio de los distintos productos transgénicos depende de una manera notable de la discusión en principio exclusivamente científica y técnica sobre hasta qué punto debería hablarse de unos riesgos específicos o intrínsecos relativos a los diversos OMG. Porque, se entiende, sólo después de saber con seguridad que los alimentos transgénicos pueden o no incorporar una serie de riesgos humanos o ambientales adversos específicos cabría pensar en la idoneidad o no de adoptar un régimen de regulación política de igual modo particular o específico. De esta manera, puede concluirse diciendo que esta discusión social y política particular sólo parece cobrar una auténtica relevancia social cuando se da por zanjada o estabilizada la respectiva discusión científica y técnica. Es decir, que en principio el debate genuinamente social y político comenzaría con mucha más fuerza sólo allí donde finalizaría el respectivo debate científico y técnico sobre el diagnóstico de las posibles consecuencias humanas y ambientales adversas derivadas de la libre proliferación mundial de los OMG. Por supuesto, debe precisarse, el principio político de precaución nos mostrará con cierta claridad que pueden tomarse unas medidas políticas muy importantes en aquellas situaciones definidas en gran medida por la incertidumbre científica. No obstante, como también indicaré más adelante, cabe interrogarse por ejemplo acerca de si la mayoría los científicos y técnicos expertos implicados en la controversia sobre el

conocimiento de las posibles repercusiones humanas y ambientales negativas derivadas de libre circulación mundial de estos nuevos productos y prácticas están realmente dispuestos a reconocer en público la existencia de una inequívoca situación de incertidumbre científica.

2. El principio de precaución

En el apartado primero he subrayado que, desde el año 1990, las cuestiones relacionadas de una forma directa con las técnicas de la nueva ingeniería genética han sido reguladas políticamente en el caso de la UE de acuerdo con, por un lado, la Directiva 90/219 CEE, relativa a la utilización limitada o confinada de los productos transgénicos en los laboratorios o en los diversos lugares de experimentación y, por otro lado, la Directiva 90/220 CEE, relativa ésta a la liberación intencional en el mundo social y natural exterior de los OMG. En el apartado primero he señalado también que, en términos generales, la directiva comunitaria introduce tres innovaciones que, considero, son ciertamente fundamentales. En primer lugar, esta directiva regula la técnica y no sólo el producto, como ocurre en otros territorios como EEUU o Japón. En segundo lugar, además de hablar de riesgos, introduce también el en parte novedoso concepto de incertidumbre científica. En tercer lugar, y como consecuencia de la introducción de dicho concepto de incertidumbre científica, la legislación europea apela también al principio de precaución.

En lo que ahora sigue, y después de esta introducción al marco legal europeo, describo y analizo con cierto detalle esta tercera característica principal de la normativa comunitaria en relación expresa con el debate desatado en torno a los OMG. De forma que en este apartado segundo muestro y analizo el problema de la apelación política al principio de precaución en relación directa con la controversia sobre las posibles consecuencias humanas y ambientales adversas derivadas de la libre proliferación mundial de los OMG⁶. Con ello, procuro llevar a buen término dos objetivos principales. En primer lugar, intento mostrar hasta qué punto la apelación social y política al principio de precaución depende de cuestiones, en principio,

⁶ Cfr. Sempere, J. y Riechmann, J. (2000). *Sociología y medio ambiente*, Madrid, Síntesis; Riechmann, J. y Tickner, J. (2002). (Eds.). *El principio de precaución en medio ambiente y salud pública. De las definiciones a la práctica*, Barcelona, Icaria.

estrictamente científicas y técnicas. En segundo lugar, pretendo identificar aquellos elementos o aspectos que entorpecen o dificultan de una manera notable que este principio sea universalmente conocido y reconocido como la herramienta política más justa y adecuada para la regulación política del movimiento transfronterizo de los distintos OMG.

I

En primer lugar, en un tono más teórico que específicamente reglamentario, cabe señalar que para la gestión política de los posibles costes laterales o las posibles externalidades negativas del actual sistema de producción capitalista o de libre mercado, por ejemplo en relación con el problema específico en torno a la imputación de las responsabilidades correspondientes, podría procederse de acuerdo con tres modalidades principales. De este modo, bien por un lado puede no procederse, bien por otro lado puede procederse con políticas compensatorias, o bien por último puede actuarse de acuerdo con determinadas políticas preventivas o precautorias. De forma que, o bien se procede no procediendo, actitud ésta que está representada en gran medida por la estrategia liberal o neoliberal. O bien se procede de acuerdo con políticas orientadas hacia la gestión de los daños ya producidos y a la atribución de las responsabilidades directas por las acciones realizadas. O bien se procede al diseño y la aplicación de unas políticas orientadas hacia la reducción de los posibles riesgos y a la atribución de las responsabilidades indirectas por omisión o inacción⁷.

En segundo lugar y en esta misma línea, cabe poner de relieve que una de las distinciones analíticas quizá más importantes a tener en cuenta consiste en aquélla que puede trazarse entre los conceptos de prevención y precaución o, de modo similar, entre los conceptos de riesgo e incertidumbre. Es casi obvio que en ciertas ocasiones las fronteras se tornan algo borrosas o frágiles, sin embargo, como han propuesto diversos autores, el concepto de prevención debería enmarcarse sobre todo en el ámbito de la probabilidad, el cálculo, la racionalidad científica y la evidencia empírica. De manera paralela,

⁷ Cfr. Jonas, Hans. (1997/1985). *Técnica, medicina y ética. Sobre la práctica del principio de responsabilidad*, Barcelona, Paidós; Jonas, Hans. (1995/1979). *El principio de responsabilidad. Ensayo de una ética para la civilización tecnológica*, Barcelona, Herder.

podría decirse que lo mismo debe hacerse en relación con el concepto relativamente novedoso de riesgo⁸. En cambio, como por ejemplo habría señalado Wynne, los conceptos de precaución y de incertidumbre científica deberían movilizarse más bien cuando básicamente se desconoce el comportamiento específico de los distintos sistemas y cuando resulta muy complejo asignar unas probabilidades poco controvertidas en relación con las posibles consecuencias negativas derivadas de la introducción o la implantación de determinados productos o prácticas⁹.

De forma que la precaución se invocaría, por tanto, cuando en un entorno de incertidumbre científica resulta muy complejo apelar a la prevención para la gestión adecuada de aquellas consecuencias potencialmente muy dañinas, muy costosas de solventar o incluso en gran medida irreversibles. El problema quizá más sustantivo se presenta, entonces, cuando las causas de los daños son inciertas en

⁸ Cfr. Beck, Ulrich. (1998/1986). *La sociedad del riesgo. Hacia una nueva modernidad*, Barcelona, Paidós; Beck, Ulrich. (1998/1988). *Políticas ecológicas en la edad del riesgo. Antídotos. La irresponsabilidad organizada*, Barcelona, El Roure; Luhmann, Niklas. (1992/1991). *Sociología del riesgo*, Guadalajara, México, Universidad Iberoamericana.

⁹ No obstante, de acuerdo con una pertinente propuesta conceptual de Wynne, podrían distinguirse y analizarse cuatro tipos fundamentales de incertidumbre científica. En primer lugar, el riesgo, propio sobre todo de aquellas situaciones en las que se cree conocer tanto los parámetros de una actividad concreta como la distribución de las probabilidades de los sucesos posibles. En segundo lugar, la incertidumbre en sentido restringido, donde se desconocen las probabilidades de los comportamientos pero se supone conocer los parámetros principales del sistema. En tercer lugar, la ignorancia, propia de aquellas situaciones donde se desconocen tanto las probabilidades como los parámetros más importantes y donde, por tanto, se desconoce precisamente aquello que se desconoce. Por último, en cuarto lugar, la indeterminación, donde las cadenas o las redes causales están básicamente abiertas y donde, en última instancia, la propia ignorancia permanece mayormente ignorada. Claro que, como bien precisa este mismo autor, estos cuatro tipos fundamentales no representarían distintos momentos o niveles progresivos en una escala objetiva que iría desde los niveles más bajos a los niveles más altos de la incertidumbre científica. Pues resulta que el riesgo, la incertidumbre, la ignorancia y la indeterminación serían distintos tipos de la incertidumbre científica genérica que con mucha frecuencia se relacionan, se implican y se superponen los unos a los otros. Cfr. Wynne, Brian. (1997/1992). «Incertidumbre y aprendizaje ambiental. Reconcebir la ciencia y la política en un paradigma preventivo», en González García, M. I., López Cerezo, J. A., Luján López, J. L. (1997). (Eds.). *Ciencia, tecnología y sociedad. Lecturas seleccionadas*, Barcelona, Ariel, pp. 161-183, en especial, pp. 163-168.

términos de racionalidad científica y, por tanto, cuando se torna muy complejo aplicar una lógica preventiva para la gestión adecuada de los posibles daños humanos o ambientales¹⁰.

En cualquier caso, quisiera poner de relieve que el principio político de precaución surgió y se consolidó sobre todo en algunos países del continente europeo como consecuencia de identificar los diversos problemas asociados a los principios jurídicos de presunción de culpabilidad y de presunción de inocencia. De este modo, cabe recordar que el principio de presunción de inocencia se presenta como uno de los mayores logros del Estado de Derecho. De manera que este principio representa una de las estrategias políticas posibles de las que se sirven las sociedades occidentales actuales a la hora de enfrentarse a la desbordante y cambiante complejidad del mundo social. Este principio político, de hecho, se contrapone al principio de presunción de culpabilidad. Pues el mayormente cuestionado y desechado principio de presunción de culpabilidad sostiene que una persona será considerada culpable hasta que no se demuestre su inocencia. En este sentido, señalar de momento que diversos ejemplos de la adopción del principio de presunción de inocencia pueden encontrarse en la Declaración Universal de los Derechos Humanos o, también, en la propia Constitución Española.

Como consta por ejemplo en la Declaración Universal de los Derechos Humanos: «Toda persona acusada de delito tiene derecho a que se presuma su inocencia mientras no se pruebe su culpabilidad,

¹⁰ Cfr. Wynne, Brian. (1997/1992). «Incertidumbre y aprendizaje ambiental. Reconocer la ciencia y la política en un paradigma preventivo», en González García, M. I., López Cerezo, J. A., Luján López, J. L. (1997). (Eds.). *Ciencia, tecnología y sociedad. Lecturas seleccionadas*, Barcelona, Ariel, pp. 161-183; Ramos Torre, Ramón. (1999). «Prometeo y las flores del mal. El problema del riesgo en la sociología contemporánea», en Ramos Torre, R. y García Selgas, F. (1999). (Eds.). *Globalización, riesgo, reflexividad*, Madrid, CIS, pp. 249-274; López Cerezo, J. A. y Luján, J. L. (2000). *Ciencia y política del riesgo*, Madrid, Alianza, en especial, pp. 99-133; Blanco, J. R. e Iranzo, J. M. (2000). «Ambivalencia e incertidumbre en las relaciones entre ciencia y sociedad», en *Papers*, 61, pp. 89-112; Ramos Torre, Ramón. (2002). «El retorno de Casandra. Modernización ecológica, precaución e incertidumbre», en García Blanco, J. M^a. y Navarro Sustaeta, P. (2002). (Eds.). *¿Más allá de la modernidad?*, Madrid, CIS, pp. 403-455; Ramos Torre, Ramón. (2003). «Al hilo de la precaución. Jonas y Luhmann sobre la crisis ecológica», en *Política y Sociedad*, vol. 40, núm. 3, pp. 23-51.

conforme a la Ley y en juicio público en el que se le hayan asegurado todas las garantías necesarias para su defensa» (Artículo, 11.1).

En la Constitución Española, por su parte, se dice lo siguiente: «Todas las personas tienen derecho a obtener la tutela efectiva de los jueces y tribunales en el ejercicio de sus derechos e intereses legítimos, sin que, en ningún caso, pueda producirse indefensión. Asimismo, todos tienen derecho al Juez ordinario predeterminado por la ley, a la defensa y a la asistencia de letrado, a ser informados de la acusación formulada contra ellos, a un proceso público sin dilaciones indebidas y con todas las garantías, a utilizar los medios de prueba pertinentes para su defensa, a no declarar contra sí mismos, a no confesarse culpables y a la presunción de inocencia» (Artículo, 24).

En general, el principio de presunción de inocencia, de manera inversa, como digo, al principio de presunción de culpabilidad, afirma que las personas deberían considerarse inocentes hasta que no se demuestre su culpabilidad. En consecuencia, debería considerarse moralmente preferible absolver a un culpable antes que condenar a una persona que sea inocente. Por tanto, se considera que la inexistencia de convicción fuerte de certeza o verdad, o de modo inverso, que la existencia de duda, debería impedir al juez dictar una sentencia de condena del imputado e implicar de manera necesaria la absolución de la persona acusada de delito o crimen.

Sin embargo, cabe constatar que en los últimos años el principio político de presunción de inocencia habría sido, por así decir, social y políticamente cuestionado. Pues el principio de presunción de inocencia parte de la idea central de que la mayoría de las personas tenidas por cuerdas y adultas han aprendido, aprobado e interiorizado cuando menos en parte la diferencia genérica que los distintos grupos sociales establecen entre el bien y el mal. De forma que, por ejemplo en relación directa con la controversia social y científica sobre el conocimiento de las posibles consecuencias humanas y ambientales adversas derivadas de la libre proliferación mundial de los OMG, uno de los problemas quizá más sustantivos consiste en que muchos de los productos y las prácticas implicadas aquí no son personas sino actantes no-humanos, como dirían Callon o Latour¹¹. En consecuencia, como por ejemplo ha

¹¹ Cfr. Callon, Michel. (1995/1986). «Algunos elementos para una sociología de la traducción. La domesticación de las vieiras y los pescadores de la bahía de Saint

indicado Iranzo Amatriaín, cabe poner de relieve que en este tipo de casos quizá no resulta muy apropiado, justo o plausible partir del supuesto general en virtud del cual también la mayoría de estos agentes o actantes no-humanos tienden, por sí solos, al bien y no al mal¹².

Queda claro así que el principio de presunción de inocencia habría sido creado y desarrollado en gran medida con la finalidad principal de regular de un modo político el comportamiento de los individuos considerados como sujetos físicos. El problema más sustantivo consistiría en que a los OMG, y a los diversos sujetos jurídicos que los producen, los desarrollan y los distribuyen en las sociedades y el medio ambiente, tal vez no resulte del todo adecuado o justo que se les deba considerar inocentes hasta que no se demuestre su culpabilidad. De forma que la traducción de esta importante crítica implicaría que a los alimentos transgénicos en general no se les debería considerar humana y ambientalmente neutros, benignos o saludables (inocentes) hasta que no se demuestre su intrínseca peligrosidad, inseguridad o toxicidad (culpabilidad). En este sentido, cabe resaltar que el equivalente de los procesos de socialización, educación, domesticación o civilización de estos actantes no-humanos quizá serían los procesos de igual modo contingentes y circunstanciales que se construyen, se negocian y se institucionalizan en los respectivos laboratorios. En consecuencia, como por ejemplo diría Serres, este tipo de cuestiones obligaría a atender tanto a los derechos de las personas como a los derechos de la naturaleza, esto es, tanto a los productos humanos y no-humanos de las sociedades actuales como a los productos humanos y no-humanos de la tecnociencia¹³.

De este modo, el principio de precaución constituiría, como he indicado, una de las soluciones más novedosas propuestas en relación con el problema de la regulación política de los actantes no-humanos y,

Brieuc», en Iranzo Amatriaín, Juan Manuel, et al. (1995). (Eds.). *Sociología de la ciencia y la tecnología*, Madrid, CSIC, pp. 259-282.

¹² Cfr. Iranzo Amatriaín, Juan Manuel. (2001). «Una revolución tecnológica sin transformación social», en *IV Encuentro de Teoría Sociológica*, Oviedo [Este texto se encuentra también en el trabajo: García Blanco, J. M^a. y Navarro Sustaeta, P. (2002). (Eds.). *¿Más allá de la modernidad?*, Madrid, CIS, pp. 549-576].

¹³ Cfr. Serres, Michel. (1991/1980). *El paso del noroeste*, Madrid, Debate; Serres, Michel. (1991/1990). *El contrato natural*, Valencia, Pre-Textos; Serres, Michel. (1994). «La tierra como sujeto de derecho», en *Hespérides*, vol. I, n^o. 6, pp. 91-102.

en este caso, en relación con el problema de la libre proliferación mundial de los OMG. En esta línea, suele sostenerse con mucha frecuencia que el principio de precaución afirma dos cosas sustantivas. En primer lugar, que la carga de la prueba corresponde por entero al responsable de los productos o las prácticas que se pretenden realizar, introducir o implantar en el medio social o natural. En segundo lugar, también se acostumbra a decir que estos productos o prácticas no deberían fabricarse, desarrollarse o distribuirse hasta que no se demuestre de una manera rigurosamente científica su seguridad o inocuidad para las personas y el medio ambiente.

Sin embargo, teniendo bien presente a una parte importante de la mucha literatura especializada dedicada al estudio de este tipo de cuestiones, el principio de precaución no consistiría precisamente en lo ahora expuesto. El principio de precaución, en cambio, sostiene más bien que cuando los riesgos potenciales para las personas o el medio ambiente debidos a la inacción reguladora puedan ser muy graves o incluso irreversibles y además científicamente inciertos, pero no científicamente insignificantes, la inacción reguladora no podrá estar plenamente justificada o legitimada. En consecuencia, como por ejemplo ha subrayado Ramos Torre, este principio debería movilizarse sobre todo cuando, en primer lugar, exista una carencia de certidumbre científica sobre los posibles riesgos adversos relativos a determinados productos o prácticas y, en segundo lugar, cuando se dé una situación de amenaza de daños graves, muy costosos de solventar o en gran medida irreversibles para la salud humana o el medio ambiente en general¹⁴.

En cuanto a los antecedentes históricos del principio de precaución, quisiera indicar aquí que el comentado principio ya se formuló por ejemplo en la Conferencia sobre el Medio Ambiente de la ONU celebrada en Estocolmo en 1972. En los años setenta se incorporó a la legislación germana sobre el medio ambiente. Este principio político también ha sido adoptado, por ejemplo, en la Conferencia Internacional sobre la Protección del Mar del Norte en los años 1984, 1987 y 1990, en la Conferencia de Viena sobre la protección de la capa de ozono en 1985, en la Conferencia de Berger sobre Desarrollo Sostenible de 1990,

¹⁴ Cfr. Ramos Torre, Ramón. (2002). «El retorno de Casandra. Modernización ecológica, precaución e incertidumbre», en García Blanco, J. M^a. y Navarro Sustaeta, P. (2002). (Eds.). *¿Más allá de la modernidad?*, Madrid, CIS, pp. 403-455.

en la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro sobre Medio Ambiente y Desarrollo de 1992, en el Tratado de Maastricht de 1992, en el Tratado de Amsterdam de 1994 o en la Declaración de Wingspread de 1998¹⁵.

De forma que una de las primeras veces en ser aplicado este principio, como he dicho, fue en la (primera, segunda y tercera) Conferencia Internacional sobre la Protección del Mar del Norte en los años 1984, 1987 y 1990. En este caso, se trataba de procurar justificar la intervención reguladora para así limitar y controlar unos vertidos contaminantes al mar en ausencia de un consenso científico firme sobre los daños que se hubieran podido causar. En consecuencia, se sostuvo lo siguiente: «[El principio de precaución puede o debe movilizarse] cuando haya razones para suponer que es probable que tales sustancias causen daño a los recursos vivientes en el mar, incluso si falta la prueba científica de un nexo causal entre emisiones y efectos».

Por otro lado, en la Declaración de Berger sobre Desarrollo Sostenible de 1990 se ofrece la siguiente definición del comentado principio de precaución: «A fin de lograr un desarrollo sustentable, las políticas han de basarse en el principio de precaución. Las medidas ambientales deben anticipar, prevenir y atacar las causas de la degradación ambiental. Si existe la amenaza de daños serios e irreversibles, la ausencia de certeza científica completa no puede utilizarse como razón para posponer medidas dirigidas a prevenir la degradación ambiental» (Parágrafo, 7).

Por su parte, en la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro sobre Medio Ambiente y Desarrollo de 1992 se señala lo que sigue: «Con el fin de proteger el medio ambiente, los Estados deberán aplicar ampliamente el criterio de precaución conforme a sus capacidades. Cuando haya peligro de daño grave e irreversible, la falta de certeza científica absoluta no deberá utilizarse como razón para proteger la adopción de medidas eficaces en función de los costos para impedir la degradación del medio ambiente» (Principio, 15).

¹⁵ Cfr. Riechmann, J. y Tickner, J. (2002). (Eds.). *El principio de precaución en medio ambiente y salud pública. De las definiciones a la práctica*, Barcelona, Icaria, en especial, pp. 11-14; Ramos Torre, Ramón. (2002). «El retorno de Casandra. Modernización ecológica, precaución e incertidumbre», en García Blanco, J. M^a. y Navarro Sustaeta, P. (2002). (Eds.). *¿Más allá de la modernidad?*, Madrid, CIS, pp. 403-455, en especial, p. 416.

De manera similar, en el Tratado de Maastricht de la UE de 1992, del mismo modo que en el Tratado de Amsterdam de 1994, se especifica lo siguiente: «La política de la Comunidad en el ámbito del medio ambiente tendrá como objetivo alcanzar un nivel de protección elevado, teniendo presente la diversidad de situaciones existentes en las diferentes regiones de la Comunidad. Se basará en los principios de precaución y de acción preventiva, en el principio de corrección de los atentados al medio ambiente preferentemente en la fuente misma, y en el principio de quien contamina paga» (Artículo, 130-R-2).

De forma paralela, en la Declaración de Wingspread sobre el Principio de Precaución, celebrada en enero de 1998 en Winskonsin, EEUU, se afirmó lo que sigue: «Es necesario aplicar el *principio de precaución*: cuando una actividad amenace con daños para la salud humana o el medio ambiente. [Con lo cual] deben tomarse medidas precautorias aun cuando no haya sido científicamente determinada en su totalidad la posible relación de causa y efecto. En este contexto, a quien propone una actividad le corresponde la carga de la prueba, y no a la gente. El proceso de aplicación del principio de precaución debe ser transparente, democrático y con obligación de informar, y debe incluir a todas las partes potencialmente afectadas. También debe involucrar un examen de la gama completa de alternativas, incluyendo la no-acción».

En cualquier caso, de acuerdo con las diversas definiciones y condiciones asociadas al principio de precaución, y en lo referente al análisis específico de la controversia sobre el conocimiento de las posibles consecuencias negativas derivadas de la libre proliferación mundial de los OMG, se entiende que no deberían producirse las liberaciones voluntarias al medio ambiente de los distintos organismos transgénicos si existe cierto grado de vacilación científica en relación con la posible nocividad humana o ambiental de estos mismos productos y prácticas. Cuando determinado grado de vacilación científica acontece, por tanto, se supone que se está en presencia de lo que en términos más precisos se conoce como una duda científica razonable. En el texto de la Directiva 90/220 de la UE, de hecho, se afirma que los efectos ambientales de las liberaciones voluntarias de los OMG pueden ser irreversibles, por lo que la regulación debería basarse en el principio de una actuación preventiva. En este sentido, uno de los aspectos seguramente más relevantes de la directiva comunitaria es que ésta ha sido diseñada para prevenir posibles situaciones peligrosas y, de

momento, no documentadas con cierta claridad en términos, en principio, exclusivamente racionales o empíricos. De modo que esta directiva sería teóricamente coherente al proponer el principio de una actuación preventiva o precautoria para la regulación de la liberación voluntaria de los OMG. Pues el principio de precaución es, como he mostrado, una manera plausible de aplicar la prevención en situaciones de incertidumbre científica.

II

Empero, queda claro que la realidad social y natural que el mundo de la política y el derecho procura regular, gestionar y controlar resulta, obviamente, en extremo cambiante y compleja. Las tensiones entre los grupos sociales partidarios y detractores de la investigación, la producción y el comercio mundial de los productos transgénicos expresan así diferencias de opinión, por ejemplo, sobre si las decisiones tomadas en virtud del consentimiento fundamentado previo deberían basarse o no en sólidos y concluyentes enunciados racionales o resultados empíricos. Por un lado, el conjunto de los grupos sociales partidarios de los OMG argumenta que la dependencia reglamentaria con respecto al comentado principio de precaución podría crear en la UE, frente a las políticas mucho más flexibles o mucho menos exigentes de lugares como EEUU y Japón, unas barreras legales claramente discriminatorias, injustas y en gran medida incompatibles con los principios que defiende por ejemplo la OMC en relación con la producción y el libre comercio internacional de las mercancías y de los OMG¹⁶.

De manera que los colectivos sociales que se movilizan a favor de la libre proliferación mundial de los OMG, dicho de una forma muy esquemática, sostienen que quienes se muestran partidarios del comentado principio de precaución lo harían movidos de un modo principal por un temor del todo desmedido, irracional e injustificado ante el socialmente necesario y evolutivamente imparable progreso de la ciencia y de la tecnología en las sociedades occidentales actuales.

¹⁶ Sin embargo, tampoco faltarían las críticas a una supuesta regulación política excesiva del sector de la nueva ingeniería genética a cargo de la *Environmental Protection Agency* (Agencia de Protección Ambiental de EEUU) (EPA). Cfr. Miller, Henry I. (1994). «A Need to Reinvent Biotechnology Regulation at the EPA», en *Science*, 266, pp. 1.815-1.819.

III

Del otro lado, en cambio, quienes se movilizan frente a la creciente proliferación mundial de los alimentos transgénicos, subrayando la actual situación de incertidumbre científica, contra-argumentan diciendo que si de momento no existen unas pruebas científicas más concluyentes en relación con el daño potencial de estos nuevos productos ello se comprendería en gran medida si se tiene en cuenta que este tipo de efectos debería estudiarse a medio y a largo plazo. No obstante, resultaría muy sospechoso que estos estudios casi nunca se hubieran llevado a cabo. Por otro lado, se afirma que el principio de precaución no dejaría de ser en muchos casos sino una mera declaración de intenciones que en muchos casos difícilmente puede llevarse a la práctica. En cualquier caso, los grupos sociales detractores de estos nuevos productos y prácticas consideran que el principio de precaución debería aplicarse a la investigación, la producción y el comercio de los diversos alimentos transgénicos debido sobre todo a que de momento no se sabría con seguridad suficiente si el cultivo y el consumo de estos nuevos alimentos podría entrañar unos riesgos graves para la salud humana y el medio ambiente en general.

IV

En consecuencia, una de las reflexiones que pueden irse formando en virtud de lo expuesto en este apartado consiste en que tanto los principios de presunción de culpabilidad o de inocencia como el relativamente novedoso principio de precaución, al cual apela por ejemplo la legislación comunitaria en materia de regulación política del problema de los OMG, se fundamentan en un supuesto central muy compartido y escasamente cuestionado. Este supuesto medular descansa en la convicción fuerte acerca de las posibilidades notables, tanto teóricas como empíricas, de la demostración o la refutación en las investigaciones científicas o técnicas respectivas. Con lo cual, de acuerdo por ejemplo con las consideraciones críticas de autores como Wynne, si por un lado se reconoce de una forma mayoritaria que la incertidumbre científica puede sorprender y asaltar en ciertas ocasiones a las sociedades actuales en general, como en el caso específico del conocimiento y la evaluación de las posibles consecuencias humanas y ambientales adversas derivadas de la libre proliferación mundial de los distintos OMG, por otro lado se participa con mucha frecuencia de la

idea motriz según la cual esta carencia de certeza en cuanto a determinados riesgos potenciales o hipotéticos más tarde o más temprano será felizmente subsanada y corregida. De forma que todos estos principios políticos o, para ser más precisos, muchas de las personas o de los colectivos que los crean, los desarrollan y los asumen como realidades naturales o evidentes compartirían así una confianza muy sólida acerca de las potencialidades tanto presentes como futuras de la discusión racional y objetiva que, al parecer, presidirían la vida en las comunidades de científicos y técnicos.

De este modo, si por un lado se afirma con mucha frecuencia que se está en presencia de una situación de incertidumbre científica, por otro lado se participa también de la idea medular según la cual esta situación carente de certidumbre científica es ciertamente momentánea, coyuntural y transitoria. De hecho, cabe sostener que la pretensión de mostrar que en relación con las posibles repercusiones humanas y ambientales negativas derivadas de la libre proliferación mundial de los distintos OMG existe de momento una clara situación de incertidumbre científica, aunque ésta sea negada por diversos grupos tanto de partidarios como de detractores de los OMG, implica concebir o imaginar cuando menos en parte una hipotética situación futura donde la más estricta y contundente de las certidumbres científicas será la auténtica protagonista del ya casi resuelto y superado debate. De manera paralela, cabe entender que la crítica de ciertos aspectos de la concepción tradicional de la ciencia no se haría tanto en nombre exclusivo de la política y en contra de la ciencia sino más bien a favor de una ciencia más racional, más objetiva y, en definitiva, más científica. Pues la posible incertidumbre científica no negaría de una forma radical a la propia empresa científica sino que más bien pretendería hacerla algo más consciente, primero, de sus casi inevitables limitaciones internas de evaluación y predicción, segundo, de sus notables repercusiones sociales y ambientales y, tercero, de sus posibles responsabilidades políticas tanto por acción como por omisión. Como por ejemplo ha señalado el director del Área de Medio Ambiente de la Fundación 1º de Mayo: «No ha de pedirse *menos ciencia*, se trata antes bien de *más ciencia*, pero *ciencia responsable*»¹⁷.

¹⁷ Riechmann, Jorge. (2000). *Cultivos y alimentos transgénicos. Una guía crítica*, Madrid, La Catarata, p. 145. Las cursivas son añadidas.

De todos modos, considero que queda bien claro que una de las cuestiones sociológicas más importantes a dilucidar no consiste tanto en si se está o no ante una situación de incertidumbre científica ligada a la posible viabilidad humana y ambiental de los distintos productos transgénicos, que, como digo, es negada por unos y afirmada por otros, sino hasta qué punto en un futuro más o menos próximo va a poder ponerse fin a esta situación de incertidumbre científica acudiendo en exclusiva al mundo de la racionalidad científica y de la práctica experimental. En consecuencia, una de las concepciones que merece ser cuestionada o problematizada en mayor medida consiste, precisamente, en hasta qué punto se cuenta con las condiciones de posibilidad para que tal situación de certidumbre científica pueda llegar a darse en un futuro, propiciada ésta como resultado de la mera introducción de una mayor cantidad de racionalidad científica y de práctica experimental.

Por otra parte, una segunda observación que cabría realizar al respecto es que el reconocimiento social y político del principio de precaución como la herramienta social y política más justa y adecuada para la regulación política del movimiento transfronterizo de los distintos productos transgénicos depende en gran medida de cuestiones, en principio, exclusivamente científicas y técnicas. Dicho de un modo más esquemático, si por un lado determinadas prácticas políticas dependen de una manera notable del reconocimiento del principio de precaución como un criterio decisional legítimo y adecuado, por otro lado este principio requiere de una manera casi necesaria aunque no suficiente del hecho de que determinadas situaciones sean reconocidas o catalogadas como de incertidumbre científica y, por último, resulta que tal reconocimiento de incertidumbre científica depende claramente del dictamen de los diversos científicos y técnicos expertos. Se partiría así de la convicción motriz según la cual dilucidar cuándo se estaría o no en presencia de una duda científica razonable, de acuerdo con el comentado principio de precaución, consistiría en una tarea sustantiva que sólo los científicos y técnicos expertos más competentes e ilustres estarían realmente capacitados o autorizados a esclarecer y comunicar. En suma, como de un modo muy similar se muestra por ejemplo en aquella película sobresaliente de Sydney Lumet, cabe subrayar al respecto que se supone de una forma mayoritaria que sólo los expertos o los especialistas más diestros y doctos estarían realmente autorizados a dilucidar y comunicar en qué medida una duda es más o menos

razonable o, por así decir, cuánto hay de insensato y cuánto hay de razonable en cada una de las hipotéticas dudas científicas razonables¹⁸.

3. El Protocolo de Bioseguridad

En este apartado tercero, por su parte, presento algunas reflexiones sobre el Protocolo de Bioseguridad dentro del marco del Convenio de Diversidad Biológica de la ONU. En términos generales, se trata de procurar ilustrar algunos de los problemas más importantes con los que se habrían encontrando los grupos sociales partidarios del principio de precaución para conseguir el reconocimiento general de este principio como la estrategia social, política y legislativa más justa y adecuada en materia de la regulación política del movimiento transfronterizo de los distintos OMG. De modo similar al apartado segundo, ello me servirá para mostrar cómo las discusiones sociales y políticas más importantes en materia de la regulación política de los productos transgénicos dependen claramente de aquellos aspectos y cuestiones que, en principio, sólo son competencia de los científicos y técnicos expertos más notables e ilustres. En consecuencia, cabe subrayar de nuevo que la controversia social, política y legislativa en torno a la regulación política del problema medular de la libre circulación mundial de los diversos alimentos transgénicos participa, se nutre y depende del extendido supuesto en virtud del cual los auténticos expertos y especialistas siempre dispondrían de unos pensamientos del todo racionales y objetivos y siempre llevarían a cabo su quehacer experimental de una forma plenamente desinteresada y avalorativa.

I

Con la finalidad de trasladar una idea genérica al respecto, comenzaré recordando que del 22 al 24 de febrero de 1999 se celebró en Cartagena de Indias, en Colombia, la sexta ronda de las negociaciones para el Protocolo de Bioseguridad de la ONU. En términos generales, cabe señalar que esta ronda de negociaciones constituye una parte del Convenio sobre Diversidad Biológica de la ONU pendiente éste desde la Cumbre de la Tierra de Río de Janeiro

¹⁸ Cfr. Lumet, Sydney. (1957). *Twelve Angry Men* o, en castellano, *Doce hombres sin piedad*, película realizada con guión de Reginald Rose y dirección de Sydney Lumet.

celebrada en 1992. Su finalidad más sustantiva habría consistido en la regulación del libre comercio internacional de los OMG. Se buscaba así impulsar y consolidar determinadas condiciones normativas mínimas en materia de garantía de la seguridad humana y ambiental en relación con el problema de la libre proliferación mundial de los OMG¹⁹.

En este contexto, entre los grupos representantes asistentes a estas reuniones pudo contarse con los ministros de más de 170 países. No obstante, en las negociaciones respectivas se enfrentaron dos posiciones políticas y económicas relativamente bien definidas y consolidadas. La primera posición fue la que defendió y defiende el principio de precaución. Según este principio, como dije, ante los posibles riesgos humanos y ambientales graves y ante la existencia de una duda científica razonable en relación con estos riesgos hipotéticos se entiende que no deberían distribuirse o comercializarse los respectivos OMG. La segunda posición fue la que, aparte de manifestarse con claridad en contra del principio de precaución, declaró no percibir unos riesgos sustantivos o intrínsecos relacionados con el libre comercio mundial de los OMG. De este modo, esta segunda posición política se sumó al argumento recurrente en virtud del cual todavía no se habría demostrado de una manera racional o experimental que los alimentos transgénicos sean perjudiciales para la salud humana o el medio ambiente. Por ello mismo se haría explícito que estos productos y prácticas de ningún modo requieren un tipo de legislación claramente especial o específico.

Por su parte, cabe decir que el colectivo más importante de los países exportadores de los cultivos transgénicos se conoce como Grupo de Miami. Este grupo está formado por EEUU, quién lo lidera, y por otros países entre los que pueden destacarse Canadá, Argentina, Uruguay, Chile y Australia. En general, las negociaciones fueron muy tensas, de forma que el Grupo de Miami consiguió imponer su derecho de veto a la posición común de otros 132 países entre los que se encontraba la propia UE y muchos de los llamados países del Tercer Mundo. Como en las reuniones celebradas en los años anteriores, por tanto, en Cartagena no pudo redactarse un texto consensuado.

¹⁹ Cfr. Anderson, Luke. (2001/1999). *Transgénicos. Ingeniería genética, alimentos, y nuestro medio ambiente*, Madrid, Gaia, Proyecto 2050, pp. 181-203; Pedauyé Ruiz, J., Ferri Rodríguez, A. y Pedauyé Ruiz, V. (2000). *Alimentos transgénicos. La nueva revolución verde*, Madrid, McGraw-Hill, pp. 117-137.

Por un lado, los grupos partidarios del libre comercio internacional de los OMG afirmaron que los alimentos transgénicos no implicarían ninguna clase de posibles riesgos adversos específicos y que, por tanto, la libertad de comercio debería prevalecer claramente sobre los desmedidos intereses europeos relativos supuestamente a la garantía de la salud humana y el medio ambiente. Por otro lado, los grupos detractores de la nueva ingeniería genética denunciaron que este fracaso momentáneo se debió sobre todo a que el Grupo de Miami en ningún momento estuvo dispuesto a aceptar ninguna clase de trabas al libre comercio de los OMG. Pues según habría declarado por ejemplo quien por entonces era la comisaria de medio ambiente de la UE, Ritt Bjerregaard, los países exportadores de productos transgénicos acudieron a la negociación sin ninguna voluntad de avanzar. Lo que los representantes de estos países buscaban era dictar textualmente los términos del acuerdo. El resultado fue así que tras las reuniones de Cartagena el comercio internacional de los distintos productos transgénicos seguiría exento de cualquier clase de restricciones legales fuertes inspiradas por una política de precaución²⁰. La siguiente ronda de negociaciones no se celebraría hasta el año siguiente.

Como he señalado, por tanto, en las negociaciones de Cartagena no pudo alcanzarse ningún tipo de acuerdo dialogado. Sin embargo, sí se logró cierto consenso con la redacción y la firma en Montreal, Canadá, el 29 de enero de 2000, de un Protocolo de Bioseguridad dentro del marco del Convenio sobre Diversidad Biológica de la ONU. Si bien, aunque las tensiones legales continúan poco menos que sin final aparente, dicho acuerdo internacional no entraría formalmente en vigor hasta el 11 de septiembre de 2003. En cualquier caso, en términos generales este acuerdo inicial superaba, al menos sobre el papel, las posturas fuertemente enfrentadas entre la UE y el Grupo de Miami liderado por EEUU. En esta línea, por ejemplo, el 27 de enero de 2000, el ministro portugués de medio ambiente, José Sócrates, constató de un modo muy tajante lo que sigue: «El Protocolo de Bioseguridad no

²⁰ Cfr. Instituto Humboldt. (1999). «El Protocolo de Bioseguridad en el Convenio sobre Diversidad Biológica. Resultados y perspectivas», Boletín 13, febrero de 1999, Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

estará subordinado a la OMC»²¹. Sin embargo, la por entonces comisaria de medio ambiente de la UE, Margot Wallström, hizo expresa su voluntad de mantener una postura algo más flexible y diplomática: «La OMC y el Protocolo de Bioseguridad no deben estorbarse, sino apoyarse el uno al otro»²².

II

Para determinados colectivos sociales, estos primeros acuerdos habrían supuesto un gran paso adelante en relación con el desarrollo de una legislación internacional fuerte en materia de medio ambiente. Porque, en primer lugar, se trataba del primer tratado internacional que reconocía a los OMG como una categoría diferenciada de organismos necesitada de un marco jurídico especial. En segundo lugar, también se valoraría de un modo muy positivo que el consenso alcanzado en Montreal fuera el primer acuerdo ambiental internacional que, de una manera explícita, apelara al principio de precaución dentro de sus disposiciones operativas y no sólo como una mera retórica bien intencionada. Este primer acuerdo, por ejemplo, contemplaba la posibilidad legal de que aquellos países que sostengan y demuestren que determinados productos transgénicos ponen en riesgo la salud humana o el medio ambiente pudieran rechazar la entrada en sus países de estos OMG sin ser sometidos a penalizaciones internacionales severas establecidas por la propia OMC.

De este modo, reafirmando así el enfoque fundamentado en el comentado principio de precaución que figura por ejemplo en la Declaración de Río de Janeiro sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo (Principio 15), en el Protocolo de Bioseguridad se explicita por ejemplo lo siguiente: «El hecho de que no se tenga certeza científica por falta de información o conocimientos científicos pertinentes suficientes sobre la magnitud de los posibles efectos adversos de un organismo vivo modificado en la conservación y utilización sostenible de la diversidad biológica en la Parte de importación, teniendo también en cuenta los riesgos para la salud humana, no impedirá a la Parte de importación, a fin de evitar o reducir al mínimo esos posibles efectos adversos,

²¹ La cita se ha tomado del artículo: Sampedro, Javier. (2000). «La UE quiere vetar los transgénicos que generen dudas científicas», en *El País*, a 28 de enero de 2000.

²² *Ibidem*.

adoptar una decisión, según proceda, en relación con la importación del organismo vivo modificado de que se trate» (Artículo 10, punto 6).

Por tanto, cabría entender que en sintonía con el principio de precaución se reconoce que ante la existencia de una duda científica razonable en cuanto a la inocuidad de los OMG, los países importadores respectivos tendrían derecho a prohibir la entrada de estos productos en sus mercados nacionales y a no ser sancionados por llevar a efecto este tipo de restricciones. En suma, cabe señalar pues que bastaría que un país importador particular considere que un determinado producto transgénico no presenta unas pruebas científicas y técnicas suficientemente claras o concluyentes, o, para ser más precisos, que se presenten determinados materiales teóricos y empíricos que hagan explícita la existencia de una duda científica razonable en relación con la supuesta inocuidad de esos mismos OMG, para que quede justificada en términos legales la prohibición de la importación respectiva.

III

Sin embargo, para los grupos sociales detractores de la libre producción y el libre comercio mundial de los alimentos transgénicos, el estado de cosas alcanzado en Canadá todavía dejaría mucho que desear. Entre otras cosas, como sostuvo el grupo ecologista Greenpeace, porque el Protocolo de Bioseguridad no debería haberse convertido en un mero Tratado de Comercio. De forma que, para estos grupos, dicho Protocolo de Bioseguridad sería concebido como un acuerdo de mínimos, del todo insuficiente y ambiguo. Para fundamentar esta crítica, en primer lugar, se denuncia que el citado acuerdo se referiría de una manera exclusiva a los OMG vivos. De este modo se estaría dejando al margen de la regulación a todos los alimentos transgénicos derivados, como en el caso de los piensos con los cuales se alimenta a una buena parte de los animales de granja y cuyas materias primas provienen de los OMG.

En segundo lugar, se denuncia que a las grandes empresas no se les exigiría un etiquetado específico que contenga toda la información detallada sobre las manipulaciones genéticas realizadas o sobre las características de los productos desarrollados. Por ejemplo, en el caso de los distintos productos transgénicos destinados al procesamiento o al consumo directo como alimentos o piensos, bastaría con una cláusula genérica con la mera y confusa indicación “Puede contener organismos

vivos modificados”. Lo cual, para los grupos sociales detractores de los distintos alimentos transgénicos resultaría claramente insuficiente y ambiguo. De hecho, el acuerdo tampoco haría referencia alguna a la rastreabilidad de los respectivos productos transgénicos, necesaria ésta en casos de posibles accidentes o fugas incontroladas de OMG.

En tercer lugar, quienes cuestionan los logros de dicho Protocolo manifiestan en público que todavía no habría quedado suficientemente claro que las cuestiones sobre la seguridad alimentaria y la protección de la diversidad biológica prevalecieran sobre las normas internacionales del libre comercio defendidas éstas sobre todo por EEUU y la OMC. En este sentido, resulta relevante señalar que la OMC se regiría por el principio de presunción de inocencia y no por el comentado principio de precaución por el que habrían apostado tanto la ONU como la UE. De este modo, la OMC entiende que las diversas prácticas científicas y tecnologías deberían considerarse saludables y seguras hasta que no se demuestre científicamente lo contrario. Según la OMC, por tanto, el principio de precaución representaría una barrera política del todo injusta e inadecuada en relación con el interés sustantivo por la garantía del libre comercio internacional de las diversas mercancías²³. En última instancia, al margen de la discusión también medular sobre si la OMC es o no la respuesta política y económica más eficiente, justa y democrática a los problemas de comercio internacional, el Protocolo de Bioseguridad de la ONU se limitó a proponer una normativa de rango similar, pero no superior, a las normas y las decisiones propias de la OMC. Pues, por último, el llamado Grupo de Miami consiguió introducir una cláusula específica en el comentado texto que sostiene que el Protocolo de Bioseguridad no podrá prevalecer sobre los tratados internacionales de libre comercio de la OMC²⁴.

²³ La OMC reconoce dos mecanismos fundamentales que en principio podrían justificar la oposición al libre comercio internacional de los distintos productos transgénicos. En primer lugar, los Acuerdos sobre Medidas Sanitarias y Fitosanitarias (MSF). En segundo lugar, los Obstáculos Técnicos al Comercio en materia de Medio Ambiente (OTC).

²⁴ Cfr. Sampedro, Javier. (2000). «La batalla de fondo entre la UE y Estados Unidos», en *El País*, a 17 de abril de 2000.

IV

De manera que lo expuesto en este apartado confirmaría las conclusiones principales que ya he explicitado en el apartado anterior. En este sentido, me gustaría recordar que la efectividad legal del derecho de veto a las importaciones de los productos transgénicos depende casi en su totalidad de que el país receptor o importador rechace las pruebas científicas y técnicas aportadas por el país exportador. En virtud de lo anterior, para que el derecho de veto se lleve realmente a afecto, se sostiene en términos legales que tales sospechas deberían fundarse en la existencia de una duda científica razonable. En esta línea, debo apuntar que, en primer lugar, la mayoría de los países receptores menos industrializados del planeta difícilmente disponen de los recursos tanto financieros como humanos necesarios para realizar las correspondientes evaluaciones de los posibles riesgos adversos humanos y ambientales. En segundo lugar, quisiera subrayar que en este tipo de legislaciones internacionales en ningún momento queda, ni seguramente puede llegar a quedar, definido con claridad inequívoca qué debería entenderse o no por la existencia de una duda científica razonable. Pues por lo general se da por sentado que este tipo de problemas representa una labor en extremo compleja que sólo los científicos y técnicos expertos y las instituciones más competentes e independientes estarían capacitadas realmente para esclarecer y comunicar. Como por ejemplo se expresa en el comentado Protocolo de Bioseguridad de la ONU: «La evaluación del riesgo deberá realizarse de forma transparente y científicamente competente, y al realizarla deberán tenerse en cuenta el asesoramiento de los expertos y las directrices elaboradas por las organizaciones internacionales pertinentes» (Anexo III, punto 3).

En virtud de semejante ambigüedad o apertura conceptual, por tanto, se posibilitaría que la OMC afirme, por ejemplo, que las dudas presentadas por los diversos países receptores no merecen ser reconocidas como razonables o no deben ser tenidas en consideración. Queda claro así que la normativa legal internacional en relación con el problema sustantivo de la proliferación mundial de los distintos organismos transgénicos que se establece en el marco del Protocolo de Bioseguridad no prevalece sobre los tratados internacionales de libre comercio de la OMC. De manera que este organismo internacional podría decidir que se rechazara la solicitud de veto de los diversos países importadores de OMG. En consecuencia, la decisión social,

política y económica sobre qué considerar o no una duda científica razonable, de acuerdo con el comentado principio de precaución, estaría subordinada a qué entienden los múltiples grupos de expertos y especialistas por la existencia de una duda científica razonable en relación con cada uno de los distintos productos transgénicos específicos.

4. El etiquetado

En este apartado muestro y analizo los problemas más importantes existentes, en especial en el marco de la comunidad europea, en torno a la necesidad o no, pues, de esto es precisamente de lo que se trata, de un etiquetado específico y obligatorio tanto de los productos transgénicos en general como de los productos particulares que puedan haber sido obtenidos a partir de estos mismos OMG. Se trata ahora, dicho con otras palabras, de ilustrar en qué medida el problema medular en torno al etiquetado correcto o adecuado de los productos de la nueva ingeniería genética puede resolverse en términos exclusivamente políticos o legislativos. De manera similar a los apartados anteriores de este mismo capítulo, trataré de evidenciar hasta qué punto los marcos normativos respectivos están claramente subordinados a determinadas cuestiones, en principio, exclusivamente científicas y técnicas.

I

En principio, el problema referente al etiquetado de los OMG en el caso de la UE venía regulándose de acuerdo con dos reglamentos aprobados en 1997. Sin embargo, en septiembre de ese mismo año un nuevo reglamento venía a suplantarlo al régimen legal anterior. El siguiente régimen regulativo en materia de etiquetado de los OMG fue aprobado en mayo de 1998. De acuerdo con él, para que sea obligatorio el etiquetado de los productos transgénicos debería comprobarse, al final del respectivo proceso de fabricación de los alimentos, si en éstos se detecta o no la presencia de un mínimo de ADNr. Esto es, se establece un umbral, que por lo general suele oscilar entre el 0,1 y el 5%, en virtud del cual será obligatorio desde el punto de vista legal mencionar en el etiquetado que ese producto en concreto ha sido manipulado genéticamente o que ha sido creado o desarrollado a partir de unos ingredientes manipulados genéticamente. No obstante, en

enero de 2000 se aprobaron dos nuevos reglamentos que venían a complementar el de 1998.

En este mismo contexto reglamentario, en abril de 2004 entró en vigor la nueva normativa europea en materia de trazabilidad, o seguimiento, y etiquetado de los OMG. De acuerdo con esta nueva normativa europea, el etiquetado específico de los diversos productos presentes en el mercado es obligatorio a partir de un contenido en ingredientes transgénicos superior al 0,9%. En concreto, debe precisarse que ésta es una medida adoptada por la Comisión Europea que habría sido motivada sobre todo, por un lado, por la presión ejercida en los últimos años por las diversas organizaciones de ecologistas, de consumidores y de agricultores y, por otro lado, por el interés creciente de los diferentes grupos empresariales por hacer frente a una idea central más o menos preocupante y extendida. Pues esta idea sostiene que si los colectivos empresariales no etiquetan de una forma detallada y adecuada a los diversos productos transgénicos como tales esto podría deberse a que estos mismos grupos tendrían algo que ocultar a los consumidores.

II

Por lo general, cabe advertir que la posición partidaria de la libre producción y el libre comercio de los OMG suele estar en contra del etiquetado específico y obligatorio de estos mismos productos y prácticas. El caso de los tomates *Flavr Savr*, de las empresas Calgene y Zeneca, representa una auténtica excepción a esta regla. En pocas palabras, éstos son unos tomates transgénicos que habrían sido diseñados con la finalidad específica de retardar su proceso de maduración natural. La meta principal consistiría en poder alargar los distintos tiempos destinados a la recolección, el almacenamiento, la distribución y el comercio de estas mismas hortalizas. Se trataría de una auténtica excepción a la regla porque, aunque la compañía productora principal ganó en EEUU un juicio contra quienes querían obligarla al etiquetado específico de dichos tomates, después de todo el proceso judicial, la empresa decidió etiquetarlos de una forma voluntaria. El motivo oficial hecho público de tal proceder sería que, según declaraciones de esta misma empresa, la calidad superior de sus tomates transgénicos debería quedar evidenciada claramente a los ojos de los diversos grupos de consumidores.

No obstante, uno de los argumentos que más suelen movilizarse a la hora de negar la conveniencia del etiquetado específico de los OMG es que este proceso sería muy costoso y resultaría muy complejo de llevar a cabo. Este hecho sería así, por un lado, porque la infraestructura del sistema alimentario, formada ésta por los servicios de la producción, la recolección, el almacenamiento, el procesamiento, el transporte, la redistribución y la venta, presentaría muchas dificultades para la necesaria segregación de los productos transgénicos de aquellos otros productos que no han sido modificados genéticamente. El proceso también se encarecería si, por ejemplo, los ingredientes utilizados para la elaboración de un mismo producto final han sido tomados de diversas fuentes. De manera que el coste total del etiquetado de estos nuevos productos implicaría mucho más que el coste casi ridículo relativo al papel y la tinta necesarios para imprimir las etiquetas respectivas. Un etiquetado exacto exigiría, por ejemplo, contar con un extenso sistema de conservación de la identidad de los productos que afectaría de una forma negativa al agricultor, al procesador de los granos, a la manufactura de los alimentos y a los transportistas y minoristas respectivos. En suma, el coste se encarecería de una manera notable puesto que tendrían que realizarse pruebas constantes para la segregación adecuada de los productos en la mayoría de las etapas de la producción, el almacenamiento, el abastecimiento y la venta de estos mismos productos.

Un segundo argumento muy utilizado por los grupos sociales partidarios de la libre proliferación mundial de los OMG sostiene que un etiquetado detallado y obligatorio de estos nuevos productos resultaría claramente innecesario. El etiquetado de los OMG resultaría del todo innecesario porque, se afirma, todavía no estaría evidenciado científicamente que existan diferencias notorias entre los alimentos manipulados genéticamente y el resto de los alimentos convencionales. De hecho, se constata que los grupos de consumidores podrían llegar a percibir el etiquetado de los alimentos transgénicos como una especie de advertencia implícita acerca de los posibles efectos nocivos para la salud humana o el medio ambiente. Sin embargo, lo cierto es que de momento no se habría detectado ningún tipo de riesgos adicionales entre estos nuevos alimentos y los alimentos tradicionales. En esta misma línea discursiva, según ha señalado por ejemplo la Sociedad Española de Biotecnología (SEBIOT): «Después de varios años de consumo de varios alimentos transgénicos, principalmente en Estados

Unidos, consumidos por millones de personas, no se ha detectado ningún caso de efecto adverso para la salud humana. Los nuevos alimentos antes de ser comercializados se someten a estudios exhaustivos para demostrar que no tienen riesgos para la salud del consumidor, no suponen un riesgo de contaminación medioambiental, y no ponen en peligro la diversidad de las especies»²⁵.

De forma que el etiquetado sería claramente innecesario. Por un lado, porque los productos en cuestión habrían tenido que superar toda una serie de controles muy estrictos y rigurosos que tanto las compañías productoras como las administraciones públicas respectivas considerarían suficientes o, incluso, más que suficientes. Las etiquetas serían del todo prescindibles, por otro lado, porque un etiquetado excesivamente específico y detallado podría dar a entender a los consumidores reales o potenciales que los OMG son unos productos potencialmente inseguros, peligrosos o incluso nocivos para la salud humana y el medio ambiente. Con lo cual, la actitud en contra de estos productos, y la respectiva exigencia de un etiquetado específico y obligatorio para su detección inicial y discriminación posterior en el mercado, obedecería más bien a un déficit cognitivo propio de cierto tipo de personas y de colectivos sociales que a una actitud fundada en términos, al parecer, exclusivamente racionales y objetivos. En consecuencia, se afirma que lo que los grupos sociales detractores de los OMG no conocerían es que estos productos serían cualitativamente equivalentes a los productos convencionales. De modo que la exigencia para el establecimiento de unas leyes que obliguen a un etiquetado específico y detallado para primero reconocer y luego quizá discriminar los diversos productos transgénicos resultaría del todo inapropiada e injusta al carecer dicha exigencia del más mínimo respaldo científico y experimental.

III

De manera que somos lo que comemos. O al menos ésta sería una de las múltiples enseñanzas atribuidas al médico de la antigüedad Hipócrates. Sin embargo, no resultaría ridículo en exceso preguntarse acerca de qué es realmente lo que comemos. Pues poco de ridículo

²⁵ SEBIOT. (2003). *Biotecnología y alimentos. Preguntas y respuestas*, Madrid, Artes Gráficas G3, p. 21.

tendría el preguntarse acerca de qué consecuencias ocasionarán mañana en los cuerpos los productos de los que hoy se alimentan las personas o los diversos animales que sirven de alimento a éstas. De este modo, quienes se muestran contrarios a la libre expansión mundial de los OMG sostienen que, para empezar, las exigencias de un etiquetado detallado y obligatorio de los OMG serían las exigencias que demandan y reivindican no sólo los grupos ecologistas o las mismas empresas de la llamada comida ecológica o biológica sino, sobre todo, los propios consumidores y ciudadanos. De hecho, se afirma que los propios consumidores habrían comenzado a demandar en todo el mundo un etiquetado correcto y detallado de estos productos y prácticas en el mismo momento en que éstos percibieron que se estaban introduciendo en el mercado determinados OMG. Pero, sobre todo, cuando estas personas supieron que no se disponía de una manera necesaria de un conocimiento científico suficientemente firme o consensuado en torno a la seguridad humana y ambiental de estos nuevos productos y prácticas.

En cualquier caso, cabe suponer que la desconfianza social hacia los alimentos transgénicos quizá no provenga tanto de la existencia de algunos estudios científicos que muestran sus dudas acerca de las posibles repercusiones humanas y ambientales adversas de estos productos sino más bien del hecho de que las mismas empresas del sector agroalimentario se muestren tan claramente contrarias a un etiquetado detallado y obligatorio de sus propios productos. La ausencia de un etiquetado claro y riguroso de los alimentos transgénicos se interpreta así en muchas ocasiones como una expresión de una voluntad inequívoca de confundir y de engañar a los consumidores. Como por ejemplo se recoge en un trabajo de Freida Morris, una investigadora del Instituto Edmonds, en Washington, EEUU: «Si están tan orgullosos de ello, ¿por qué no los etiquetan?»²⁶.

De otro lado, la obligación del etiquetado también podría ser exigida por razones puramente religiosas, éticas o de salud en el caso especial de determinadas personas que padecen alergia frente a diversos productos. En cualquier caso, se afirma que muchos consumidores desearían evitar comer productos creados u obtenidos a partir de

²⁶ Cfr. Morris, Freida. (1998). «“Monsanto. ¡Qué vergüenza!”», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, pp. 55-56. La cita es de la p. 55.

algunos organismos de origen vegetal o animal. De hecho, sostienen los detractores de la libre proliferación mundial de los OMG, muchas de las encuestas realizadas indicarían que la mayoría de los consumidores apoyarían un etiquetado riguroso y obligatorio de estos mismos productos.

En este sentido, de cara a la exclusiva situación de mercado, estos grupos sociales detractores aseguran que el elemento más importante que demandaría un etiquetado correcto y adecuado de los OMG es la conveniente posibilidad de que los consumidores tanto reales como potenciales puedan mostrarse partidarios o inapetentes, pues en ello residiría precisamente la libertad de elección, respecto a este tipo de productos y prácticas. El llamado efecto *boomerang*, bien es cierto que no siempre permitido o asumido de buen grado por los grupos partidarios de los productos de la nueva ingeniería genética, consiste, precisamente, en una estrategia de venta que radica en explicitar en los envoltorios publicitarios respectivos que determinados productos son plenamente orgánicos, biológicos, ecológicos o naturales. No obstante, más allá del uso abusivo que en muchas ocasiones se haría de estas mismas palabras, cabe entender que esta estrategia de mercado consiste en indicar que estos alimentos habrían sido obtenidos por medio de las prácticas tradicionales de selección o cruzamiento genético o, de una manera mucho más simple, que estos alimentos se encontrarían libres de OMG. De hecho, esta estrategia empresarial ya habría sido adoptada por ejemplo en varias cadenas de supermercados tanto del Reino Unido como de Francia.

En esta misma línea, como de un modo claramente crítico respecto a la denominada agricultura ecológica, natural o biológica habría expresado por ejemplo la propia SEBIOT: «La agricultura orgánica (llamada también ecológica o biológica) es una forma de producción agrícola basada en la gestión integral del ecosistema en lugar de la utilización de fertilizantes y plaguicidas sintéticos, medicamentos veterinarios, semillas y especies modificadas genéticamente, conservadores, aditivos, e irradiación. En lugar de todo ello se llevan a cabo prácticas de gestión específicas para cada lugar, que mantienen e incrementan la fertilidad del suelo a largo plazo y evitan la propagación de plagas y enfermedades. Para garantizar la seguridad de estos productos, es importante exigir que los sistemas agrícolas orgánicos y sus productos estén certificados por un organismo especializado, que controle que los procedimientos de producción, almacenamiento,

elaboración, manipulación y comercialización se realicen de acuerdo con especificaciones técnicas precisas. En este sentido, hay que saber que al eliminar el uso de fungicidas puede aumentar el riesgo de la presencia de toxinas fúngicas en los alimentos orgánicos si no se controla bien el proceso de producción. Actualmente no existen datos científicos que indiquen que los alimentos orgánicos sean mejores desde el punto de vista nutricional que los alimentos convencionales correspondientes. Su principal ventaja reside en su respeto al medio ambiente y su principal problema es que tienen menor rendimiento que los tradicionales y mayores pérdidas poscosecha, por lo que los alimentos orgánicos (etiquetados como producción ecológica en España) son más caros que los no-orgánicos, es decir aquéllos obtenidos sin excluir la moderna tecnología. La aparente confrontación entre alimentos orgánicos y no orgánicos es un producto del *marketing*, ya que no existe ninguna razón poderosa para que ambos tipos de alimentos no puedan convivir en el mercado»²⁷.

Sin embargo, se pone de relieve que los consumidores casi nunca podrían estar completamente seguros de si los productos que se llevan a sus hogares realmente contienen o no estos OMG. De hecho, este fenómeno podría deberse, en general, a dos motivaciones principales. En primer lugar, podría tratarse por ejemplo de causas internas, como que el consumidor se muestre notablemente indiferente respecto a este tipo de cuestiones o que la persona en concreto esté casi incapacitada psicológicamente para obtener esta misma información. En segundo lugar, en cambio, podría tratarse de causas externas a él mismo, como que el establecimiento, la marca o la empresa que ha fabricado o ha suministrado el producto no ofrezca tal información. De manera que para solventar en lo posible este problema, en algunos medios de comunicación se habrían facilitado unas listas de orientación que clasifican los productos, o las marcas comerciales, en virtud de que los comerciantes declaren de una manera oficial si sus productos son o contienen estos OMG. El grupo ecologista Greenpeace, por ejemplo, tiene disponible una clasificación muy extensa de los productos, las marcas y las cadenas de supermercados de acuerdo con dos bloques de distintos colores. La lista blanca o lista verde, por un lado, corresponde

²⁷ SEBIOT. (2003). *Biotecnología y alimentos. Preguntas y respuestas*, Madrid, Artes Gráficas G3, p. 10.

a los productos cuyo fabricante declararía la ausencia total de los OMG, estén éstos sometidos o no a los sistemas reglamentarios de etiquetado obligatorio, y donde se garantizaría el historial de sus ingredientes y aditivos. La lista negra o la lista roja, en cambio, corresponde a los productos susceptibles de contener OMG o cuyos fabricantes no garantizarían de una manera formal y explícita la ausencia de estos ingredientes transgénicos sometidos o no a los sistemas legales de etiquetado obligatorio.

En consecuencia, los grupos sociales detractores de los OMG sostienen por ejemplo que negar o entorpecer el derecho de los consumidores a elegir qué productos y prácticas desean comprar y consumir supondría poco menos que transgredir los principios que, se supone, deberían definir los pilares de las sociedades llamadas democráticas. Por todo ello, se reclama el diseño de un sistema de etiquetado obligatorio, fácil de entender para el público en general y que cubra a todos los alimentos transgénicos y a todos sus posibles productos derivados. La finalidad última sería garantizar el derecho de las personas y de los grupos sociales a elegir, primero, de qué tipo de productos se desean alimentar, segundo, qué tipo de ciencias y tecnologías desean consumir y por tanto promover y, tercero y sobre todo, en qué tipo de sociedad desean vivir. En opinión de Brian Tokar: «Si creemos en la democracia, es necesario que podamos elegir qué tecnologías son las mejores para nuestras comunidades, en lugar de que decidan por nosotros entidades a las que es muy difícil pedir responsabilidades, como Monsanto. En vez de tecnologías ideadas para enriquecimiento continuo de unos pocos, podemos basar nuestra tecnología en la esperanza de una mayor armonía entre nuestras comunidades humanas y el mundo material. Nuestra salud, nuestros alimentos y el futuro de la vida en la Tierra están realmente en juego»²⁸.

De esta forma, por tanto, se asume que la negación de las compañías productoras a un etiquetado detallado y obligatorio de los distintos alimentos transgénicos constituiría una grave violación de la libertad de elección de los consumidores. En consecuencia, cabe decir que los colectivos sociales detractores de estos nuevos alimentos se

²⁸ Cfr. Tokar, Brian. (1998). «Monsanto. Una historia en entredicho», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, pp. 8-14. La cita es de la p. 13.

interrogan acerca de por qué los diversos grupos empresariales no respetarían a aquellos consumidores que, o bien no quieren asumir determinados costes o riesgos, o bien no desean consumir determinados alimentos o prácticas de producción.

En esta misma línea, por tanto, podría decirse que, por un lado, los grupos sociales partidarios de la libre proliferación mundial de los alimentos transgénicos sostienen que no sería muy justo o coherente el etiquetado en detalle de estos productos cuando de momento no se habrían aportado unas pruebas científicas suficientemente sólidas o contundentes que demuestren unas consecuencias humanas y ambientales realmente nocivas asociadas al cultivo o al consumo de los OMG. Del otro lado, en cambio, los colectivos sociales detractores de la nueva ingeniería genética afirman que si tales pruebas científicas ya se hubieran aportado, lo que los distintos sistemas de regulación política tanto nacionales como internacionales deberían hacer no sería tanto obligar a realizar un etiquetado riguroso y detallado de los productos transgénicos sino prohibir por completo la libre producción y el libre comercio de estos OMG.

IV

Llego así a las conclusiones de este apartado cuarto. En este sentido, quisiera señalar por ejemplo que un problema ciertamente sustantivo relacionado con estas cuestiones legales es aquél que existe en torno a qué porcentaje de un ingrediente modificado genéticamente debería estar presente en un alimento final para que éste requiera una etiqueta específica. En esta línea, si bien por lo común se propone un porcentaje que oscila entre un 0,1 y un 5%, lo cierto es que esta cuestión sería lo bastante compleja o problemática para dificultar de una manera notable la obtención de un consenso dialogado entre las partes en controversia en términos exclusivamente políticos o normativos. Recuérdese, por ejemplo, que de acuerdo con la nueva normativa europea, que entró en vigor en abril de 2004, el etiquetado específico de los diversos productos presentes en el mercado es obligatorio a partir de un contenido en ingredientes transgénicos superior al 0,9%. De este modo, los grupos sociales detractores de estos productos y prácticas se preguntan acerca de si acaso lo más justo y adecuado no sería que la etiqueta afectase a todos los productos que incluyen este tipo de alimentos manipulados genéticamente y no sólo a aquellos productos que contienen un porcentaje superior a este umbral

del 0,9%. En consecuencia, cabe interpretar que la cuestión acerca de por qué sí deben etiquetarse aquellos productos que contengan justo más de un 0,9% en ingredientes transgénicos y no aquellos otros productos que contengan menos de un 0,9% es, en principio, un problema sustantivo que sólo los científicos y técnicos expertos más competentes y diestros estarían realmente capacitados y autorizados para dilucidar o esclarecer.

En esta línea, un interrogante segundo que plantea la discusión social, política y legislativa sobre el correcto o adecuado etiquetado de este tipo de productos alimenticios y técnicas de producción consiste en saber qué técnicas o tecnologías específicas para el desarrollo de las variedades de cultivo exigirían el empleo de unas etiquetas específicas y obligatorias. En este sentido, cabría señalar que el objetivo de la mayoría de las medidas reglamentarias en materia del etiquetado son los productos alimenticios que han sido modificados genéticamente. Sin embargo, no quedaría suficientemente claro, desde un punto de vista exclusivamente racional u objetivo, por qué sólo los productos obtenidos como consecuencia de la utilización de las técnicas de la nueva ingeniería genética deben ser objeto de un etiquetado detallado y específico.

Una tercera dificultad que, en principio, sólo los científicos y técnicos expertos más competentes e ilustres estarían capacitados realmente para sortear consiste en el problema medular de si los diversos productos cárnicos y lácteos derivados del ganado alimentado con los distintos cultivos transgénicos requieren o no de un etiquetado diferencial o específico. De hecho, de acuerdo por ejemplo con la nueva normativa europea, vigente desde abril de 2004, resulta que no van a etiquetarse los productos procedentes de los animales que hayan consumido o que pudieran haber consumido piensos o pastos transgénicos, como en los casos de la leche, los huevos y la carne de estos animales. Los grupos sociales detractores de estos nuevos productos y prácticas, como cabría esperar, demandan un etiquetado específico y obligatorio tanto para todos los productos transgénicos como para todos los productos obtenidos como consecuencia de la utilización directa o indirecta de la nueva ingeniería genética, incluidos, por supuesto, los alimentos de aquellos animales que podrían haberse alimentado de estos mismos OMG. Por su parte, los colectivos sociales partidarios de la libre proliferación mundial de los diversos alimentos transgénicos sostienen que hasta la fecha no se contaría con evidencias

científicas y técnicas suficientemente sólidas o fuertes que ilustren la presencia de ADN_r en los productos finales provenientes del ganado alimentado con los OMG. En suma, podría entenderse que para demandar también un etiquetado específico y obligatorio de todos los alimentos obtenidos como consecuencia de la utilización directa o indirecta de los productos transgénicos sería necesario que la comunidad de expertos muestre de una manera no controvertida si los cultivos transgénicos pueden o no tener algún tipo de repercusiones negativas sobre aquellos animales y personas que los consumen o son tratados con éstos.

Por último, en cuarto lugar, queda bien claro que existe un interrogante sustantivo acerca de si los diversos productos transgénicos son o no unos organismos cualitativamente diferentes del resto de los organismos obtenidos como resultado de la utilización de las técnicas tradicionales de selección o cruzamiento genético. Pues cabe pensar que si existiera y se reconociera oficialmente una diferencia científica cualitativa en los productos obtenidos como resultado de la utilización de la nueva ingeniería genética, de igual modo podría justificarse con más fuerza y claridad una distinción paralela en las etiquetas respectivas. De este modo, quisiera insistir en que esta cuestión representaría un problema clave que, en principio, sólo los científicos y técnicos expertos más competentes y autorizados podrían y deberían dilucidar o esclarecer. No obstante, como digo, los múltiples científicos y técnicos expertos implicados en estas mismas discusiones no parecen pronunciarse con suficiente consenso, claridad y contundencia. Como por ejemplo ha señalado José María Múgica, de la Organización de Consumidores y Usuarios (OCU): «El mundo científico tendría algo que decir, sobre todo, en el aspecto fundamental, desde nuestro punto de vista, que es el descartar cualquier tipo de riesgo para justificar la presencia de estos productos. Hasta ahora esa palabra no nos ha llegado, por lo menos no nos ha llegado con claridad suficiente»²⁹.

En este apartado, por tanto, he mostrado y analizado cómo todos los grupos sociales relevantes implicados en la controversia sobre la conveniencia o no del etiquetado de los distintos productos transgénicos sostienen a capa y espada que el ciudadano siempre tiene el derecho a estar bien informado. El ciudadano, se afirma de una

²⁹ Cfr. Línea 900. (1999). *Transgénicos en la mesa*, en *Línea 900*, RTVE.

manera constante, tiene el derecho a saber para poder ejercer después el derecho de libre elección. Pues cabe suponer que sin un mínimo de conocimiento real difícilmente podría afirmarse la existencia de una elección en sentido estricto. El problema, claro está, reside en cómo saber cuál es la información real, correcta o adecuada que debería proporcionarse al público. De manera que si los diversos grupos sociales implicados en esta misma discusión deciden que la información de la que se dispone en un momento dado es realmente importante, puede pensarse que ésta se facilitará a las personas concretas y al público en general. Sin embargo, si estos mismos grupos sociales implicados llegan al convencimiento de que la información de la que se dispone no es muy relevante, podría preguntarse acerca de qué sentido tendría su difusión pública.

Con lo cual, podría pensarse que el objetivo principal tanto de la posición partidaria como de la posición detractora de los distintos productos transgénicos es no sólo similar sino incluso idéntico. De lo que se trata es de informar al público, no engañarle, proporcionarle la auténtica verdad de las cosas. El referente simbólico de este tipo de prácticas consiste en que los hechos casi hablan por sí mismos. En general, cabe decir que los consumidores tienen derecho a saber cómo son en realidad los alimentos que consumen o pueden llegar a consumir. En especial, cuando se trata de productos acerca de los cuales habrían surgido algunas preocupaciones concernientes a la salud humana y el medio ambiente. De este modo, resulta que la importante conclusión a la que se ha llegado en este apartado es que es casi evidente que los ciudadanos deberían estar bien informados acerca de las distintas características que definirían a los OMG. Sin embargo, y aquí reaparece uno de los problemas más relevantes y sustantivos, no parece quedar muy claro en qué consisten las distintas características que definirían mejor la identidad real de los OMG.

5. El sistema de patentes

En lo que sigue expongo y analizo el conflicto social, político y económico específico desatado en torno al actual sistema de patentes relativo a los productos y las técnicas de la nueva ingeniería genética. En concreto, esta discusión social, política y económica específica radica en si, por un lado, debiera considerarse que el actual sistema de patentes ligado a la nueva ingeniería genética es justo y adecuado, por

suponerse que éste contribuiría de una manera positiva al progreso de la ciencia, la tecnología y la sociedad en general, o si, en cambio, debiera entenderse que este sistema de patentes es injusto e inadecuado, debido a que éste contribuiría de una manera negativa al progreso de la ciencia, la tecnología y la sociedad en su conjunto. De modo que en relación con esta controversia social, política y económica especifica la labor principal consiste en procurar evidenciar algunas de las tensiones más importantes que, cuando menos de momento, parecen dificultar de una manera notable la obtención de un consenso dialogado en relación con hasta qué punto resulta justo o adecuado el actual sistema de patentes y los respectivos derechos de propiedad intelectual ligados a la nueva ingeniería genética.

I

En general, una patente consiste en un conjunto de derechos que determinadas leyes conceden al inventor de un producto o de una técnica específica. Por inventor se entiende así a todas aquellas entidades, ya sean personas físicas o sujetos jurídicos como empresas o instituciones, creadoras de una aplicación, una técnica o un producto que tendría como principal característica la novedad. El conjunto de derechos consiste, en este caso, en el reconocimiento legal de la exclusividad respecto a la producción, la venta y la utilización industrial o lucrativa del objeto de la respectiva patente. De manera habitual, la patente tiene una duración que transcurre de entre los 17 a los 20 años. De este modo, el derecho de patente sobre una invención se otorgaría como contrapartida de, por un lado, una completa revelación de la información científica y técnica respectiva y de, por otro lado, un acceso efectivo al invento por las comunidades científicas y técnicas en particular y por las sociedades en general. En el caso de los cultivos transgénicos, por ejemplo, todas estas consideraciones implican que los diversos agricultores deberían pagar determinados *royalties* o derechos de autor a los distintos propietarios de las patentes por el uso de determinadas semillas modificadas genéticamente.

En este sentido, cabe recordar que fue Thomas Jefferson quien, ya hace más de 200 años, introdujo la primera ley de patentes en EEUU. En términos generales, esta ley permitió a los inventores norteamericanos patentar cualquier tipo de composición, máquina, proceso o técnica nueva y útil. La primera patente sobre un OMG en EEUU se solicitó en 1971. Tras nueve años de litigio, en 1980, la

cuestión sobre las patentes de la vida animal fue resuelta con una famosa sentencia de la Corte Suprema de EEUU en el denominado caso de Diamond contra Chakrabarty. En esta ocasión, la Corte Suprema dictaminó que una forma de vida, en este caso concreto una bacteria modificada genéticamente para digerir determinados derivados del petróleo, sí podría ser patentada por sus respectivos inventores. En este caso se utilizó el argumento según el cual, mientras no se demostrara lo contrario, es patentable todo lo que está hecho por el hombre bajo el sol. En este sentido Warren Burger, quien por entonces fuera el responsable de Justicia, declaró que la distinción pertinente no sería tanto entre las cosas animadas o inanimadas sino más bien si los diversos organismos vivos pueden ser considerados o no como unas invenciones humanas. El problema central consistiría, en suma, en si debería considerarse a un organismo vivo como una invención humana en sentido estricto. De hecho, la polémica quedó servida cuando el supuesto inventor de la bacteria, Ananda Chakrabarty, admitió en público que él simplemente había barajado los genes y combinado las bacterias ya existentes. Era, según expresó el propio Chakrabarty, como enseñar unos trucos nuevos a un gato doméstico.

La primera patente sobre un animal fue obtenida en el año 1987 por un biólogo de la Universidad de Harvard. Este investigador trabajaba en una investigación financiada por la empresa transnacional DuPont. El animal patentado en cuestión fue el onco-ratón, llamado también *onco-mouse*, que es un ratón modificado genéticamente con la finalidad oficial de predisponerle, a él mismo y a todos sus posibles descendientes, a desarrollar la enfermedad del cáncer. Con ello, se sostuvo que se facilitaba de una manera notable que los científicos y técnicos expertos respectivos pudieran investigar acerca de la naturaleza de dicha enfermedad. Esta misma patente se extendería también a cualquier otro animal modificado genéticamente con genes que causen esta misma enfermedad.

En la UE, por su parte, el régimen de patentes sobre variedades vegetales y animales es, ciertamente, mucho menos permisivo y flexible que el existente en lugares como EEUU o Japón. En este sentido, en la UE han convivido hasta fechas muy recientes dos sistemas de protección de las patentes sobre vegetales. Uno de estos sistemas estaba fundamentado en el Convenio sobre Patentes Europeas firmado en el año 1993. El otro sistema estaba fundado en el Reglamento 2100/94 de julio de 1994. Sin embargo, en julio de 1998 se

aprobó y publicó la Directiva 98/44/CE sobre protección de las investigaciones en materia de la nueva ingeniería genética que vino a actualizar lo que desde los años ochenta reclamaban de una forma insistente las distintas compañías industriales. Según esta nueva directiva, por ejemplo, es patentable cualquier invención susceptible de aplicación industrial, incluso cuando ésta tenga por objeto un producto que esté compuesto o que contenga materia biológica o un procedimiento mediante el cual se produzca, transforme o utilice la materia biológica en cuestión. En cualquier caso, desde el punto de vista de la legalidad internacional, las cuestiones más importantes relacionadas con los llamados Derechos de Propiedad Intelectual (DPI) se rigen en virtud de los denominados *Trade Related Intellectual Property Rights* (Derechos de Propiedad Intelectual Relacionados con el Comercio) (TRIPS) establecidos desde 1994 por la GATT-OMC.

II

De manera que quienes se muestran partidarios de la libre proliferación mundial de los OMG acostumbran a mostrarse de igual modo partidarios de lo que implicarían los actuales sistemas de patentes. Pues, en términos generales y según estos mismos grupos sociales, el sistema de patentes sería uno de los instrumentos legales más adecuados y poderosos para garantizar, por un lado, el necesario progreso constante de la nueva ingeniería genética en particular y, por otro lado, el deseable bienestar de las sociedades occidentales actuales en general.

Como he señalado, el sistema de patentes es un mecanismo legal orientado hacia la protección de la propiedad intelectual que concede unos derechos exclusivos sobre una invención al autor de ésta. En principio, parecería así que es muy complejo aplicar la normativa de patentes a los seres vivos. Pues es casi evidente que ningún ser vivo habría sido totalmente inventado o creado a partir de la nada. Sin embargo, la industria de la nueva ingeniería genética afirma que, por ejemplo, bien aislar de su entorno natural, o bien reproducir la materia biológica, constituirían unos actos inventivos inequívocos que ciertamente deberían quedar protegidos de una forma adecuada por el actual régimen de patentes.

De forma que, como dicen los grupos sociales partidarios de la libre proliferación mundial de los OMG, los derechos de las respectivas patentes no se concederían, por así decir, a cambio de nada. Pues

resulta que tales derechos de propiedad sólo serían otorgados como consecuencia de hacer pública la información respectiva y permitir el libre acceso efectivo a los inventos realizados. En esta línea, por ejemplo, se sostiene que la alternativa al actual sistema de patentes sería poco menos que retroceder al poco deseable secretismo industrial más propio de aquellas sociedades escasamente desarrolladas. De este modo, el actual sistema de patentes sería considerado como un instrumento muy justo y adecuado para la garantía de la innovación, el desarrollo y el progreso de la investigación en particular y de las sociedades occidentales actuales en su conjunto.

No obstante, se sostiene, el sistema de patentes europeo no sería todo lo adecuado que debiera ser. Según los agentes sociales partidarios de los productos y las técnicas de la nueva ingeniería genética, la situación legal europea expresaría de una manera clara cómo esta región se estaría quedando muy atrasada respecto a otros lugares como EEUU o Japón. En este sentido, se interpreta que las patentes serían un requisito necesario e imprescindible para potenciar de un modo adecuado las investigaciones científicas y el desarrollo tecnológico. Se afirma así que si no se protegen mejor los derechos de los investigadores comunitarios, a estos científicos no se les dejará otra opción vital y profesional que emigrar a otros lugares, como EEUU o Japón, donde sí se tendrían realmente en consideración tales circunstancias y necesidades. De modo que si las innovaciones europeas no se protegen de una manera suficiente y adecuada desde el punto de vista legal, profesional y económico, a los investigadores europeos más competentes y diestros no les quedaría otra opción que desplazarse, y con ellos los beneficios que éstos podrían reportar a las empresas y a las actuales sociedades en general, a otros lugares en los que este tipo de personal altamente cualificado acostumbra a ser mucho más motivado, recompensado y reconocido.

De igual modo, los colectivos sociales partidarios de la libre circulación mundial de los OMG argumentan que los comentados DPI representarían un incentivo económico y social muy poderoso para que las empresas tanto privadas como públicas se esfuercen de una manera intensa y constante en la producción de las necesarias innovaciones científicas y técnicas. Pues se entiende así que estas innovaciones científicas y técnicas actuarían como auténticos disparadores para el desarrollo permanente de las economías nacionales y para el respectivo progreso del conjunto de las sociedades actuales. De hecho, se sostiene,

sin los debidos derechos de patentes muchos de los conocimientos y de las tecnologías actuales difícilmente se habrían podido producir, desarrollar, aplicar y difundir. Pues si las respectivas empresas han invertido grandes sumas de capital económico para promover la investigación, esto se debería sobre todo a que estas mismas empresas tendrían realmente la expectativa de que los sistemas de patentes posibilitan recuperar, en un futuro más o menos próximo, las respectivas inversiones realizadas. De forma que sin los respectivos sistemas de patentes los desarrollos vigentes en el campo disciplinar de la nueva ingeniería genética en particular y en relación con el conjunto de la investigación científica en general serían poco menos que impensables.

III

Sin embargo, el actual sistema de patentes no sólo ha movilizad a determinados grupos sociales partidarios. Es más, resulta casi evidente desde un punto de vista sociológico que si existen determinados colectivos sociales que consideran conveniente afirmar en público lo justo o lo adecuado de este mismo sistema de patentes ello podría comprenderse y explicarse en gran medida como una reacción frente a otras posiciones ciertamente divergentes o incluso opuestas. De este modo, por ejemplo, se sostiene que las diversas innovaciones o invenciones científicas y técnicas asociadas a los alimentos transgénicos en ningún caso son innovaciones o invenciones humanas en sentido estricto. Se califica así de superficial y de engañoso a aquel argumento que iguala las diferencias provocadas por un proceso de varios cientos de miles de años de selección, por ejemplo en los cultivos más antiguos como el trigo y la cebada, con un producto consecuencia de la inserción forzada de un número variable de genes foráneos. En consecuencia, se afirma que el argumento central que defiende el registro de estas patentes ignoraría, en primer lugar, que la totalidad de los genes ya estarían en las plantas antes de que los ingenieros genéticos decidan intervenir sobre un número muy escaso de ellos y, en segundo lugar, que esta herencia genética sería el resultado de varios cientos de miles de años de evolución que, en todo caso, sería patrimonio de toda la humanidad.

De modo que los genes no deberían tratarse como meras mercancías a valorar sólo en términos de rentabilidad económica sino más bien como un patrimonio del conjunto de la humanidad. De forma

que una cosa sería patentar determinadas técnicas o invenciones humanas, y otra cosa bien diferente sería patentar material genético que en modo alguno debería equipararse a una creación humana en sentido estricto. Se reconoce así que el sistema de patentes podría ser una herramienta útil para estimular la invención o el desarrollo científico y tecnológico. No obstante, se afirma que este sistema legal no debería extenderse nunca al material biológico de las plantas o los animales. Pues los organismos vivos serían algo cualitativa y esencialmente diferente a las invenciones científicas y técnicas específicas para cuya protección se crearon y se desarrollaron dichos sistemas de patentes.

En segundo lugar, se sostiene que el problema del hambre en el mundo no sería tanto un problema de escasez física de los alimentos sino un problema de naturaleza política y económica. De forma que las dificultades no se producirían en relación con la producción de la tierra o las semillas en sí mismas sino en relación con el acceso a la tierra y a las semillas. Pues los costes tan elevados de las nuevas tecnologías harían a éstas poco menos que inaccesibles para los programas públicos de investigación y de mejora de las semillas. De este modo, el control del sector agroalimentario quedaría en manos de un número muy pequeño de grandes compañías agroquímicas que se esforzarían por acaparar los mercados mundiales para así incrementar sus beneficios económicos. De igual modo, el elevado precio y las características genéricas de las semillas patentadas y de los herbicidas asociados a su cultivo sólo beneficiarían a las explotaciones más mecanizadas y poderosas. El resultado sería una clara marginación de los pequeños agricultores y ganaderos locales. Con lo cual, con este tipo de tecnologías no se contribuiría a solucionar los problemas del hambre en el mundo sino que se pondría en peligro el medio de subsistencia de una gran parte de la población mundial que todavía vive de la agricultura y la ganadería en pequeña escala. De forma que el Acuerdo sobre TRIPS de la GATT-OMC sería percibido como un tratado internacional con objetivos esencialmente comerciales al servicio de un grupo muy reducido y poderoso de empresas. En consecuencia, los cultivos transgénicos y la tendencia al monopolio de las semillas mediante el actual sistema de patentes no contribuirían de un modo muy positivo a solucionar los problemas del hambre y de la mala nutrición en los países más pobres del planeta sino que representarían una amenaza real para las comunidades más pobres del mundo que

todavía viven de la práctica en pequeña escala de la agricultura y la ganadería.

En tercer lugar, los detractores de este tipo de productos y prácticas advierten que las continuas concesiones de los derechos de patentes podrían estar frenando el desarrollo de las innovaciones más que estimulándolas. De este modo, los comentados DPI podrían entenderse en gran medida como un conjunto de recursos orientados a obstaculizar el flujo de información y de conocimiento relativos a la fabricación o la aplicación de determinados productos y artefactos. De hecho, los DPI generarían un factor distorsionador de los mercados que, en lugar de promover la investigación y el desarrollo científico y tecnológico para el bien de toda la sociedad, tendrían el potencial de transformar lo que en otras circunstancias sería un espacio donde se compartiría la información y el conocimiento disponible, como ocurre por ejemplo en algunas de las llamadas sociedades primitivas o tradicionales, por una actividad caracterizada sobre todo por unos secretos muy celosamente ocultados y protegidos cuya única finalidad sería el lucro económico de determinados grupos empresariales. Se indica así que el actual sistema de patentes, en lugar de contribuir al auténtico desarrollo científico y tecnológico de la humanidad, sólo serviría para impulsar, consolidar y rentabilizar todavía más los distintos productos de las grandes empresas transnacionales.

De forma que el sistema de patentes contribuiría sobre todo al incremento de los beneficios económicos de las empresas más poderosas y a la marginación de los pequeños agricultores y ganaderos. En virtud de este régimen de patentes, diversas empresas del sector agroalimentario acostumbran a prohibir a los agricultores y los ganaderos respectivos guardar una parte del total de las semillas producidas y cosechadas. El resultado sería que estos agricultores y ganaderos se verían desposeídos del derecho fundamental de guardar estas semillas para poder así sembrarlas con posterioridad. No obstante, lo que las grandes empresas no acabarían de reconocer en público es que la semilla no sería tanto un simple producto de consumo como un importante medio de producción y de supervivencia³⁰. En consecuencia, se denuncia que la finalidad prioritaria de esta estrategia

³⁰ Cfr. Kloppenburg, Jack. (1988). *First the Seed*, Cambridge, England, Cambridge University Press.

empresarial consistiría en procurar obligar a los pequeños agricultores y ganaderos a tener que comprar anualmente el respectivo suministro de las semillas. De modo que la concesión de las patentes repercutiría sobre todo en un claro menosprecio de los derechos de los pequeños agricultores y ganaderos de los países menos industrializados del planeta.

En cualquier caso, quedaría bien claro que los pueblos indígenas y las comunidades locales serían los grandes perdedores. Por ejemplo, resulta que los mayores niveles de diversidad genética se encuentran en los países del llamado Tercer Mundo. De hecho, la mayor parte de los recursos genéticos mundiales provienen de estas regiones del planeta³¹. En este contexto, por tanto, una estrategia empresarial bien consolidada consiste en enviar a algunos de los investigadores a estas áreas del planeta en busca de valiosas sustancias, organismos, productos o técnicas. Para lo cual, por supuesto, se servirían de la experiencia y del conocimiento tradicional de los diversos pueblos indígenas. En términos generales, estos científicos y técnicos se dedicarían a tomar una serie de muestras que luego enviarían a sus respectivos laboratorios. Más tarde, es en los laboratorios de occidente donde se aíslan y se clasifican los principios activos o las secuencias genéticas para, por último, poder patentar lo que estos expertos suponen y afirman como sus propias creaciones, invenciones o descubrimientos. Cabe decir así que para las empresas transnacionales más poderosas este tipo de prácticas se conoce como bioprospección.

En cambio, para quienes se movilizan en contra de este tipo de discursos y prácticas, la palabra adecuada no sería tanto bioprospección como biopiratería. Para estos últimos, estos discursos y prácticas representan una clara estrategia de expropiación no retribuida de los conocimientos de las comunidades locales. Es decir, una inequívoca apropiación indebida de los conocimientos tanto teóricos como prácticos de los pueblos indígenas y de las sociedades tenidas como

³¹ Según las organizaciones internacionales *World Wide Fund for Nature* (WWF) e *International Union for the Conservation of Nature* (UICN), los 17 países de mayor riqueza biológica del mundo conservarían entre el 60 y el 70% del total de las plantas superiores existentes en todo el planeta. En orden decreciente, éstos llamados países o centros de mega-biodiversidad serían los siguientes: Brasil, Indonesia, Colombia, México, Australia, Madagascar, China, Filipinas, India, Perú, Nueva Guinea, Ecuador, EEUU, Venezuela, Malasia, Sudáfrica y República Democrática del Congo.

primitivas o tradicionales. De este modo, podría darse el caso casi paradójico en virtud del cual las propias comunidades locales terminarían pagando a las empresas por el derecho a cultivar unas semillas que formarían parte de su patrimonio natural. La posible paradoja se tornaría más injusta, si cabe, cuando a estos pueblos indígenas se les impediría guardar estas mismas semillas para las siembras posteriores³².

El argumento central movilizado aquí consiste, por tanto, en que la humanidad sería sobre todo la inquilina de la naturaleza y no su legítima propietaria. De modo que los seres humanos concretos nunca deberían declararse como los propietarios exclusivos de aquello que en rigor no les pertenece. Se afirma así que nadie debería ser dueño y señor de los múltiples recursos biológicos que existen en la naturaleza excepto la propia naturaleza o, a lo sumo, la totalidad de la humanidad. Pues quedaría bien claro que los seres humanos no podrían transformar unas cosas sin vida en otras cosas con vida. De forma que la vida en general y los organismos vivos en particular no deberían considerarse como las creaciones o los inventos de determinados investigadores o grupos empresariales. El sistema de patentes habría sido diseñado en un inicio para la protección de los inventos mecánicos, por lo que la aplicación actual del sistema de patentes a los distintos organismos vivos vegetales y animales representaría una clara tergiversación de este mismo sistema. En consecuencia, los colectivos sociales detractores de la nueva ingeniería genética denuncian con mucha frecuencia que la diversidad biológica nunca debería ser objeto de prácticas cuya única finalidad sería la privatización de los conocimientos y el lucro económico de un número muy reducido y poderoso de grupos empresariales³³.

IV

Con lo cual, una de las primeras reflexiones que puede realizarse sobre el actual sistema de patentes, y respecto a su contribución a la libre proliferación mundial de los diversos productos transgénicos,

³² Cfr. Shiva, Vandana. (2001/1997). *Biopiratería. El saqueo de la naturaleza y del conocimiento*, Barcelona, Icaria Antrazyt, en especial, pp. 89-110.

³³ Cfr. Khor, Martin. (2003). *El saqueo del conocimiento. Propiedad intelectual, biodiversidad, tecnología y desarrollo sostenible*, Barcelona, Icaria, Intermón Oxfam, por ejemplo, pp. 20-22.

consiste en que, en principio y por muy evidente que esta cuestión pudiera parecer, ningún tipo de productos o de técnicas que puedan entrañar unas consecuencias humanas o ambientales muy adversas deberían ser objeto del actual sistemas de patentes. Sin embargo, como mostraré en el capítulo cuarto, si algo resulta ciertamente evidente en esta controversia general es lo poco evidente de la afirmación que sostiene que los distintos productos transgénicos no entrañarían posibles riesgos adversos específicos o inherentes para la salud humana o el medio ambiente.

Una segunda dificultad que entorpecería de una manera notable la obtención de un acuerdo dialogado sobre lo adecuado o no del actual sistema de patentes es que resulta muy complejo dilucidar, por un lado, hasta qué punto los derechos de patentes favorecen el progreso científico y tecnológico. O, por otro lado, lo que seguramente resulta todavía más importante, en qué grado específico el progreso científico y tecnológico promueve el progreso de las sociedades actuales en su conjunto. Pues queda claro que los sistemas de patentes actuales otorgan a las compañías transnacionales más grandes y poderosas unos derechos y unos privilegios de producción y de explotación que son, como por ejemplo ha señalado la ecologista Isabel Bermejo, por un lado exclusivos y por otro lado excluyentes³⁴. De modo que dadas las repercusiones más o menos evidentes que el actual sistema de patentes tiene sobre los diversos colectivos sociales, queda bien claro que apostar por dicho sistema significa apostar también por un determinado estilo de vida. Es decir, que apostar por el actual sistema de patentes equivale a apostar también por un régimen bien específico de ganadores y perdedores, de vencedores y vencidos o de incluidos y excluidos. En consecuencia, no parece muy desacertado sostener que apostar por la nueva ingeniería genética y por el actual sistema de patentes que la impulsa, la protege y la consolida implica poco menos que apostar de un modo más o menos consciente o estratégico por un determinado estilo de vida y de sociedad³⁵.

³⁴ Cfr. Bermejo, Isabel. (2001). «Prólogo. Las patentes sobre la vida», a Shiva, Vandana. (2001/1997). *Biopiratería. El saqueo de la naturaleza y del conocimiento*, Barcelona, Icaria Antrazyt, pp. 9-17, en especial, p. 11.

³⁵ Cfr. George, Susan. (2001/1999). *Informe Lugano*, Barcelona, Icaria, Intermón Oxfam, en especial, pp. 28-33.

De forma que una tercera reflexión que cabría realizar para comprender y explicar de una manera adecuada o plausible por qué, cuando menos de momento, no existe un consenso dialogado sobre lo justo o lo adecuado del actual sistema de patentes puede orientarse hacia el análisis de algunos conceptos clave que, en principio, no aparentarían albergar ningún tipo de problemas. En concreto, me refiero a los conceptos de creación, invención o descubrimiento. En este caso, como en tantos otros casos análogos, claro está, una de las cuestiones más sustantivas consiste en cómo saber quiénes son los auténticos inventores o descubridores de la realidad. Se trata, por tanto, de procurar esclarecer quiénes saben y quiénes, debido en gran medida al hecho de no participar de los supuestos, los métodos y los recursos humanos y económicos de la ciencia occidental actual, se da por sentado que no saben o que, como mucho, sólo se dedican a intuir o balbucear. De modo que, como por ejemplo ha puesto de relieve la física y ecologista Vandana Shiva, los diversos conocimientos teóricos y prácticos sólo recibirían el reconocimiento respectivo de los derechos de propiedad intelectual cuando éstos ya han sido producidos, desarrollados o registrados por los hombres que pertenecen y representan a la ciencia de occidente³⁶.

De este modo, el comentado problema primordial sobre quiénes son los verdaderos inventores y descubridores de las sustancias, las especies, los productos y las técnicas se complica de una manera notable cuando, por ejemplo, se tiene bien en cuenta que, en efecto, casi siempre es una de las partes en litigio la que sale victoriosa de la disputa. Pues casi siempre es una de las partes en controversia la que se ocupa de definir las reglas del juego y, por así decir, la que se encarga también de dictaminar cuál es la opción que merece salir triunfante de los constantes y múltiples enfrentamientos³⁷. En consecuencia, debo

³⁶ Cfr. Shiva, Vandana. (2001/1997). *Biopiratería. El saqueo de la naturaleza y del conocimiento*, Barcelona, Icaria Antrazyt, en especial, pp. 75-81.

³⁷ Sin embargo, las controversias sobre quiénes son los auténticos innovadores o descubridores de la realidad no sólo podrían acontecer entre, por un lado, las comunidades científicas o tecnológicas, los grupos empresariales y las instituciones políticas de los países occidentales actuales y, por otro lado, los pueblos indígenas o las comunidades locales de las sociedades no occidentales y menos industrializadas. De hecho, un ejemplo de cómo esta misma batalla podría enfrentar, en esta ocasión, a diferentes entidades empresariales entre sí es el caso de la disputa en torno a la patente de una soja transgénica. Por resumir estos hechos, decir que la empresa ligada

apuntar que, de acuerdo por ejemplo con autores como Foucault, Bourdieu o Bauman, una de las cuestiones sociológicas más relevantes no consistiría tanto en procurar esclarecer hasta qué punto resultan genuinamente verdaderos o válidos los diversos sistemas de percepción, representación u ordenación de la realidad social y natural. Pues queda bien claro que una de las dimensiones sociológicas seguramente más importantes consiste en procurar dilucidar cuál sería la distribución de poder que emanaría de un modo poco menos que constitutivo o irremediable de cada uno de estos mismos sistemas de observación, representación e intervención³⁸.

6. El problema del hambre en el mundo

El propósito de este apartado consiste en mostrar y analizar una de las discusiones sociales más relevantes y acaloradas que conforman la controversia social, política y económica general en torno a la libre proliferación mundial de los distintos OMG. En concreto, la cuestión central radica en dilucidar hasta qué punto la proliferación intencionada de los productos transgénicos podría contribuir a solventar los graves problemas del hambre y de la mala nutrición que, por desgracia, padece una parte muy importante de las personas de los países menos industrializados del mundo. En este sentido, el objetivo más importante y específico consiste en evidenciar cómo el problema social, político y económico de si la estabilización mundial de los productos transgénicos contribuye de un modo positivo o negativo a la lucha contra el hambre

a la nueva ingeniería genética Agrocentus obtuvo en 1994 una patente muy amplia que cubría la mayoría de la soja modificada genéticamente. Con posterioridad, la empresa Monsanto cuestionó esta misma patente otorgada a la compañía Agrocentus utilizando el argumento muy habitual de que la supuesta invención carecía en rigor de un auténtico paso inventivo. Empero, cabe decir que las aguas volverían a su cauce cuando, por un lado, Monsanto compró y engulló a la propia empresa Agrocentus, y con ella a su valiosa patente sobre la soja transgénica en cuestión, y cuando, por otro lado, esta misma empresa pareció olvidar de repente tanto su protesta política, económica y legal como su respectivo argumento, en principio, exclusivamente científico y técnico. Cfr. Khor, Martin. (2003). *El saqueo del conocimiento. Propiedad intelectual, biodiversidad, tecnología y desarrollo sostenible*, Barcelona, Icaria, Intermón Oxfam, en especial, p. 26.

³⁸ Cfr. Bauman, Zygmunt. (1996/1991). «Modernidad y ambivalencia», en Beriain, Josexo. (Ed.). *Las consecuencias perversas de la modernidad. Modernidad, contingencia y riesgo*, Barcelona, Anthropos, pp. 73-119, en especial, p. 91.

en el mundo se encuentra subordinado a un problema, al parecer, exclusivamente racional y experimental. En concreto, esta otra cuestión de naturaleza, al parecer, exclusivamente científica y técnica se refiere, por tanto, a si los alimentos transgénicos en cuestión entrañarían o no posibles consecuencias adversas tanto para la salud humana como para el medio ambiente en general.

I

En relación con este problema particular, uno de los argumentos más esgrimidos por los colectivos sociales partidarios de la libre proliferación mundial de los OMG consiste en que gracias a las técnicas de la nueva ingeniería genética se habrían alcanzado algunos logros muy importantes. Se sostiene así que se habrían generado expectativas muy esperanzadoras para, por ejemplo mediante el uso de técnicas como la terapia génica, posibilitar la curación de enfermedades como la talasina, la hemofilia, la fibrosis, la quística o la enfisema hereditaria. De igual modo, sostienen estos grupos sociales, las nuevas técnicas del ADNr estarían permitiendo, por ejemplo, producir unas proteínas terapéuticas en la leche de las vacas, las ovejas y las cabras transgénicas que, en un futuro más o menos próximo, podrían contribuir de una forma decisiva a la lucha contra muy diversas enfermedades y situaciones problemáticas.

Otro de los argumentos principales utilizados por los partidarios de la libre circulación global de los alimentos transgénicos afirma que el crecimiento progresivo de la población mundial no dejaría otra opción que la ofrecida por las técnicas de la nueva ingeniería genética. De esta forma, optar por la nueva ingeniería genética supondría poco menos que un imperativo científico y tecnológico. Pues la producción agrícola en el mundo tendría que aumentar de una manera realmente significativa para poder sustentar así a una población en crecimiento progresivo e imparable. Los cálculos realizados por la industria de la nueva ingeniería genética, que en cierto modo recordarían a las tesis de Malthus, señalan por ejemplo que para el año 2050 la población mundial rondará los 11.000 millones de personas, según una razón de crecimiento del 2 por 100 anual. Sin embargo, se calcula que la producción de alimentos sólo aumentaría en torno al 1 por 100.

De este modo, quedaría claro que no existiría otra opción social, política y económica que la de los nuevos alimentos transgénicos. Pues la industria de los alimentos tradicionales no se encontraría realmente

capacitada para obtener tales cuotas de producción para alimentar a toda la población mundial. La consecuencia sería que la nueva ingeniería genética representaría una de las herramientas más exitosas y eficaces para la solución de los graves problemas del hambre y de la mala nutrición existentes en determinadas zonas del planeta. Pues se afirma que la nueva biotecnología, primero, desarrollaría unos productos con resistencias frente a las plagas, los herbicidas y los insecticidas, segundo, proporcionaría unas semillas que podrían ser cultivadas en situaciones muy adversas y, tercero, incrementaría de una manera muy significativa el volumen de las cosechas mundiales. De forma que el grave problema del hambre en el mundo demandaría una solución que no tendría otra alternativa que pasar por la manipulación genética de los productos alimenticios. Con lo cual, descartar esta herramienta tan eficaz debido a supuestos perjuicios o riesgos asociados a los alimentos transgénicos supondría poco menos que mirar de una forma muy egoísta hacia otro lado y contribuir gravemente a retrasar las tan necesarias soluciones científicas y tecnológicas. Según ha declarado por ejemplo un representante de la empresa transnacional Monsanto en relación con el problema de la aceptación social de los productos de la nueva ingeniería genética: «Retardar su aceptación es un lujo que nuestro mundo hambriento no puede permitirse»³⁹.

En tercer lugar, quienes aúnan sus esfuerzos en defensa de este tipo de productos y prácticas de producción sostienen que las distintas empresas transnacionales del sector agroalimentario no serían tan ajenas a los graves problemas sociales y políticos que existen en el mundo como mostraría por ejemplo la imagen tan distorsionada transmitida a la opinión pública por algunos de los grupos ecologistas más alarmistas y radicales. De hecho, se afirma que la nueva ingeniería genética, cuyos logros habrían sido posibles gracias a los recursos humanos y financieros aportados por los grandes grupos empresariales, podría servir para contribuir de una manera muy positiva y solidaria a combatir el grave problema del hambre en la Tierra. De hecho, Robert Shapiro, quien fuera el director ejecutivo de la empresa transnacional

³⁹ Monsanto. (1998). Campaña de publicidad de Monsanto para la Unión Europea de junio de 1998. Tomado del trabajo: Anderson, Luke. (2001/1999). *Transgénicos. Ingeniería genética, alimentos, y nuestro medio ambiente*, Madrid, Gaia, Proyecto 2050, p. 51.

Monsanto, señaló lo siguiente en el año 1996: «El desarrollo sostenible constituirá el eje principal de todo lo que hagamos»⁴⁰.

De esta forma, debido sobre todo a que la nueva ingeniería genética representaría una herramienta claramente eficaz y digna de ser tenida en consideración, las empresas de este sector habrían asumido la responsabilidad notable de seguir investigando con nuevas técnicas y productos para así poder aportar más y mejores conocimientos y soluciones. Como por ejemplo se muestra en un documento de la empresa Monsanto enviado por esta compañía transnacional a diversos líderes de los países menos industrializados del planeta para su ratificación posterior: «En extensas explotaciones de Europa y EEUU los cultivos se desarrollan suministrando a la población alimentos abundantes. Pero en otras partes del mundo, la población tiene que hacer frente cotidianamente al hambre. Buscar nuevas soluciones para la demanda mundial de alimentos y, a la vez, conservar el equilibrio ecológico del planeta son quizás los grandes retos del próximo siglo. Compartimos este planeta, compartimos las mismas necesidades. En la agricultura, muchas de las necesidades tienen un aliado de futuro en la biotecnología. Cultivos más abundantes y sanos. La producción más barata. La reducción del uso de plaguicidas y de combustibles fósiles. Un medio ambiente más limpio. Con estos avances prosperaremos. Sin ellos será imposible avanzar. En el siglo próximo tendremos que producir más alimentos y producirlos más económicamente que hoy en día. La tierra, menos fértil, tiene que rendir más y para esto tenemos que aplicar nuevas técnicas —el abuso y la erosión han causado un efecto negativo—. Para reforzar nuestras economías, tenemos que producir nuestros alimentos sin depender de los demás. La biotecnología agrícola asumirá un papel importante para llenar nuestras esperanzas. La aceptación de esta técnica científica puede dar lugar a un cambio drástico en las vidas de millones de personas. Las semillas del futuro ya están sembradas. Déjalas crecer. Y luego la cosecha

⁴⁰ La cita se ha tomado del trabajo: Bruno, Kenny. (1998). «El fracaso del “marketing” de Monsanto», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, pp. 39-45, en particular, p. 44.

comenzará. Porque la producción segura de alimentos asegura una vida y un futuro mejor para todos»⁴¹.

En esta línea, uno de los argumentos de mayor peso movilizados por los grupos sociales partidarios de la opción que representan los OMG consiste en afirmar que con las nuevas técnicas del ADN_r se obtienen alimentos con unos niveles de producción realmente superiores a los de los alimentos convencionales. De este modo, por ejemplo, según la empresa transnacional Monsanto, en el año 1998 su soja *Roundup Ready* (RR) tuvo un rendimiento medio de 37,5 hectolitros por hectárea. Se habría superado así a la soja convencional o no-transgénica en un 10 por 100. En cualquier caso, queda claro que, para Monsanto, los alimentos transgénicos serían muy superiores a los productos tradicionales en casi todos los aspectos. En producción, en resistencia a los herbicidas y los insecticidas, en sabor, en aspecto físico, en aroma y en casi todo tipo de propiedades nutritivas. Pues resulta casi evidente que estos nuevos productos habrían sido diseñados específicamente para ello.

De igual modo, los defensores de estos productos y prácticas también hablan de ventajas sociales y económicas desde el punto de vista del empleo. En esta línea, según un Informe econométrico realizado en el año 1997 por unos investigadores de la *University of Sussex's Science Policy Research Unit*, en el Reino Unido, resulta que el aumento del número de hectáreas cultivadas con productos transgénicos conduciría en la mayoría de los casos a un incremento notable de la mano de obra en el sector de la agricultura.

En consecuencia, se denuncia que los críticos con la nueva ingeniería genética serían, pues, el símbolo viviente del egoísmo, la insensibilidad, la irresponsabilidad y la insolidaridad con las personas más pobres de los llamados Países Menos Desarrollados (PMD) o Países en Vías de Desarrollo (PVD). Este hecho sería así porque los grupos de ecologistas más radicales y extremistas, aunque ellos quizá no sean muy conscientes de ello, serían quienes, con sus alarmistas e irresponsables protestas sin fundamento racional y experimental alguno, realmente estarían impidiendo combatir con seriedad y decisión el grave problema del hambre en el mundo. Con lo cual, se afirma que

⁴¹ Este documento está incluido en el texto: Bruno, Kenny. (1998). «El fracaso del “marketing” de Monsanto», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, pp. 39-45, en particular, p. 42.

los detractores de la nueva ingeniería genética habrían caído en una equivocación muy importante. Este error sustantivo habría consistido en que se habría intentado politizar un problema que sería, según éstos, exclusivamente científico y técnico. Como por ejemplo ha indicado Norman E Borlaug, quien fuera considerado el padre de la llamada segunda revolución verde: «La oposición ecologista a los transgénicos es elitista y conservadora. Las críticas vienen, como siempre, de los sectores más privilegiados: los que viven en la comodidad de las sociedades occidentales, los que no han conocido de cerca las hambrunas. Yo fui ecologista antes que la mayor parte de ellos. Me gusta discutir con ellos sobre cuestiones medioambientales. Pero son excesivamente teóricos, y tienen más emoción que datos»⁴².

De manera que si los miembros de los distintos grupos ecologistas se oponen con tanta firmeza a este tipo de productos y prácticas, quedaría bien claro que éstos no lo harían conducidos por los resultados hipotéticos de unos estudios propiamente racionales y empíricos sino animados por unas discrepancias de naturaleza esencialmente política, ética, emotiva o económica. En palabras de Henry Miller: «[Los grupos sociales detractores de la nueva ingeniería genética] dan tormento a la lógica y a la ciencia para manipular la legislación con el objetivo de dificultar el uso de una tecnología que no les gusta por razones no científicas»⁴³.

En consecuencia, se sostiene que todo el mundo debería saber que, en realidad, los múltiples logros de la ciencia y la tecnología serían meros instrumentos al servicio de la humanidad y que, por tanto, éstos deberían ser socialmente considerados como social, política y económicamente desinteresados y avalorativos. De este modo, se denuncia que oponerse a los productos de la nueva ingeniería genética supondría poco menos que combatir los distintos logros de las innovaciones científicas y técnicas en general y, en suma, dar la espalda injustamente al necesario progreso social, político y económico del conjunto de la humanidad.

⁴² La cita se ha extraído del artículo: Sampedro, Javier. (2000). «La oposición ecologista a los transgénicos es elitista y conservadora», en *El País*, a 12 de febrero de 2000. Consúltese de igual modo: Borlaug, Norman E. (1999). «Los ecologistas extremistas impiden erradicar el hambre», en *El País*, a 28 de octubre de 1999.

⁴³ Miller, Henry I. (1999). «Substantial Equivalence. Its Uses and Abuses», en *Nature Biotechnology*, 17, p. 1042. Los corchetes son añadidos.

II

De manera bien diferente, para los grupos sociales detractores de la nueva ingeniería genética quedaría bien claro que la estabilización mundial de los OMG, todavía por llegar, contribuiría de un modo muy negativo a la lucha contra los graves problemas del hambre y de la mala nutrición en el mundo⁴⁴. Para los críticos de la libre circulación global de los OMG, por ejemplo, resulta casi evidente que no existiría en la actualidad en el mercado ningún alimento transgénico que posea unas cualidades nutritivas realmente superiores a aquéllas presentadas por los alimentos tradicionales. Estos nuevos productos se presentarían como unos alimentos de aspecto muy bonito y apetecible. Sin embargo, estos alimentos novedosos serían claramente estafadores y fraudulentos. En este sentido, tampoco sería cierto que estos productos contribuyan de un modo positivo a disminuir el impacto ambiental de la agricultura industrial. De igual modo, tampoco sería cierto que esta nueva tecnología vaya a contribuir a combatir el profundo desequilibrio entre los países más y menos desarrollados o industrializados del planeta⁴⁵. De hecho, como por ejemplo ha señalado Andrew Kimbrell: «Monsanto se ha convertido en la bestia negra para buena parte de la comunidad internacional de la agricultura sostenible y la defensa del medio ambiente»⁴⁶.

De modo bien diferente, por tanto, se sostiene que las plantas y los animales transgénicos contribuirán de una manera decisiva a acrecentar los preocupantes problemas de la escasez de los alimentos y de la creciente dependencia comercial exterior de los países menos industrializados del planeta. Con lo cual, de la discusión relativamente periférica sobre la eficacia de los medios se pasa, una vez más, a la discusión central sobre los fines en virtud de los cuales articular y

⁴⁴ Cfr. Kimbrell, Andrew. (1998). «Por qué ni la biotecnología ni las nuevas tecnologías agrícolas pueden alimentar al mundo», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, pp. 46-49; Pastor, Xavier. (1999). «La ingeniería genética incrementará el hambre», en *El País*, a 1 de octubre de 1999.

⁴⁵ Cfr. Altieri, Miguel A. (2000). *Biotecnología agrícola. Mitos, riesgos ambientales y alternativas*, Berkeley, Universidad de California.

⁴⁶ Cfr. Kimbrell, Andrew. (1998). «La empresa Frankenstein. La fusión de Monsanto con American Home Products», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, pp. 57-58. La cita es de la p. 57.

enmarcar mejor la supuesta eficacia de esos mismos medios. Según se ha preguntado por ejemplo el Príncipe de Gales: «¿Necesitamos para algo las técnicas de modificación genética? [...] ¿No es mejor examinar primero lo que realmente queremos de la agricultura en términos de provisión de alimentos y seguridad alimentaria, empleo rural, protección del medio ambiente y del paisaje, antes de considerar el papel que la modificación genética pueda, quizá, jugar en alcanzar esos objetivos?»⁴⁷.

De hecho, la propia *Food and Agriculture Organization* (Organización para la Agricultura y la Alimentación de la ONU) (FAO) ha señalado que en la actualidad se produciría una cantidad suficiente de alimentos para alimentar dos veces a toda la población mundial. De esta forma, en contra de lo que proclaman los grupos sociales partidarios de los OMG, se afirma que la humanidad ya produciría más del doble de los alimentos necesarios para proporcionar a todos los habitantes del mundo una dieta digna y nutritiva. Por ejemplo, resulta que en la actualidad en torno a una de cada siete personas padece hambre y mala nutrición en el mundo. Sin embargo, lo que las grandes empresas no tendrían muy en cuenta es que si las personas pasan hambre en el mundo no sería porque no se produzca una cantidad suficiente de alimentos sino porque estas personas no dispondrían de la capacidad efectiva para obtener el dinero preciso para así comprar estos productos. Por todo ello, se sostiene que en ningún caso deberían considerarse las cuestiones relativas a la mera producción de los alimentos como las auténticas causas de este importante problema. Los supuestos avances científicos y técnicos conseguidos no podrían acabar con este problema, y no lo podrían hacer porque no se trataría tanto de un simple problema científico o técnico sino más bien de una cuestión de orden social, político y económico.

Pero no sólo la FAO habría afirmado que ya existe suficiente cantidad de alimentos en el mundo. También el Banco Mundial (BM) habría reconocido que el hambre es una consecuencia de la mala distribución de los ingresos, la concentración de la riqueza y el limitado acceso a recursos fundamentales como el agua o la tierra. Con lo cual, se denuncia que estas diferencias no podrán corregirse o solucionarse

⁴⁷ Cfr. Príncipe de Gales, S. M. (1998). «Semillas del desastre», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, pp. 6-7. La cita es de la p. 7.

en el futuro con una mayor cantidad de alimentos en el mercado. Pues el problema central radicaría en las condiciones sociales, políticas y económicas que se requieren para poder adquirir esos alimentos y en los mecanismos estructurales que no permiten una alimentación digna y equitativa. En consecuencia, se sostiene que estos problemas políticos y económicos tan graves en modo alguno podrán ser solucionados por los distintos productos de la nueva ingeniería genética.

El problema, no el único pero sí uno de los más importantes, residiría así en que la mayoría de los esfuerzos destinados a la producción de las innovaciones supuestamente necesarias en el sector de la nueva ingeniería genética vegetal y animal no estarían motivados, por así decir, por la pura voluntad de saber o por la pura pasión por la auténtica verdad de las cosas. Pues la mayoría de estos esfuerzos tampoco se conducirían por la búsqueda cooperativa, filantrópica y altruista de proporcionar la respuesta óptima a las necesidades sociales más elementales y urgentes sino más bien por la búsqueda constante y decidida de la rentabilidad económica máxima de los distintos productos diseñados, producidos y comercializados. En opinión de Kenny Bruno: «Los cultivos de alta tecnología y de alta inversión no resolverán el problema del hambre mundial. Al contrario, sirven para satisfacer el apetito de Monsanto por controlar la producción de alimentación mundial»⁴⁸.

De manera que la mayoría de los esfuerzos de las grandes empresas y de los expertos particulares que trabajan para éstas estarían constituidos y condicionados en gran medida por los diversos imperativos sociales, políticos y económicos que supuestamente demandaría una muy exigente economía de libre mercado. Como por ejemplo ha señalado Luke Anderson: «La ingeniería genética no es sólo una técnica del laboratorio. Es una herramienta formada por una ideología en particular, apoyada por determinados poderes políticos y económicos»⁴⁹.

De hecho, los grupos sociales detractores de estos nuevos productos afirman que los consumidores no percibirían ningún tipo de

⁴⁸ Cfr. Bruno, Kenny. (1998). «El fracaso del “marketing” de Monsanto», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, pp. 39-45. La cita es de la p. 45.

⁴⁹ Anderson, Luke. (2001/1999). *Transgénicos. Ingeniería genética, alimentos, y nuestro medio ambiente*, Madrid, Gaia, Proyecto 2050, p. 120.

beneficios nutritivos derivados de estos nuevos alimentos y que tampoco éstos resultarían más baratos. No obstante, se denuncia que si existirían unos riesgos muy evidentes tanto para la salud humana como para el medio ambiente que, a la vista de los beneficios nulos que este tipo de productos y prácticas aporta a los consumidores reales, resultarían del todo inaceptables para el conjunto de la sociedad. Pues, como por ejemplo ha indicado Brian Tokar: «Las tecnologías no son fuerzas sociales en sí mismas, ni simples herramientas *neutrales* que se pueden utilizar para alcanzar cualquier fin social, sino el producto de unas instituciones sociales y de unos intereses económicos particulares»⁵⁰.

De manera que, para los colectivos sociales detractores de la libre circulación mundial de los OMG, las afirmaciones que, por ejemplo, se vierten en el mencionado Informe econométrico de los investigadores del Reino Unido serían muy engañosas y cuestionables. En primer lugar, se critica que éste sería un mero trabajo de encargo, lo cual pondría seriamente en entredicho la supuesta imparcialidad valorativa de sus premisas, métodos y resultados. En segundo lugar, se cuestiona que la econometría sería una ciencia muy precisa en principio en cuanto a la elaboración de sus estudios, por ejemplo por medio de la recopilación cuantitativa de los datos que se prestan a los procesos de cuantificación respectivos, pero muy engañosa y criticable en lo referente a la interpretación cualitativa de sus resultados. Sin embargo, los grupos ecologistas no sólo habrían criticado las premisas, los métodos y los resultados del citado Informe sino que también habrían cuestionado la utilización intencionada de éste, dirigida sobre todo al parecer a la creación de unos estados de opinión más favorables a los alimentos transgénicos, realizada en este caso por el lobby llamado EuropaBio.

De modo similar, también se denuncia que las grandes compañías, que con frecuencia se autodenominan como la industria de la ciencia de la vida, no deberían utilizar la imagen de los países más pobres y de las personas que padecen los problemas del hambre y de la mala nutrición para promover unos productos y unas tecnologías que, cuando menos de momento, no habrían demostrado ni ser seguras para la salud

⁵⁰ Cfr. Tokar, Brian. (1998). «Monsanto. Una historia en entredicho», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, pp. 8-14. La cita es de la p. 13. Las cursivas son del autor.

humana, ni ser positivas para el medio ambiente, ni resultar beneficiosas para los agricultores y los consumidores en términos, incluso, exclusivamente económicos⁵¹. Pues la única finalidad por la que las grandes empresas se acordarían de la solidaridad necesaria y urgente con las personas de los países menos industrializados del planeta sólo se referiría al interés enorme por promover y estabilizar tanto la libre proliferación mundial de los OMG como el conjunto de las dependencias sociales, políticas y económicas que la nueva ingeniería genética genera, requiere y legitima. Según Tewolde Egziabher, de la Agencia de Protección Medioambiental Etíope y el Instituto para el Desarrollo Sostenible: «Las grandes compañías en realidad persiguen una meta distinta [a la meta aparente u oficial]: quieren ofrecer a los agricultores variedades resistentes a pesticidas específicos, con el único objetivo de hacerles dependientes de estos productos. La industria de la ciencia de la vida es su segunda meta: obtener el control de las semillas y del material genético de los países en desarrollo. La estrategia es siempre la misma: abastecen de semillas de forma gratuita hasta que los agricultores han agotado sus propios recursos o ya no los pueden utilizar, y es en ese momento cuando comienzan a cobrar»⁵².

En relación con el caso de la soja modificada genéticamente, al contrario de la lectura de la situación que harían los representantes de la empresa Monsanto, se afirma que, según habría evidenciado por ejemplo un estudio realizado por Ed Oplinger, profesor de agronomía en la Universidad de Wisconsin, en los 12 Estados que cultivan el 80% de la soja en EEUU, los rendimientos de la soja modificada genéticamente habrían sido un 4% inferiores en promedio a los rendimientos de las variedades convencionales o no-transgénicas⁵³. De este modo, quedaría cuestionada la tesis de Monsanto según la cual los OMG, al haber sido precisamente diseñados y desarrollados para ello,

⁵¹ Cfr. Fodoun, Jean Marie, et al. (1998). «No. Que siga la cosecha tradicional», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, p. 43.

⁵² Cfr. Greenpeace de Argentina. (2001). *Recetas contra el hambre. Historias con éxito para el futuro de la agricultura*, Buenos Aires, Campaña de Biodiversidad, en particular, p. 16. Los corchetes son añadidos.

⁵³ Cfr. Holzman, David. (1999). «Agricultural Biotechnology. Report Leads to Debate on Benefits of Transgenic Corn and Soybean Crops», en *Genetic Engineering News*, vol. 19, nº 15, abril de 1999.

poseerían un nivel de producción claramente superior al de los cultivos creados por medio de las tecnologías convencionales de selección y cruzamiento genético.

De modo que para los grupos sociales detractores de la estabilización mundial de los OMG, la nueva ingeniería genética no representaría la solución al grave problema del hambre en los países más pobres del planeta. En esta línea, cabe decir que el denominado caso de la Hormona recombinante de Crecimiento Bovino (rBGH) suele ser utilizado con mucha frecuencia para poner de manifiesto que los fines principales de la nueva ingeniería genética estarían orientados sobre todo a generar la máxima rentabilidad económica para los propietarios de las empresas del sector agroalimentario más grandes y poderosas. De momento, señalaré sólo que la rBGH es un producto que habría sido diseñado oficialmente para aumentar la producción de leche de las vacas. Sin embargo, algunos críticos han señalado que en EEUU, lugar donde el comercio de este producto transgénico se habría desarrollado en mayor grado, existiría una clara sobreproducción de leche de vaca. Para los detractores de los OMG, por tanto, este fenómeno evidenciaría a la perfección cómo los fines principales actuales de la producción de alimentos vegetales y animales mediante la nueva ingeniería genética serían del todo injustos e irresponsables. De esta forma, el empleo en las vacas de la hormona de crecimiento bovino elaborada mediante la nueva ingeniería genética podría conducir, en principio, a un aumento a corto plazo de la producción láctea. No obstante, se denuncia que las diversas empresas implicadas no acaban de reconocer que este hecho amenaza la subsistencia de muchos de los ganaderos productores de leche vacuna. Pues, como ya habría ocurrido en el caso norteamericano, una producción láctea excesiva podría ser traducida sobre todo en una consiguiente bajada de los precios en el mercado⁵⁴.

En este mismo sentido, para los detractores de los productos y las prácticas de la nueva ingeniería genética, queda claro que casi siempre existiría otra forma de hacer las cosas. De este modo, se sostiene que esta otra forma de hacer las cosas debería pasar por una agricultura

⁵⁴ Cfr. Khor, Martin, et al. (1995). *La necesidad de mayor reglamentación y control sobre la ingeniería genética. Declaración de científicos preocupados por las tendencias actuales en la nueva biotecnología*, Jutaprint, Penang (Malasya), Red del Tercer Mundo, en especial, p. 18.

sostenible, ecológica y en pequeña escala. Pues, como por ejemplo ha puesto de relieve la bióloga Mae-Wan Ho: «Ni la biotecnología ni la agricultura industrial de gran escala podrán alimentar al mundo, ya que solamente la agricultura a pequeña escala, ecológica y con poca maquinaria puede realmente hacerlo»⁵⁵.

El problema más importante ya no consistiría, por tanto, en si la nueva ingeniería genética es o no la respuesta más justa o adecuada. La cuestión clave para los detractores de estos productos y técnicas consistiría en esclarecer de una vez por todas cuál es la pregunta principal a la que se supone que los diversos alimentos transgénicos son la respuesta más justa o adecuada. El problema sustantivo, en suma, no se referiría pues a cómo dictaminar cuáles serían los medios más convenientes para la realización de unos fines supuestamente dados o evidentes. Lo realmente importante se referiría, antes bien y según éstos, a cómo definir y negociar con anterioridad y de una forma dialogada y participativa cuáles serían aquellos fines u objetivos en virtud de los cuales cabría pensar en articular los medios más adecuados o convenientes⁵⁶. Según denunció por ejemplo Federico Mayor Zaragoza, quien fuera el director de la UNESCO: «La biotecnología es la respuesta, pero ¿cuál era la pregunta?»⁵⁷.

De esta forma, se sostiene que el problema del hambre en el mundo no se solucionaría mediante el incremento de la producción sino a través de una mayor y mejor distribución de los distintos productos alimenticios. En consecuencia, se afirma que las necesidades humanas más elementales y urgentes nunca deberían dejarse sólo en las manos

⁵⁵ Ho, Mae-Wan. (1998). «El inevitable retorno a una agricultura sana», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, p. 66.

⁵⁶ La poco novedosa discusión medios científicos y técnicos vs fines sociales, políticos y económicos es una discusión central que goza de mucha fuerza en numerosos contextos y situaciones. Lo cual, entiendo, no debería llevar ni a la teoría sociológica actual ni a los estudios sociales de la ciencia y la tecnología a entender que los medios son unas realidades científica y técnicamente desinteresadas y avalorativas y que, por tanto, sólo la determinación o la constitución de los fines o las metas es una actividad genuinamente social, política y económica.

⁵⁷ La cita ha sido tomada del trabajo: Riechmann, Jorge. (2001). «Nuevas reflexiones sobre biotecnologías agrícolas y alimentos transgénicos», en Anderson, Luke. (2001/1999). *Transgénicos. Ingeniería genética, alimentos, y nuestro medio ambiente*, Madrid, Gaia, Proyecto 2050, pp. 123-172, en particular, p. 161.

del libre mercado. Pues, como por ejemplo manifestó en cierta ocasión Robert Shapiro, quien fuera el director ejecutivo de la empresa Monsanto: «Es realmente fácil ganar mucho dinero con las necesidades humanas más básicas: alimentación, vivienda y ropa» (Revista de la Corporación Financiera Internacional, BM)⁵⁸.

De modo que los preocupantes problemas del hambre y de la mala nutrición responderían mucho más a la lógica del propio mercado que a la propia escasez física de los alimentos. El hambre y la desnutrición no serían, entonces, unos meros problemas científicos o técnicos sino más bien unos problemas de tipo social, político y económico. En opinión de Tewolde Egziabher, de la Agencia de Protección Medioambiental Etíope y el Instituto para el Desarrollo Sostenible: «El hambre en los países en desarrollo es el resultado de una distribución injusta. Hoy, el mundo produce más comida que nunca y sin embargo el hambre está más extendida que nunca. Aunque se produjeran todavía más alimentos no significaría que los pobres pudieran beneficiarse de ellos. Sencillamente no tienen el dinero para comprarlos. Y la ingeniería genética no va a cambiar esta situación»⁵⁹.

En consecuencia, se denuncia que las hambrunas no estarían causadas por la falta de tierras o alimentos sino por la falta de acceso a los diversos recursos humanos y ambientales ya existentes. Quedaría claro así que la humanidad sería perfectamente capaz de satisfacer la demanda presente y futura de alimentos en términos monetarios. Sin embargo, dinero sería precisamente lo que no tendrían las personas más pobres del planeta. Con lo cual, se constata que la causa real del hambre en el mundo no sería tanto la escasez de alimentos o el desarrollo insuficiente del complejo ciencia y tecnología como la escasez mundial de justicia y democracia. De manera que uno de los interrogantes más importantes y complejos no consistiría tanto en decir sí o no, de un modo más o menos tajante y radical, a la nueva ingeniería genética sino en cómo negociar de una forma abierta y participativa qué tipo de biotecnología sería más conveniente para lograr una sociedad más solidaria, justa y democrática. El problema sustantivo no se

⁵⁸ Tomado del trabajo: Anderson, Luke. (2001/1999). *Transgénicos. Ingeniería genética, alimentos, y nuestro medio ambiente*, Madrid, Gaia, Proyecto 2050, p. 58.

⁵⁹ Cfr. Greenpeace de Argentina. (2001). *Recetas contra el hambre. Historias con éxito para el futuro de la agricultura*, Buenos Aires, Campaña de Biodiversidad, en particular, p. 16.

referiría tanto a la nueva ingeniería genética en sí misma como a que ésta se encontraría subordinada en gran medida a los intereses meramente comerciales de las empresas del sector agrícola y ganadero más grandes y poderosas. Según ha expresado por ejemplo Jorge Riechmann: «*El problema no es la biotecnología en sí misma, sino la biotecnología de las multinacionales: y una parte de ese problema es que la biotecnología de las multinacionales tiende a convertirse en toda la biotecnología*»⁶⁰.

III

Con la finalidad de ilustrar con mayor rotundidad estas mismas tensiones sociales, políticas y económicas, a continuación me ocuparé con brevedad de exponer y analizar un caso muy significativo y recientemente acontecido. En concreto, me refiero al caso del envío norteamericano de maíz modificado genéticamente como ayuda humanitaria a diversos países del continente africano. Pues cabe recordar que, por desgracia, las crisis de alimentos básicos azotan de una manera continua a algunos de los países más pobres de nuestro planeta. En el continente africano, por ejemplo, las vidas de varios millones de personas se encuentran amenazadas de un modo muy serio y permanente por este tipo de situaciones tan lamentables. Según un estudio realizado por la FAO y el Programa Mundial de Alimentos (PMA), ambos organismos pertenecientes a la ONU, en torno al año 2002 se necesitaron más de un millón de toneladas de cereales para procurar alimentar a entre 13 y 14 millones de personas que eran especialmente vulnerables en países como Zimbabwe, Malawi, Zambia, Mozambique, Lesotho o Swazilandia. Con la finalidad de hacer frente a este tipo de situaciones, por tanto, la ONU, por mediación de la FAO y del PMA, decidió hacer un llamamiento urgente a los gobiernos de los países más ricos del mundo para que éstos aportaran los recursos económicos o alimenticios necesarios.

De forma que, en respuesta al llamamiento de la ONU, el gobierno de EEUU decidió en julio de 2002 donar en torno a 480.000 toneladas de maíz y productos derivados del maíz. Sin embargo, lo realmente significativo y polémico fue que, si bien la respuesta tuvo lugar con una

⁶⁰ Riechmann, Jorge. (2000). *Cultivos y alimentos transgénicos. Una guía crítica*, Madrid, La Catarata, p. 22. Las cursivas son del autor.

gran rapidez, la donación norteamericana consistiría en un tipo de maíz que estaba modificado genéticamente. La situación se fue complicando todavía más cuando más tarde se supo que la UE rechazaba de una manera explícita la estrategia norteamericana de procurar paliar el hambre en esta zona del mundo con el envío de los OMG⁶¹.

De este modo, se dio el caso que los gobiernos africanos implicados debían elegir, supuestamente y por así decir, entre el hambre de sus pueblos o autorizar el envío de la asistencia alimentaria que contenía los mencionados OMG. El problema fue adquiriendo mayor complejidad cuando una parte de los gobiernos africanos supuestamente receptores de la ayuda expresaron en público serias dudas respecto al maíz transgénico enviado por EEUU. Para estos países, en primer lugar, existiría un riesgo ciertamente considerable de que los agricultores africanos siembren las semillas del maíz modificado genéticamente, enviado por EEUU, y de que el material genético de estos mismos cultivos se expanda de una manera incontrolada y quizá contamine las variedades locales de maíz convencional o no-transgénico. En segundo lugar, se señaló que la continua producción de alimentos transgénicos Bt podría acelerar el desarrollo de resistencias en una parte de los insectos. De hecho, se sabía que en algunos de los países más industrializados se procuraría evitar, neutralizar o controlar este mismo problema al alternar la siembra del maíz transgénico con la siembra del maíz no-transgénico. Sin embargo, se indicó que tal estrategia sería prácticamente inviable en la mayor parte de los países africanos donde existen millones de pequeños agricultores y ganaderos. En tercer lugar, se denunció el riesgo potencial de que el maíz Bt enviado por EEUU pudiera afectar a los insectos beneficiosos e interferir, de este modo, en la compleja cadena alimentaria de los diversos sistemas ecológicos. En cuarto lugar, los gobiernos de algunos de los países africanos potencialmente receptores sostuvieron que este problema podría significar que la respectiva capacidad de exportación agrícola de sus países se viera amenazada de una manera notable. De modo que, resaltaron los representantes de estos países africanos, para que algunos países que son compradores reales del maíz africano no dejen de mantener estas

⁶¹ Cfr. Piquer, Isabel. (2002). «EEUU enviará cereales transgénicos contra la hambruna en África», en *El País*, a 25 de julio de 2002.

mismas relaciones comerciales, y en este caso se estaría pensando sobre todo en los países de la UE, resultaría realmente necesario esforzarse en restringir, regular e incluso prohibir de una manera casi absoluta las respectivas importaciones de maíz modificado genéticamente procedentes de EEUU.

En este sentido, cabe decir que la actitud dominante en la FAO y en la ONU habría sido hasta entonces la de explicitar una serie de cautelas en relación con la liberación intencionada de los OMG. De forma que la propia ONU casi siempre habría insistido en la necesidad urgente de evaluar y gestionar los posibles perjuicios y peligros que los productos y las prácticas ligadas a la nueva ingeniería genética pudieran provocar en el ser humano y el medio ambiente. Sin embargo, tras muchos años de reticencias y negativas, quizá debido al supuesto desarrollo de las nuevas técnicas de la manipulación genética o tal vez como resultado de la elaboración de los respectivos protocolos de seguridad sanitaria y ambiental, como el ya comentado Protocolo de Bioseguridad dentro del marco del Convenio sobre Diversidad Biológica de la ONU, lo cierto es que estas organizaciones habrían quedado poco menos que convencidas de las enormes posibilidades positivas que podría generar la nueva ingeniería genética en relación con la lucha contra el hambre y la mala nutrición en el mundo. De hecho, la FAO ya habría reconocido que los alimentos transgénicos pueden ser una alternativa real y eficaz para paliar las hambrunas que padecen las personas de los países menos industrializados del planeta⁶².

Por primera vez, por tanto, se daría el caso de que esta organización habla de los alimentos transgénicos como una alternativa real y eficaz frente a la agricultura tradicional. En esta línea, la directora del PMA para la región del este y el sur de África, Judith Lewis, precisó que, en efecto, el envío de EEUU estaba compuesto por maíz transgénico Bt. Por ello, señaló Lewis, el PMA se encontraría ante un problema muy serio. En primer lugar, porque existiría todavía una falta de información adecuada acerca de las posibles consecuencias negativas para la población y el medio ambiente relacionadas con el cultivo y el consumo de los OMG. En segundo lugar, porque la decisión de EEUU habría sido muy criticada por algunos de los países

⁶² Cfr. Galán, Lola. (2002). «La FAO apoya los transgénicos para combatir el hambre», en *El País*, a 21 de agosto de 2002.

de la UE. Sin embargo, Lewis afirmó que la toma de decisiones sobre si aceptar o no el comentado envío norteamericano correspondería en exclusiva a los países africanos receptores y en ningún caso a ninguno de los países integrantes de la UE.

En esta línea, para los grupos sociales contrarios a la libre diseminación mundial de los OMG, queda bien claro que el envío norteamericano de alimentos transgénicos sería una mala opción social, política y económica. En este sentido, por ejemplo se ha señalado que el PMA y la FAO no contarían con una política muy clara y coherente en relación con los OMG. La ONU podría haberse convertido así en un aliado muy eficaz para la introducción ilegítima de los alimentos transgénicos mediante la supuesta ayuda alimentaria realizada por EEUU. Por todo ello, en aplicación del principio de precaución, al cual, como he señalado, se habría apelado tanto en la legislación de la UE como en el Protocolo de Bioseguridad de la ONU, se sostiene que el PMA y la FAO deberían rechazar con total contundencia la estrategia norteamericana del envío de los alimentos transgénicos como ayuda humanitaria. De forma que los gobiernos africanos receptores no deberían ser puestos en la encrucijada de tener que optar entre una solución mala y otra solución peor. Es decir, que los mencionados países no deberían ser forzados a elegir entre, o bien distribuir maíz transgénico entre su población hambrienta arriesgándose así a padecer posibles perjuicios sanitarios, ecológicos y económicos, o bien dejar sencillamente que la población se muera de hambre y de mala nutrición. En consecuencia, se sostiene que la solución más certera consistiría en que los países más ricos del mundo, incluidos por supuesto tanto EEUU como la UE, aportaran los alimentos requeridos y cubrieran realmente las necesidades estimadas por el PMA o la FAO.

Concluyo la exposición y el análisis de este caso poniendo de manifiesto que, si bien algunos países africanos se habrían opuesto con claridad a recibir las ayudas humanitarias en forma de maíz transgénico Bt, como es el caso de Zambia, otro grupo de países africanos habría cedido por último a las presiones tanto de EEUU como de la propia ONU. Para estos países africanos, pues, la situación resultaría no sólo muy compleja sino incluso insostenible. Por ejemplo, el presidente de Zimbabwe, Robert Mugabe, decidió rechazar en junio de 2002 un cargamento de 10.000 toneladas de maíz transgénico donado por Washington. En este sentido, Mugabe alegó que la presencia de maíz transgénico en ese cargamento implicaba graves riesgos sanitarios,

ambientales y comerciales. Con todo, a comienzos de agosto de 2002, el gobierno de Zimbabwe aceptó recibir el maíz transgénico norteamericano. No obstante, la condición consistió en que el maíz transgénico Bt fuera molido apenas llegara a Zimbabwe. De este modo, se procuraría impedir que el maíz se empleara como semilla. Pues, como por ejemplo sostuvo Ellie Osir, un científico del Centro Internacional de Fisiología y Ecología de los Insectos con sede en Nairobi: «Los agricultores africanos no compran semillas para cada siembra, sino que reproducen sus propios cultivos. La asistencia alimentaria en granos será sembrada»⁶³. Por otro lado, las autoridades temían también que una parte del maíz transgénico Bt fuera usada como pienso, y que eso quizá llevara a ciertos países, sobre todo a aquéllos que pertenecen a la UE, a suspender a Zimbabwe las compras de los productos cárnicos o de los productos derivados de éstos. Sin embargo, en 2003, Zambia, que se había negado a recibir el maíz Bt, consiguió reconducir en parte la grave crisis alimentaria que azotó al país gracias a las cosechas relativamente abundantes obtenidas en esa misma temporada. No obstante, Zimbabwe, que aceptó finalmente el cargamento norteamericano, se habría enfrentado al grave problema de verse impedido a exportar sus productos potencialmente transgénicos debido a la clara negativa de diversos países a importar los OMG.

De modo que para algunos países, como en los casos de Zimbabwe, Lesotho, Mozambique, Swazilandia o Malawi, los posibles riesgos humanos y ambientales asociados al cultivo y el consumo de los OMG resultarían ciertamente menores que el riesgo de que su población sufriera de hambre o mala nutrición. Para Francis Nthuku, de *Biotechnology Trust of Africa*, una de las cuestiones más sustantivas se refiere a si las personas de los países del continente africanos deberían optar o bien por morir de hambre ahora, o bien por comer alimentos genéticamente modificados para quizá padecer más tarde de algunos problemas de salud. En consecuencia, concluyó Nthuku: «A veces, un país hambriento no puede elegir, y debe consumir OGM»⁶⁴. La disyuntiva fundamental para estos países consistiría así en si es mejor, por un lado, padecer el hambre y la mala nutrición hoy o, por otro lado, arriesgarse a consumir unos productos transgénicos de los cuales no

⁶³ Salmon, Katy. (2001). «África. Entre el hambre y los transgénicos», en Tierramérica, Inter Press Service.

⁶⁴ Ibidem.

existiría de momento un consenso científico y técnico muy fuerte sobre su posible incidencia negativa en la salud humana y el medio ambiente.

IV

Llegados a este punto, quisiera resaltar en tono interpretativo, en primer lugar, que la metáfora de la herramienta es utilizada de una manera muy frecuente por la mayoría de los expertos y de los actores sociales implicados en esta controversia. De acuerdo con esta imagen, por tanto, la ciencia sería la que descubre y propone, la industria tecnológica sería la que produce y aplica y la práctica política sería por último la que reconoce, permite y regula⁶⁵. De ahí que se entienda que los diversos actores sociales particulares difícilmente podrían participar en el diseño, la construcción o la orientación del conjunto de los productos científicos y de los artefactos tecnológicos. Por consiguiente, podría pensarse que las sociedades actuales deberían contentarse con la mera función de o bien, por un lado, aceptar de buen grado la progresiva estabilización mundial de los diversos productos transgénicos o bien, por otro lado, procurar entorpecer para así sólo posponer el proceso de la libre proliferación mundial de los OMG⁶⁶.

No obstante, una de las cuestiones sociológicas quizá más sustantivas se refiere a que la discusión social, política y económica particular acerca de cómo la libre proliferación mundial de los productos transgénicos contribuiría de un modo más o menos positivo a combatir los graves problemas del hambre y de la mala nutrición que sufren muchas de las personas de los países más pobres del mundo depende en gran medida de la disputa científica y técnica acerca de si los distintos productos transgénicos entrañan o no toda una serie de riesgos adversos intrínsecos o inherentes para la salud humana o el medio ambiente. Por un lado, como he ilustrado, resulta que existe una

⁶⁵ Cfr. Mokyr, Joel. (1993/1990). *La palanca de la riqueza. Creatividad tecnológica y progreso económico*, Madrid, Alianza.

⁶⁶ Cfr. Winner, Langdon. (1979/1977). *Tecnología autónoma*, Barcelona, Gustavo Gili; Sanmartín, José. (1990). «La ciencia descubre. La industria aplica. El hombre se conforma». Imperativo tecnológico y diseño social», en Medina, M. y Sanmartín, J. (1990). (Eds.). *Ciencia, tecnología y sociedad. Estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública*, Barcelona, Anthropos, pp. 168-180; Lizcano Fernández, Emmanúel. (1996). «La construcción retórica de la imagen pública de la tecnociencia. Impactos, invasiones y otras metáforas», en *Política y Sociedad*, 23, pp. 137-146.

fuerte controversia social, política y económica sobre si estos nuevos alimentos pueden contribuir de una manera más o menos positiva a la lucha contra el hambre y la mala nutrición en el mundo. Empero, por otro lado, cabría suponer que esta polémica social, política y económica general sería mucho menor si, en un futuro más o menos próximo, quedara demostrado en un grado suficiente si estos alimentos transgénicos implican o no una serie de riesgos adversos específicos para la salud humana y el medio ambiente. En suma, puede pensarse de nuevo que una gran parte del peso de esta discusión social, política y económica particular reposa de una manera notable sobre la labor de los científicos y técnicos expertos más diestros, ilustres y competentes.

En cierto modo, esta ilusión o esperanza particular en cuanto a la posibilidad de cerrar estos mismos desacuerdos sociales, políticos y económicos descansa sobre unos supuestos que, por el hecho mismo de ser supuestos, claro está, son escasamente objeto del cuestionamiento y la crítica. En concreto, resulta que el conjunto de estos supuestos define, por así decir, el núcleo más duro de una concepción o imagen particular acerca del quehacer de los científicos y técnicos expertos en las sociedades occidentales actuales. Según esta concepción tradicional, los diversos especialistas son por ejemplo quienes dictaminan qué conocimiento es un auténtico conocimiento y no una mera opinión contingente. Qué saber es un verdadero saber y no una simple creencia subjetiva. Qué hallazgo es un descubrimiento real y genuino y no una mera falsa alarma. O, de igual modo, qué evidencia experimental es una sólida evidencia experimental y no la consecuencia de una mirada mal orientada y poco competente. Se supone así que lo propio del mundo de los expertos sería el auténtico y verdadero conocimiento, la razón, el logos y la epistémé. Mientras, lo propio del pueblo profano sería más bien la ficción, la irracionalidad, el prejuicio, la emoción, el mito, la creencia, la opinión y la doxa.

De acuerdo con esta singular escisión fundamental, por tanto, cabe interpretar por ejemplo que los diversos expertos y especialistas salen de sus laboratorios o despachos para hacer oír la voz de una ciencia verdadera, correcta o válida que sólo habla a través de ellos y que casi siempre hace callar al pueblo ignorante. Pues cabe suponer que ellos son sólo meros vehículos, simples mediadores entre la recta razón y el desconocer de las masas. Ellos son así quienes saben, quienes disipan las tinieblas, quienes combaten la ignorancia y quienes desprecian los prejuicios humanos y las emociones irracionales del vulgo. Los

científicos y técnicos expertos, según esta concepción tan idealizada como hegemónica, son pues quienes saben, conocen y dominan los diversos conocimientos. Quienes descubren la auténtica verdad de los descubrimientos. Quienes sancionan e institucionalizan lo que de evidente o de cuestionable se contiene en las evidencias empíricas disponibles en cada situación espacial y temporal específica.

Sin embargo, frente a este tipo de concepciones, metáforas o imágenes más o menos ingenuas, idealizadas y dominantes, quisiera concluir este capítulo tercero adelantando que las diversas comunidades de científicos y técnicos expertos implicadas en la controversia sobre el diagnóstico de la posible viabilidad humana y ambiental de los distintos productos transgénicos no darían excesiva muestra de haber llegado o, lo que seguramente resulta mucho más sustantivo y clarificador, de estar realmente en condiciones de poder llegar en un futuro más o menos próximo a un acuerdo dialogado sobre en qué medida todos los argumentos científicos hechos públicos son de igual modo racionales u objetivos o hasta qué punto todas las evidencias empíricas movilizadas en este debate general son de igual modo evidentes o incuestionables.

Capítulo 4: Las controversias sobre la ciencia y la tecnología

En este extenso capítulo cuarto, de una forma claramente inversa al capítulo tercero, muestro en gran medida cómo los llamados factores sociales, políticos y económicos posibilitan y condicionan de una manera decisiva la supuesta formación exclusivamente interna de los productos científicos y de los artefactos tecnológicos. De este modo, reemplazo y complemento el estudio de las consecuencias sociales de la ciencia y la tecnología por el estudio mucho menos frecuente de los antecedentes sociales del complejo ciencia y tecnología. Para lograr este objetivo, en lugar de centrarme en unos pocos casos más o menos aislados o excepcionales, muestro y analizo en profundidad el conjunto de los casos particulares más controvertidos e importantes que, ciertamente, definen la mayor parte de estas mismas discusiones sobre la ciencia y la tecnología en el campo disciplinar de la nueva ingeniería genética.

En particular, daré cuenta de ese espacio de lo socialmente considerado como propiamente científico y técnico para, en cada caso específico, retornar de una forma conveniente a la sociedad, la política y la economía después de comprobar la dificultad notable de clausurar estas mismas controversias particulares mediante el supuesto exclusivo ejercicio de la racionalidad científica y de la práctica experimental. De este modo, presento y analizo una diversidad de focos de tensión y de

controversia. Primero, los importantes e ilustrativos sucesos iniciales que tuvieron lugar en los años setenta durante las llamadas reuniones de Asilomar, en EEUU. Segundo, la disputa en torno a la leche de vaca y la rBGH. Tercero, la polémica sobre la soja *Roundup Ready*. Cuarto, la discusión en torno al maíz Bt. Quinto, el debate sobre el caso Pusztai. Sexto, la controversia en torno al arroz dorado de los investigadores Potrykus y Beyer. Séptimo, el cuestionamiento teórico y empírico de la viabilidad del principio de equivalencia sustancial en los procesos de evaluación de los posibles riesgos humanos y ambientales negativos asociados a los distintos Organismos Modificados Genéticamente (OMG). Octavo, las dificultades notables para diferenciar con una relativa claridad los procesos de selección, de cruzamiento y de manipulación genética. Noveno y último, la polémica seguramente más compleja, sustantiva e ilustrativa acerca de cómo consensuar de una forma dialogada qué se supone que son los genes y cómo se supone que éstos se relacionan con el entorno intracelular y extracelular.

1. Las reuniones de Asilomar

Como he mostrado en el capítulo anterior, una de las impresiones primeras que puede suscitar la polémica general sobre el conocimiento y la evaluación de las posibles consecuencias humanas y ambientales adversas derivadas de la libre proliferación mundial de los distintos productos transgénicos consiste en que, puesto que se supone que los científicos y técnicos expertos más ilustres y competentes serían quienes más y mejor conocen, o pueden llegar a conocer en el futuro, los posibles riesgos específicos asociados a las técnicas de la nueva ingeniería genética, también ellos deberían ser los colectivos encargados de trazar algún tipo de restricciones reglamentarias, si así lo estimaran adecuado o conveniente, a la investigación, la producción, el desarrollo y el libre comercio de este tipo de productos y prácticas. Sin embargo, como mostraré en este apartado primero, dentro de las propias comunidades científicas y técnicas existen una serie de tensiones que pueden resultar lo suficientemente densas o sólidas para dificultar de una manera notable la obtención de un acuerdo dialogado sobre este tipo de cuestiones fundamentales.

I

Entre los distintos antecedentes históricos y sociales de las actuales discusiones científicas y técnicas acerca de la nueva ingeniería genética podrían destacarse una multiplicidad de sucesos o episodios. En este sentido, por ejemplo, cabría destacar las discusiones en torno a las leyes fundamentales de la herencia biológica propuestas por Gregor Mendel en 1865. De igual modo, podrían resaltarse también los debates sobre el descubrimiento de la estructura de la doble hélice en espiral del ADN protagonizado por los investigadores Watson, Crick y Wilkins en 1953¹. Con todo, una de las primeras y más controvertidas polémicas sociales, políticas, científicas y técnicas acontecidas en torno a las nuevas tecnologías del ADN fue la referida a determinadas reuniones que, desde el año 1971, tuvieron lugar en Asilomar, en la península de Monterrey, en California, EEUU. En este sentido, podría decirse que quizá una de las características más sustantivas de estas reuniones de expertos fue que las restricciones normativas respectivas fueron iniciativa de la propia comunidad de investigadores. Esto es, que aunque la finalidad era, por así decir, extracientífica, la iniciativa de regulación partía de la propia comunidad de expertos en las técnicas de la nueva ingeniería genética.

En principio, la realización de estas reuniones puede entenderse mejor si se tienen bien presentes tanto los movimientos de protesta social del mayo francés del 68 como los movimientos anti-sistema surgidos en las universidades europeas y norteamericanas. Lo mismo cabría decir en relación con la alarma social existente en torno al quehacer de los físicos más vinculados a la industria bélica o armamentística. Recuérdese, por ejemplo, todo el intenso debate social y político suscitado en torno a Einstein, Oppenheimer y la fabricación de las bombas atómicas. En todos estos casos, por tanto, se trataba de unas presiones sociales, políticas y culturales que, en principio, eran totalmente externas a la propia comunidad científica y tecnológica. De forma que en este contexto social tan tenso, algunos de los biólogos moleculares norteamericanos de mayor prestigio decidieron curarse en salud procurando promover una corriente de opinión claramente más favorable a las nuevas investigaciones y experimentos ya emprendidos.

¹ Cfr. Watson, James. (1994/1968). *La doble hélice. Un relato autobiográfico sobre el descubrimiento del ADN*, Barcelona, Salvat; Olby, Robert. (1991/1974). *El camino hacia la doble hélice*, Madrid, Alianza.

En estas reuniones, por primera vez determinados colectivos de científicos y técnicos expertos alertaban al resto de la comunidad científica y tecnológica en particular y a las sociedades actuales en general de dos cuestiones fundamentales. En primer lugar, se hizo pública la naturaleza cualitativamente diferenciada, y por tanto potencialmente peligrosa o arriesgada, de las nuevas técnicas asociadas a la nueva ingeniería genética. En segundo lugar, se alertó de la necesidad de una regulación política mucho más específica y exigente en cuanto a la posible realización o el posible aplazamiento de las diversas investigaciones y experimentos².

Uno de los protagonistas de estas reuniones fue el científico Paul Berg, un bioquímico norteamericano de la Universidad de Stanford. Todo comenzó cuando entre los años 1970 y 1971 un grupo de investigadores liderado por Robert Pollack que estaba trabajando en temas relacionados con la enfermedad del cáncer manifestó su preocupación por los experimentos llevados a cabo por la investigadora Janet Mertz. El caso es que los polémicos experimentos de Mertz estaban supervisados por el comentado Paul Berg. En concreto, el complejo proyecto de Berg consistía en un experimento cuya finalidad principal era llevar a cabo, en una probeta de laboratorio, un injerto de ADN de un virus de humor animal, se trataba en particular de un virus de un simio conocido como SV 40, en una versión de laboratorio de la denominada bacteria *Escherichia coli* (*E. coli*). Lo realmente polémico y significativo del experimento, se sostuvo, era que, al tratarse *E. coli* de una bacteria que se encuentra en el tracto digestivo humano, algunos investigadores, como el citado Robert Pollack, estimaron que este proceder albergaba la muy preocupante posibilidad de crear un agente patógeno para la salud del ser humano. Quedaba claro así, según se reconoció, que este híbrido podría resultar muy útil en determinadas investigaciones. Sin embargo, éste también podría escapar de las probetas del laboratorio e infiltrarse en el cuerpo de algún ser humano, dando lugar así con una probabilidad notable a algún nuevo tipo de enfermedad.

La comunidad científica y tecnológica en particular, pero también las sociedades actuales en general, se enfrentaban de este modo a una

² Cfr. Charvolin, F. y Schwartz, C. (1996). «¿Una liberación peligrosa?», en Theys, J. y Kalaora, B. (1996/1992). (Eds.). *La Tierra ultrajada. Los expertos son formales*, México, FCE, pp. 85-90.

de las primeras creaciones en condiciones de laboratorio de un OMG. La incertidumbre entre la propia comunidad de científicos y técnicos llegó tan lejos que, de hecho, Berg consideró que quizá lo mejor que podría hacerse al respecto era anteponer la prudencia y la seguridad humana y ambiental a las ansias de experimentación. Con lo cual, el grupo de Berg decidió poner fin de momento a sus tan controvertidas prácticas de laboratorio.

De modo que tras la polémica inicial suscitada en torno al experimento del grupo de Berg, algunos científicos, en varias reuniones acaecidas entre los años 1973 y 1975, comenzaron a reflexionar acerca de los posibles riesgos adversos asociados a la nueva tecnología del ADNr. En concreto, el 19 de julio de 1974, un grupo de científicos realizó un llamamiento público para establecer una moratoria a ciertas líneas de investigación ante los hipotéticos riesgos, en gran medida desconocidos e imprevisibles, como dijo el propio Paul Berg, asociados a una fuga potencial de estos nuevos organismos del interior de los laboratorios al medio ambiente exterior. En este sentido, el comité de la *National Academy of Science* (Academia Nacional de Ciencias de EEUU) (NAS) consideró conveniente remitir una carta a las revistas *Science*, *Nature* y *Proceedings of the National Academy of Sciences*. Este comité estaba comandado por diversos Premios Nobel. Entre ellos se encontraban tanto el propio Berg como Baltimore, Nathans o Watson.

En concreto, en dicha carta se proponía una moratoria sobre los comentados nuevos experimentos con ADNr hasta que se pusieran en práctica determinadas medidas para garantizar cierto grado de seguridad en las investigaciones y los experimentos respectivos. El comunicado en cuestión, conocido informalmente entre los ingenieros genéticos como “La carta de Berg”, lleva fecha de 19 de julio de 1974. En este documento pueden encontrarse párrafos como el siguiente: «Los abajo firmantes, miembros de una comisión que actúa en nombre y bajo el patrocinio de la *Assembly of Life Sciences of the National Research Council* de los Estados Unidos, proponemos las siguientes recomendaciones: La primera, y más importante, es que hasta que el riesgo potencial de las *moléculas de ADN recombinante* haya sido mejor evaluado, o hasta que se desarrollen los métodos adecuados que impidan su diseminación, los científicos de todo el mundo deben unirse

a este Comité aplazando voluntariamente los siguientes tipos de experimentos [...]»³.

En líneas generales, por tanto, si bien esta carta subrayaba las enormes posibilidades científicas y técnicas que se abrían con esta nueva línea de investigación, la misma alertaba también sobre los posibles perjuicios y riesgos notables a ella asociados. En concreto, una de las recomendaciones de este comunicado consistía en realizar reuniones científicas progresivas con la finalidad de, en primer lugar, estar al corriente del progreso científico y técnico en este campo de la investigación y, en segundo lugar, reflexionar y discutir acerca de los medios más correctos o adecuados para regular el potencial riesgo biológico asociado a las nuevas técnicas del ADNr.

Sin embargo, a pesar de las comentadas advertencias realizadas por el comité de la NAS, algunos científicos consideraron oportuno que las tan prometedoras investigaciones en este campo de la investigación de ningún modo debían ser radicalmente interrumpidas o pospuestas. De hecho, durante los meses que transcurrieron entre la solicitud de moratoria del comité de la NAS y la celebración de la segunda reunión de Asilomar, se denunció que algunos científicos habían desobedecido de una forma premeditada las recomendaciones realizadas. Su meta fundamental habría consistido así, se afirma, en procurar tomar ventaja sobre el resto de los científicos y de los técnicos potencialmente involucrados en el campo disciplinar de la nueva ingeniería genética.

Por último, del 24 al 27 de febrero de 1975 tuvo lugar la segunda reunión de Asilomar. En esta segunda reunión se llegó a una serie de acuerdos. Entre ellos se encontraba tanto aprobar de forma oficial la moratoria solicitada con anterioridad por el comité de la NAS como realizar todos los esfuerzos políticos, científicos y técnicos necesarios para garantizar ciertas cuotas de seguridad en relación con las investigaciones en este prometedor campo de trabajo. En esta segunda reunión los diversos científicos miembros de la comisión de la NAS, entre los que se encontraban, como ya he dicho, tanto Berg como Watson, hicieron pública una declaración en la que se alertaba de la existencia de graves preocupaciones por la posibilidad de que algunas de estas moléculas artificiales de ADNr resultaran biológicamente

³ Berg, Paul, et al. (1974). «Potential Biohazards of Recombinant DNA Molecules», en *Science*, 185, p. 303. Las cursivas son del original.

peligrosas⁴. Se trataba, por tanto, de un nuevo llamamiento a la comunidad científica para aplazar, de una forma voluntaria, las investigaciones y los experimentos relacionados con las técnicas de la nueva ingeniería genética. En cambio, a pesar de la aprobación de la moratoria, y durante los dieciocho meses en los cuales ésta estuvo vigente, muchos otros científicos decidieron continuar trabajando en secreto con sus investigaciones. Para estos últimos, según se criticó, la falta de honestidad científica habría sido compensada por el hecho de tomar posiciones muy ventajosas en el campo de la prometedora investigación sobre los OMG.

De forma que las tensiones que se produjeron a la hora de consensuar la estrategia más adecuada para regular políticamente las nuevas técnicas del ADNr se tradujeron en diversas discusiones particulares de igual modo complejas y conflictivas. Una de estas polémicas fue la referida a lo oportuno de los sistemas de regulación basados en el concepto de incertidumbre o, en su caso, los sistemas de regulación fundamentados en el concepto de riesgo. De hecho, uno de los aspectos más interesantes de esta segunda reunión fue que se contemplaron dos definiciones bien diferenciadas del problema de los posibles riesgos asociados a las nuevas técnicas del ADNr. Por un lado, se propuso un modelo basado en el concepto de incertidumbre científica. Según este primer modelo, determinados científicos y técnicos propusieron ordenar los experimentos con arreglo al grado de incertidumbre o desconocimiento sobre sus posibles consecuencias. Por otro lado, en cambio, se propuso un segundo modelo fundamentado en el concepto de riesgo. Se trataba de un modelo rival al anterior basado en la clasificación ya existente en la virología del cáncer. De modo que esta segunda definición sería finalmente la adoptada por el congreso de Asilomar.

En respuesta a la aprobación de la moratoria en la segunda reunión de Asilomar, pero también en respuesta al relativo consenso alcanzado para proseguir con las investigaciones bajo ciertos márgenes de seguridad, los *National Institutes of Health* (Institutos Nacionales de la Salud de EEUU) (NIH) crearon un comité, conocido éste como *Recombinant DNA Advisory Committee* (Comité de Asesoramiento

⁴ Cfr. Berg, Paul, et al. (1975). «Asilomar Conference on Recombinant DNA Molecules», en *Science*, 188, pp. 991-994.

sobre ADNr) (RAC), que se encargaría de elaborar un conjunto de directrices en materia de seguridad. De hecho, los NIH habrían sido el primer organismo gubernamental en establecer unas directrices para procurar regular la investigación en el campo disciplinar de la nueva ingeniería genética. Sin embargo, los NIH son un organismo consultivo y no una institución reguladora, por lo que éstos podían formular directrices pero no tenían autoridad para hacerlas cumplir. Las directrices de los NIH se dieron a conocer en julio de 1976 y fueron elaboradas en virtud de los conceptos fundamentales de confinamiento físico y confinamiento biológico⁵.

Por un lado, el concepto de confinamiento físico implicaba la adopción de un criterio según el cual los laboratorios se clasificarían desde la posición P1 hasta la posición P4 según las medidas de seguridad adoptadas. Entre ellas, por ejemplo, la clausura del aire, la presión del aire negativa o el uso de unas ropas de trabajo especiales. Por otro lado, el concepto más innovador de confinamiento biológico implicaba, con arreglo a tres niveles biológicos de seguridad, desde el EK1 hasta el EK3, el diseño y la construcción de unos organismos huéspedes y unos vectores, que son los vehículos utilizados para la introducción en las células de los segmentos foráneos de ADN, que no pudieran sobrevivir fuera del ambiente artificial creado en los laboratorios. Se trataba, de acuerdo con el concepto de confinamiento biológico, de deteriorar a las bacterias en sentido biológico hasta un grado tal que éstas sólo se conservaran vivas en condiciones muy artificiales de laboratorio. Se trataba, dicho de otro modo, de mutilar las bacterias hasta hacerlas incapaces en gran medida de sobrevivir más allá de las paredes de los lugares específicos destinados a la investigación.

En consecuencia, cabe decir que las reuniones de Asilomar se interpretaron como un relativo éxito y un relativo fracaso. De forma que a los colectivos sociales partidarios de la libre proliferación mundial de los OMG, esta primera fase de la polémica les sirvió para conseguir un régimen de seguridad que propiciaba en parte el aprendizaje sobre los posibles riesgos asociados a las nuevas técnicas del ADNr. Todo ello, además, sin que ocurriera ningún tipo de

⁵ Cfr. US Department of Health, Education Welfare, National Institutes of Health. (1976). *Recombinant DNA Research Guidelines*, Federal Register 41, 27902, 43, a 7 de julio de 1976.

accidentes importantes que lamentar. En cambio, para los grupos sociales detractores de los productos transgénicos, la definición del problema del riesgo asociado al ADNr, sobre la que, como he señalado, se estableció el consenso en estas mismas reuniones, dejaría fuera importantes problemas y riesgos relativos a la salud humana y el medio ambiente. La reducción artificial del problema habría sido, para estos últimos, la estrategia que propició la relativa ilusión de control y seguridad de los distintos científicos y técnicos involucrados.

Por otro lado, a finales de los años setenta y principios de los ochenta, las directrices de los NIH se fueron relajando de una manera progresiva. De hecho, las prescripciones de Asilomar pronto se revelaron como un mero intento de poner puertas al campo. La investigación en el ámbito de la nueva ingeniería genética resultaría ser, como algunos científicos habrían sabido prever, enormemente atractiva. De modo que entre la mayoría de los investigadores se iría extendiendo y consolidando la opinión de que las preocupaciones iniciales expresadas por personas como Berg a principios de los años setenta eran en exceso desmedidas, alarmistas e injustificadas. El Congreso de los EEUU, por ejemplo, había considerado en varias ocasiones la posibilidad de formular unas leyes específicas para controlar la seguridad de los procesos de investigación con las nuevas técnicas del ADNr. Pero en la práctica, la incidencia real de estos intentos sería muy limitada. De este modo, a medida que muchos científicos y técnicos se implicaban cada vez más en el ámbito de las aplicaciones comerciales de las nuevas tecnologías del ADNr, el autocontrol que la comunidad científica y tecnológica había demandado en Asilomar se iría desvaneciendo poco a poco. El resultado final sería que muchos científicos norteamericanos se volvieron auténticos empresarios, fundando y dirigiendo así sus propias compañías e involucrándose cada vez más en las aplicaciones industriales de la nueva ingeniería genética. Lo cual hacía pensar que en adelante sería muy complejo un proceso de autorregulación movilizad y controlado por los propios científicos y técnicos. El problema central radicaba, en suma, como por ejemplo ha denunciado Vandana Shiva, en que desde mediados de los años ochenta se habría pasado de la fase de Asilomar a la fase de Wall Street⁶.

⁶ Cfr. Shiva, Vandana. (1998). «El peor de los panoramas futuros», en *Viento Sur*, 38, pp. 43-61. Consúltese de igual modo el trabajo: Sandín, Máximo. (2002).

II

Con lo cual, una de las reflexiones primeras que pueden realizarse en relación con lo expuesto en este apartado consiste en que tanto las reuniones de Asilomar como las respectivas directrices de los NIH pueden ser consideradas como unas propuestas de autocontrol o de autorregulación puestas en circulación por la propia comunidad científica y tecnológica para si no evitar en grado absoluto o definitivo sí cuando menos procurar gestionar de una manera más justa o adecuada los posibles riesgos humanos y ambientales asociados a las nuevas técnicas del ADNr. De hecho, este suceso podría representar un auténtico hito en la historia de las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. Se trataría así de un claro ejemplo de la responsabilidad social que, de acuerdo con esta concepción en parte ingenua e idealista, debería regir el quehacer de las comunidades científicas y técnicas en las sociedades occidentales actuales. Estos debates representarían uno de los escasos ejemplos en la historia de la ciencia y la tecnología donde un importante grupo de científicos y técnicos adopta de una manera voluntaria determinadas restricciones regulativas respecto a los posibles perjuicios, peligros o riesgos futuros relativos a las distintas prácticas de investigación y de experimentación.

En segundo lugar, en cambio, conviene destacar que los mismos investigadores precursores de este movimiento de autocontrol o de autorregulación de la comunidad científica y tecnológica pronto se vieron contrariados por el discurrir de los diversos acontecimientos. En este sentido, por ejemplo, Berg se quejó de que el debate público, que a su entender debía haberse centrado en la cuestión medular sobre cómo hacer más segura la investigación tanto para las personas como para el medio ambiente, se había transformado u orientado, de un modo poco menos que inexplicable para éste, hacia una discusión bien distinta. Esta otra discusión consistía en hasta qué punto debía permitirse o no que se investigara sobre tales cuestiones. Watson, por su parte, fue mucho más lejos que Berg. De hecho, éste calificó de burros a algunos de los científicos implicados por haber trasladado a la opinión pública unos comentarios extensos acerca de la posibilidad de un peligro de

«Una nueva biología para una nueva sociedad», en *Política y Sociedad*, vol. 39, núm. 3, pp. 537-573, en especial, p. 570.

cuya magnitud los propios científicos carecían, al parecer, del más mínimo conocimiento. La historia de Asilomar, en suma, había sido poco menos que un auténtico despropósito, en expresión de Watson.

Una tercera y última reflexión al respecto. Se supone, por un lado, que las diversas entidades políticas reguladoras trabajan de una manera principal para obtener y garantizar un mínimo de seguridad tanto para las personas como para el medio ambiente. Sin embargo, resulta casi obvio que difícilmente pueden predecirse de una manera completa y definitiva las diversas consecuencias humanas y ambientales reales de la entrada en escena de determinados productos o prácticas científicas o tecnológicas más allá de las paredes de los lugares de experimentación respectivos. Esto es, resulta patente que más allá de las situaciones específicas reproducidas de una manera siempre precaria o contingente en los laboratorios, las respectivas predicciones son siempre tan necesarias socialmente como contingentes, relativas y vulnerables desde un punto de vista exclusivamente racional o empírico. Así, una de las polémicas quizá más sustantivas que tuvo lugar en las reuniones de Asilomar consistió en tratar de consensuar en qué dirección deberían encaminarse los esfuerzos más importantes, si en procurar garantizar la salud y la seguridad humana y ambiental, o si en intentar asegurar la muy prometedora rentabilidad industrial de determinados productos y prácticas. En consecuencia, todo hace pensar que dentro de estas comunidades científicas y técnicas existirían una serie de conflictos o tensiones que son lo suficientemente robustas, densas o sólidas para entorpecer de una manera notable la obtención de un acuerdo dialogado sobre hasta dónde las investigaciones en el campo disciplinar de la nueva ingeniería genética deberían ser objeto de una regulación política fuerte y estricta. El problema fundamental, problema éste que no sería exclusivamente racional o empírico, sería, en suma, hasta dónde debería anteponerse la garantía de la seguridad de las personas, los animales y el medio ambiente a la garantía de la libre creación y el libre comercio internacional de este tipo de productos y prácticas.

2. La leche de vaca y la rBGH

En este apartado me ocupo del debate sobre la ciencia y la tecnología surgido en torno a un producto transgénico específico llamado Hormona recombinante de Crecimiento Bovino (rBGH). La meta principal consiste en evidenciar empíricamente hasta qué punto

las diversas investigaciones emprendidas, que habrían tenido por objeto prioritario, se supone, la evaluación rigurosa de los posibles riesgos adversos particulares asociados a este producto transgénico, permiten concluir que sí ha quedado demostrado en grado suficiente que la rBGH no acarrearía unos riesgos específicos o inherentes para la salud de las personas o de los animales. De igual modo, el objetivo fundamental radica en ilustrar hasta qué punto las respectivas evaluaciones de los posibles riesgos adversos asociados a la rBGH se habrían realizado conforme a la concepción más habitual de las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. Pues, de acuerdo con esta concepción dominante, compartida en gran medida tanto por la filosofía de la ciencia popperiana como por la sociología de la ciencia mertoniana, el quehacer de los investigadores que tienen a la naturaleza como objeto de estudio debería ser un tipo de quehacer decididamente desinteresado y avalorativo.

En primer lugar, cabe presentar y situar estas discusiones diciendo que la rBGH, producto éste también conocido como rBST, es un tipo de hormona modificada genéticamente que fue producido y distribuido por la empresa transnacional Monsanto bajo el nombre de *Posilac*. La rBGH es una hormona obtenida mediante la manipulación genética de una hormona convencional del crecimiento que ya venían produciendo las vacas, por así decir, de una manera natural. En concreto, la rBGH ha sido producida por medio de la transferencia genética de la denominada bacteria *Escherichia coli* (*E. coli*) que, como señalé en el apartado anterior, se encuentra en el tracto digestivo humano. En cuanto a su posible comercio internacional, este producto ha sido autorizado legalmente en 1993 y utilizado desde 1994 por muchos granjeros en EEUU, México, Brasil y Sudáfrica. Sin embargo, de una manera quizá ya muy significativa, su uso está prohibido en lugares como Canadá, Australia, Nueva Zelanda o la propia UE⁷.

⁷ En este contexto, quisiera ir adelantando en un tono ciertamente interpretativo que cuando por ejemplo un equipo de científicos de la naturaleza sostiene en público haber demostrado en el laboratorio de una manera bien clara e inequívoca la posible viabilidad humana o ambiental de un producto concreto, se supone por lo general que tal demostración empírica sería plenamente válida para todo tiempo, lugar y circunstancias humanas y ambientales relativas al mundo exterior. De hecho, si el trabajo inicial en cuestión hubiera sido llevado a cabo de una forma totalmente correcta, honesta y competente, cabe pensar incluso que los posibles experimentos ulteriores no tendrían otras opciones que el error, la mentira o la simple verificación

En términos oficiales, según la empresa Monsanto, la rBGH habría sido diseñada y comercializada para que las vacas produzcan mayores cantidades de leche. La rBGH, al parecer, funcionaría alterando la expresión del gen de los transportadores de glucosa de la glándula mamaria, de algunos músculos específicos y de gran parte de la grasa de estos animales domésticos. El gen respectivo facilitaría así el transvase de glucosa a la glándula mamaria, lo que haría que las vacas produzcan, en principio, una cantidad mayor de leche. En concreto, la sustancia en cuestión se inyecta cada 14 días en las vacas lecheras. Su aplicación se realizaría durante 200 de los 335 días del ciclo de lactancia de los animales respectivos.

I

Todo comenzó cuando la *Food and Drug Administration* (Administración de Alimentos y Fármacos de EEUU) (FDA) publicó en 1990, en la revista *Science*, una justificación científica de su conclusión de que la leche de las vacas inyectadas con la rBGH, obtenida ésta por medio de las técnicas de la nueva ingeniería genética, sería plenamente segura para el consumo humano. El estudio en cuestión, que, por cierto, nunca habría sido publicado en su totalidad, consistía en un experimento de 90 días de duración realizado por unos investigadores de la propia empresa transnacional Monsanto⁸. Las conclusiones del estudio del que se sirvió la FDA, al parecer, reflejaron que las ratas de la prueba no mostraron ningún cambio toxicológico significativo. Como consecuencia de ello, en el año 1993 Michael Taylor, el Jefe de la Comisión de la FDA, decidió autorizar el comercio de la rBGH. De forma que en febrero de 1994, Monsanto empezó a vender *Posilac* a los ganaderos de EEUU.

de los resultados ya obtenidos. Sin embargo, como ilustraré en detalle más adelante, la realidad muestra en muchas ocasiones que las supuestas demostraciones empíricas no siempre se ajustan a este tipo de concepciones tan ingenuas, acrílicas e idealizadas.

⁸ La FDA siempre se negó a permitir que nadie, excepto los propios miembros de la institución, pudiera revisar los datos originales de dicho estudio. El motivo oficial principal alegado por la FDA con la finalidad de justificar esta negativa consistió en que con este hipotético permiso para revisar los datos originales quizá podría perjudicarse de una manera muy grave e irreparable a la empresa Monsanto. Cfr. Juskevich, J. y Guyer, C. (1990). «Bovine Growth Hormone. Human Food Safety Evaluation», en *Science*, 249, pp. 875-884.

Con posterioridad a la aprobación del producto en 1993, tanto la FDA como la empresa Monsanto han seguido insistiendo en que, en resumidas cuentas, no existiría nada grave de lo que ni los ganaderos, ni los consumidores, ni las sociedades actuales en general deban preocuparse. En una carta publicada en 1994 en la revista *The Lancet*, por ejemplo, unos investigadores de Monsanto han afirmado que, cuando menos de momento, no estaría demostrado en absoluto que la rBGH suponga ningún tipo de riesgo adverso específico para la salud humana. Según podía leerse en esta carta: «No hay pruebas de que el contenido hormonal de la leche de las vacas tratadas con rBGH sea en ningún modo diferente al contenido de la leche que dan las vacas que no han seguido el tratamiento»⁹.

Con lo cual, se da por supuesto que no existirían unas diferencias muy significativas entre los animales que han sido tratados con esta hormona modificada genéticamente y los que no lo han sido. Como de un modo muy similar ha indicado por ejemplo Michael Hansen: «No se ha demostrado ninguna diferencia significativa entre la leche de las vacas tratadas con rBST y las no-tratadas con la hormona [recombinante] de crecimiento bovino»¹⁰.

Sirviéndose de este argumento tan frecuente, tanto la empresa Monsanto como la propia FDA habrían amenazado con las acciones legales pertinentes a todos aquellos ganaderos y lecheros que no utilizaban la comentada rBGH si estas pequeñas o medianas empresas decidían etiquetar sus productos lácteos con el mensaje “Libres de rBGH”. Los abogados de Monsanto, por ejemplo, enviaron unas cartas a 2.000 minoristas advirtiéndoles que no publicitaran en las etiquetas de los productos que su leche no contenía la rBGH. Éstos también enviaron un memorando legal con un mensaje similar en torno a 4.000 empresas de alimentación y cooperativas lácteas de EEUU. De este modo, algunos heladeros norteamericanos, como Ben y Jerry, tuvieron un juicio contra el Estado de Illinois, que dictaminó que estos heladeros no podían etiquetar sus productos con el texto “Libres de rBGH”. En

⁹ Collier, Robert J., et al. (1994). «Letter to the Editor», en *The Lancet*, 344, p. 816, a 17 de septiembre de 1994.

¹⁰ Hansen, Michael. (1999). «Consumers Union. Consumer Policy Institute Statement on Canadian Decision to Ban Use of Recombinant Bovine Growth Hormone on Dairy Cows», en Consumer Policy Institute, Yonkers, NY, a 15 de enero de 1999.

resumen, Monsanto se sirvió del argumento recurrente en virtud del cual al no estar evidenciado de una manera científica que existan diferencias notorias entre los dos tipos de leche, esto es, entre la leche manipulada y la leche no-manipulada genéticamente, semejante declaración pública representaría una falsa etiqueta o una estrategia comercial definida por la competencia desleal.

II

En lo que sigue expondré los argumentos principales movilizados por los grupos sociales detractores de la rBGH con la finalidad de justificar sus actitudes y posiciones. En este sentido, una de las investigaciones primeras que habría cuestionado la seguridad de este producto sería la que en 1989, por lo tanto antes de la autorización de la rBGH por la FDA en 1993, realizó el grupo de V. G. Pursel¹¹. De acuerdo con esta investigación, la rBGH podría estar relacionada de una manera directa con el padecimiento de determinadas consecuencias negativas sobre la salud humana y animal. En concreto, el estudio señalaba problemas de úlceras gástricas, daños al hígado y los riñones, problemas en los huesos y las articulaciones que conducirían, al parecer, a la cojera, la falta de coordinación, una sensibilidad a la neumonía, diabetes y problemas de vista en las vacas tratadas con la rBGH.

Otra línea de trabajos puso de relieve que cuando a las vacas se les inyectaba la rBGH, su presencia anormal en la sangre de estos animales estimularía la producción de otra hormona. Esta otra hormona es conocida por lo general como *Insuline-like Growth Factor 1* (Factor de Crecimiento 1 tipo Insulina) (IGF-1). Dado que la IGF-1 es activa en los seres humanos, provocando que las células se dividan, algunos investigadores sostuvieron que una ingesta de leche tratada con altos niveles de rBGH podría dar lugar a una división anormal y a un crecimiento incontrolado de las células de las personas. En este sentido, en 1995, un Informe realizado por Peter Montague establecía la posible

¹¹ Cfr. Pursel, V. G., Pinkert, C. A., Miller, K. F., Bolt, D. J., Campbell, R. G., Palmiter, R. D., Brinster, R. L., y Hammer, R. E. (1989). «Genetic Engineering of Livestock», en *Science*, 244, pp. 1281-1288.

conexión entre la IGF-1 en la leche de las vacas tratadas con la rBGH y el cáncer en los seres humanos¹².

Con posterioridad, en 1996, Samuel E. Epstein, profesor emérito de la Universidad de Illinois, en Chicago, realizó un estudio muy similar acerca de los posibles efectos adversos producidos por los altos niveles de IGF-1 en los seres humanos. Los resultados de la investigación de Epstein revelarían, al parecer, que las concentraciones de IGF-1 de la leche de las vacas tratadas con la rBGH podrían provocar cáncer de mama y cáncer de colon entre las personas consumidoras de este tipo de leche. Como ha denunciado el propio Samuel E. Epstein: «Con la complicidad de la FDA, toda la nación está siendo sometida a un experimento a gran escala que supone la adulteración de un alimento básico muy antiguo por un producto biotecnológico pobremente caracterizado y sin etiquetado [...] que posee grandes peligros potenciales para toda la población estadounidense»¹³.

Por otro lado, los detractores de la rBGH también habrían puesto de relieve las graves consecuencias que para los animales se derivarían del uso de esta hormona transgénica. Las vacas lecheras, al estar sometidas a un suplemento hormonal crónico, serían así mucho más propensas a contraer enfermedades degenerativas e infecciones diversas. Pues las vacas tratadas con la rBGH se mantendrían en un ciclo poco menos que perpetuo de gestación y lactancia que deterioraría de una manera rápida y constante sus órganos y reduciría su esperanza de vida de entre 20 y 25 años, que es lo normal, a sólo 5 años o incluso menos. En esta misma línea, los grupos sociales detractores de este producto subrayan que el propio etiquetado oficial del producto *Posilac* destaca, en concreto, 21 problemas asociados al uso de la rBGH, que incluyen desde ovarios císticos hasta desórdenes uterinos, disminución del tiempo de gestación y del peso de nacimiento de las crías, incremento de la tasa de gemelos o retención de la placenta en los partos.

¹² Cfr. Montague, Peter. (1995). «Milk Safety», en *Rachel's Environment & Health Weekly*, 454, Annapolis, Maryland, Environmental Research Foundation, a 10 de agosto de 1995.

¹³ Cfr. Epstein, Samuel E. (1996). «Unlabelled Milk from Cows Treated with Biosynthetic Growth Hormones. A Case of Regulation», en *International Journal of Health Services*, vol. 26, nº 1, pp. 173-185.

En concreto, la etiqueta oficial de la FDA que figura en el envase del *Posilac* advierte a los ganaderos norteamericanos de que el uso de la rBGH podría causar un gran número de problemas o de efectos colaterales adversos. Dice así el texto de la etiqueta: «[El uso del *Posilac*] puede hacer que las vacas se queden preñadas con menos frecuencia [...]. El uso del *Posilac* se ha asociado también a un número mayor de ovarios císticos y dolencias del útero durante el periodo de tratamiento. Puede que en las vacas inyectadas con *Posilac* el tiempo de gestación y el peso al nacer de los terneros se reduzcan un poco, y puede que el porcentaje de mellizos crezca [...]. Las vacas inyectadas con *Posilac* tienen un riesgo mayor de sufrir de mastitis clínica [...]. En algunos rebaños el uso del *Posilac* se ha asociado con un aumento de las cuentas de células somáticas»¹⁴.

En esta línea, en 1995, Mark Kastel, de la *National Farmers Union* (Unión Nacional de Granjeros de EEUU) (NFU) de Wisconsin, hizo público un estudio sobre los granjeros de Wisconsin y su experiencia con la rBGH¹⁵. Los hallazgos de Kastel excedieron los 21 problemas potenciales sobre la salud de los animales que la empresa Monsanto había sido obligada a incluir en la etiqueta de advertencia de su producto *Posilac*. En concreto, Kastel expuso diversos casos de muertes poco menos que espontáneas entre las vacas tratadas con la rBGH, una presencia muy alta de las infecciones de las ubres o mamas, dificultades metabólicas graves y diversos problemas en los partos. Pero el problema quizá más grave sería el del incremento del riesgo de mastitis o de inflamación de las ubres. Para ilustrar este problema, por un lado, cabe señalar que una vaca con mastitis produce leche con ciertos porcentajes de pus. Por otro lado, decir que las empresas lácteas no aceptan la leche con un número de células somáticas anormalmente alto, por ejemplo, aquella leche con una alta proporción de pus. La cuestión quizá más sustantiva estribaría en gran medida en que estos problemas se combatirían por regla general empleando grandes dosis de antibióticos. De modo que los subproductos de estos antibióticos suelen aparecer en la leche de las vacas tratadas y constituyen éstos la causa de

¹⁴ McNair, Joel. (1993). «BGH Label Lists Potential Health Side Effects», en *Agri-View*, a 26 de noviembre de 1993. La cita ha sido tomada del trabajo: Rifkin, Jeremy. (1999/1998). *El siglo de la biotecnología*, Barcelona, Paidós, p. 102.

¹⁵ Cfr. Kastel, Mark A. (1995). «Down on the Farm. The Real BGH Story-Animal Health Problems, Financial Trouble», en *Wisconsin Farmers Union*.

graves problemas en la salud humana, sin contar con la respectiva contribución al desarrollo de las resistencias de las personas frente a dichos antibióticos.

De forma que, preocupado por los potenciales efectos negativos asociados al uso de la rBGH, el NFU estableció una línea de teléfono en 1994 para que los ganaderos norteamericanos pudieran informar sobre cualquier problema asociado con el *Posilac*. De hecho, muchos ganaderos hicieron uso de esta línea de teléfono. John Shumway, un ganadero del Estado de Nueva York, dijo que él tuvo que reemplazar 50 vacas como resultado de las malas reacciones al *Posilac*. Melvin Van Heel, de Minnesota, dijo que sus vacas tratadas con rBGH padecieron mastitis, abortos y heridas ulcerosas. Según sostuvo por ejemplo este ganadero: «Obtuve más leche, pero no creo que mereciera la pena»¹⁶. Por su parte, un ganadero de Michigan, Steve Schulte, afirmó que sus gastos de veterinario disminuyeron de una manera notable cuando dejó de usar la rBGH. En Florida, Al Cole perdió ocho vacas y tuvo que sacrificar otros 15 animales. Otras tres vacas dieron a luz terneros con malformaciones. Por otra parte, los representantes de la empresa Monsanto procuraron calmar la corriente de opinión muy crítica acerca de los posibles efectos negativos derivados del uso de la rBGH. En concreto, éstos dijeron a los ganaderos más críticos y molestos que los problemas de mastitis de sus vacas eran únicos y que los problemas de salud de sus animales que podrían surgir después de haber usado el *Posilac* sólo eran responsabilidad de ellos. El argumento central de los representantes de esta empresa transnacional consistía así en que los posibles problemas de las vacas serían consecuencia sólo de una más que evidente mala utilización del producto, y nunca efecto de posibles riesgos adversos intrínsecos o inherentes relativos al uso de la rBGH¹⁷.

Los detractores de la rBGH también han cuestionado con dureza la actuación de la FDA en relación con el estudio que sirvió para justificar la autorización legal de la rBGH en 1993. En sentido general, se sostiene que quienes regulan políticamente la investigación y el comercio posterior de los OMG no deberían fundamentar la toma de decisiones en la opinión de aquellos científicos y técnicos expertos que

¹⁶ Ibidem.

¹⁷ Ibidem.

pueden trabajar claramente al servicio de los intereses particulares de las empresas multinacionales implicadas. Como por ejemplo ha señalado Jorge Riechmann: «El zorro como guardián del gallinero: son las empresas quienes realizan y evalúan las pruebas de campo, en general sin control público, o con un control muy insuficiente»¹⁸.

De hecho, los colectivos sociales detractores de la rBGH sostienen que este producto no habría sido probado de una forma muy correcta o adecuada antes de su autorización legal inicial y de su uso comercial posterior. Según las polémicas declaraciones de Richard Burroughs, uno de los diversos veterinarios de la FDA encargados de supervisar el proceso de evaluación oficial de la rBGH: «Parecía haber una tendencia hacia la aprobación a cualquier precio. [La situación] se transformó de un entorno cuasi-universitario donde existía evaluación científica independiente a un ambiente de aprueba, aprueba, aprueba»¹⁹.

En este sentido, Epstein y otros científicos criticaron a la FDA por incluir, en el artículo publicado en *Science* en 1990, sólo unos extractos de estudios inéditos acerca de la rBGH. Con ello, critican éstos, se impedía de una forma premeditada realizar una revisión rigurosa, completa e independiente de estos mismos estudios. Por otro lado, se denuncia que, si bien para un medicamento destinado al uso humano se requieren dos años de pruebas en cientos de ratas, la rBGH se probó durante sólo 90 días en 30 ratas. El resultado final sería que en 1993 la FDA aprobó la venta, sin un etiquetado específico, de la leche procedente de las vacas tratadas con esta hormona antes de conocer realmente hasta qué punto la rBGH podría tener unas consecuencias negativas sobre la salud humana y animal. Como por ejemplo ha señalado Jennifer Ferrara: «La FDA declaró que la leche con rBGH era segura para el consumo humano, antes de disponer de datos

¹⁸ Riechmann, Jorge. (2000). *Cultivos y alimentos transgénicos. Una guía crítica*, Madrid, La Catarata, p. 135.

¹⁹ Las declaraciones en cuestión fueron recogidas en un artículo aparecido en 1991 en la revista *Eating Well*. De manera que, tras hacer públicas sus preocupaciones y tras denunciar lo supuestamente irregular del proceso de aprobación de la rBGH, Burroughs sería despedido de su trabajo en noviembre de 1989 tras 10 años de servicio en la FDA. El motivo oficial principal que la FDA alegó con la finalidad de justificar esta decisión fue la supuesta incompetencia científica de Burroughs. Cfr. Canine, Craig. (1991). «Hear No Evil», en *Eating Well*, julio-agosto 1991, pp. 41-47. Los corchetes son añadidos.

significativos sobre cómo la leche con rBGH podía afectar a la salud humana»²⁰.

De manera similar, las críticas hacia la actuación de la FDA también apuntan a que antiguos empleados de la empresa Monsanto habrían trabajado más tarde al servicio de la propia FDA como supervisores del proceso de aprobación de la rBGH. Por si esto pudiera parecer más o menos anecdótico, se subraya también que estos mismos trabajadores habrían retornado después a sus antiguos puestos en la propia Monsanto. De hecho, varias serían las personas que habrían trabajado para Monsanto y que, al cabo de un tiempo, habrían desempeñado puestos clave en la FDA. Por ejemplo, Michael Taylor, un abogado de Washington que durante siete años estuvo representando a Monsanto y a otros miembros de la industria de la nueva ingeniería genética en temas de regulación, fue en 1991 nombrado Delegado de la Comisión de Políticas de la FDA. En este sentido, se denuncia que durante el ejercicio de Taylor las advertencias de algunos científicos cuestionando la aprobación de la rBGH habrían sido ignoradas de una manera sistemática por la FDA. Taylor sería también el responsable de la redacción de las normativas de la FDA sobre el etiquetado de la rBGH. Normativas éstas que prohibían a los propietarios de las industrias lecheras, desde febrero de 1994, como dije, hacer cualquier tipo de distinción entre los productos lácteos que habrían sido desarrollados o no utilizando la rBGH. En concreto, Taylor habría preparado un memorando específico para esta compañía en el que se cuestionó si era o no constitucional que los distintos Estados norteamericanos impusieran leyes de etiquetado en relación con los productos lácteos que contenían la rBGH. No obstante, en marzo de 1994 se desveló que Taylor había sido contratado de nuevo por la empresa Monsanto como vicepresidente de Políticas Públicas.

Sin embargo, Taylor no habría sido el único responsable de la FDA, involucrado en los procesos de la evaluación y la autorización de la rBGH, que antes habría trabajado para la empresa Monsanto. Pues, por ejemplo, la vicedirectora de la Oficina de Nuevos Fármacos Animales de la FDA, Margaret Miller, había sido una científica que antes estuvo trabajando para esta misma empresa en temas relacionados

²⁰ Cfr. Ferrara, Jennifer. (1998). «Puertas giratorias. Monsanto y la Administración», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, pp. 32-38. La cita es de la p. 34.

con la evaluación de la seguridad de la rBGH hasta el año 1989. Por otro lado, Suzanne Sechen era la responsable principal del proceso de evaluación de la rBGH en la Oficina de Nuevos Fármacos Animales entre 1988 y 1990. El problema denunciado sería que Sechen, antes de llegar a la FDA, habría realizado, como estudiante de postgrado en la Universidad de Cornell, diversas investigaciones acerca de la viabilidad de la rBGH que habrían sido financiadas por la propia empresa Monsanto. De hecho, uno de sus profesores más importantes habría sido uno de los consultores universitarios de esta compañía y un promotor muy conocido de la rBGH²¹.

Por otra parte, se denuncia también la suspensión posiblemente irregular de un documental televisivo que trataba acerca de las posibles consecuencias animales y humanas adversas asociadas al uso de la rBGH. En concreto, en febrero de 1997, el polémico documental que los periodistas norteamericanos Steve Wilson y Jane Akre habían preparado después de más de un año de trabajo acerca de la controvertida rBGH en el caso de Florida, sería suprimido de la programación televisiva²². El programa sería suprimido cuando Roger Ailes, quien por entonces fuera el propietario de la compañía productora *Fox News*, recibió la primera de las dos cartas de los abogados que representaban a la empresa Monsanto. En esta carta, recibida el 24 de febrero de 1997, justo tres días antes de la fecha de emisión programada, Monsanto dijo que sufriría un enorme daño y anunció determinadas consecuencias legales si el documental en cuestión era finalmente emitido. La segunda de estas cartas, por su

²¹ Cfr. Kingsnorth, Paul. (1998). «Hormonas de crecimiento bovino», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, pp. 19-22; Ferrara, Jennifer. (1998). «Puertas giratorias. Monsanto y la Administración», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, pp. 32-38; Montague, Peter. (1998). «Cómo escucha Monsanto otras opiniones», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, pp. 50-51; Gorelick, Steven. (1998). «Escondiendo al público las informaciones comprometidas», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, p. 52.

²² En torno a esta fecha Steve Wilson contaba con 26 años de experiencia como periodista y había sido galardonado con 4 premios *Emmy* por sus reportajes de investigación. Jane Akre, esposa de Steve Wilson, ha sido reportera y presentadora de informativos durante 20 años y ha ganado el premio de la *Associated Press* como reportera de investigación.

parte, advertía de importantes consecuencias para la *Fox News* si la serie se emitía tal cual ésta había sido realizada. Más tarde, se denunció que los abogados de la *Fox News* habrían ofrecido dinero a los dos periodistas para que éstos abandonaran la emisora y guardaran silencio sobre todo lo sucedido. Por último, se señala que los dos periodistas se habrían negado a ceder a las presiones económicas comentadas y que éstos habrían sido despedidos de su puesto de trabajo. No obstante, el 2 de abril de 1998, los periodistas demandaron a la emisora de televisión por haberles despedido por negarse a transmitir informes falsos, y por exigirles que incluyeran falsedades reconocidas en su serie sobre la rBGH. El 18 de agosto de 2000, un jurado determinó por unanimidad que la *Fox News* había actuado de una manera intencional y estratégica al falsear el reportaje de los demandantes sobre la rBGH y que la amenaza de Jane Akre de denunciar la inmoralidad de la *Fox News* había sido la única causa de su despido.

En cualquier caso, en abril de 1998, un Informe oficial del gobierno canadiense volvió a incidir sobre el escándalo social, político, económico y tecnocientífico que supuso la autorización de la rBGH por la FDA en 1993²³. En este Informe se manifiesta que tanto la empresa Monsanto como la FDA habrían ocultado datos realmente esenciales. Por ejemplo, en términos oficiales se sostuvo que el experimento en el que se suministró la hormona transgénica a las ratas durante los 90 días habría demostrado que ésta no era activa por vía oral en las ratas. En cambio, según revelaría el Informe canadiense, entre el 20 y el 30% de las ratas alimentadas con la rBGH habría desarrollado anticuerpos a la hormona, probando así que ésta habría penetrado en su sangre y afectado al sistema inmunológico de los animales. De igual modo, se sostuvo que en los animales de experimentación habrían aparecido quistes en la tiroides e infiltraciones en la próstata de algunas ratas macho.

Por otro lado, según ha indicado Laura Eggertson, los científicos autores del Informe canadiense habrían sido presionados por sus superiores para que se aprobara la rBST en Canadá. En concreto, un científico testificó que el director recientemente nombrado les habría amenazado con transferirlos a otro departamento del gobierno donde

²³ Cfr. Chopra, Shiv, et al. (1998). *rBST (Nutrilac) Gaps Analysis. Report by rBST Internal Review Team*, Health Protection Branch, Health Canada (Ministerio de Sanidad de Canadá), Ottawa, a 21 de abril de 1998.

difícilmente se oiría hablar de ellos si éstos no aceleraban el proceso de aprobación del comentado producto de Monsanto. De forma que en septiembre de 1998, seis científicos del servicio público de salud de Canadá presentaron una denuncia por presiones, hostigamiento, robo de documentos, amenaza de persecución judicial y tentativas de corrupción provocadas por sus superiores o por los representantes de la industria biotecnológica para procurar autorizar así el comercio de la rBGH. Pues según el testimonio de los investigadores canadienses, la rBGH podría entrañar graves riesgos para la salud animal y humana. De hecho, las ratas que habían sido inyectadas con esta hormona transgénica habrían desarrollado quistes en la tiroides, un incremento de los anticuerpos e inflamación en la próstata²⁴.

En este sentido, los representantes del gobierno canadiense, dijeron que la empresa Monsanto les intentó sobornar con ofertas de 1 a 2 millones de dólares a cambio de obtener la respectiva aprobación de la rBGH en Canadá. Sin embargo, los representantes de Monsanto declararon que los científicos canadienses habrían interpretado de una manera incorrecta su ofrecimiento de fondos económicos para la investigación. De este modo, los grupos sociales detractores de los productos transgénicos concluyen afirmando que así quedaría evidenciado que el fraude en la ciencia de la nueva ingeniería genética sería perfectamente posible.

De este modo, como por ejemplo ha puesto de relieve Jennifer Ferrara: «No es infrecuente que las empresas agroalimentarias como Monsanto manipulen los limitados reglamentos de seguridad que existen. Al establecer normas de seguridad para los nuevos productos, las agencias federales se fían de los estudios que han sido elaborados por las mismas empresas que intentan lanzar sus productos al mercado. No siempre se exigen estudios que determinen las consecuencias de los nuevos productos sobre la salud a largo plazo. A lo largo de los años, muchas empresas han entregado resultados de investigaciones fraudulentas para demostrar que sus productos son seguros, o simplemente han ocultado información o estudios que indican lo contrario. Ya que el gobierno federal protege los estudios de seguridad de las empresas, considerándolos como secretos comerciales, éstos no

²⁴ Cfr. Eggertson, Laura. (1998). «Researchers Threatened, Inquirí Told», en *Toronto Star*, a 17 de septiembre de 1998.

están disponibles para el público. Al proteger a las empresas de esta forma, las agencias federales defienden los intereses privados por encima del derecho social a la salud y a un medio ambiente seguro»²⁵.

Por último, cabe señalar que dos estudios publicados a principios del año 1998 respaldarían las conclusiones de Samuel E. Epstein. Por un lado, un trabajo realizado por *American Woman* y publicado en *The Lancet* sostiene que, en efecto, la probabilidad de contraer cáncer de mama entre las mujeres premenopáusicas aumentaría en siete veces en aquellas mujeres que tienen en su sangre unos niveles altos de IGF-1²⁶. Por otro lado, otro estudio publicado en *Science* en enero de 1998 afirmó que el riesgo de padecer cáncer de próstata se multiplicaría por cuatro entre los hombres con altos niveles de IGF-1 en la sangre²⁷. Este estudio, en concreto, sostenía que los niveles altos de IGF-1 en la sangre serían el factor de riesgo más importante y decisivo para contraer el cáncer de próstata, más incluso que los factores hereditarios. En este sentido, sostienen los detractores de la rBGH, aunque en ese trabajo no se haya podido establecer una relación directa o causal entre el producto y los fenómenos patológicos indicados, queda claro que estos hallazgos sí cuestionarían lo acertado de usar un producto potencialmente nocivo para la salud humana y animal sin beneficios manifiestos para el conjunto de los consumidores.

III

Llegados a este punto, quisiera presentar algunas reflexiones en tono más o menos concluyente. En primer lugar, he procurado mostrar con cierta claridad la naturaleza esencialmente convencional y arriesgada de los enunciados científicos y de las prácticas empíricas. En esta línea, diversos de los expertos detractores de la rBGH, como en los

²⁵ Cfr. Ferrara, Jennifer. (1998). «Puertas giratorias. Monsanto y la Administración», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, pp. 32-38. La cita es de la p. 33.

²⁶ Cfr. Hankinson, S. E., Willett, W., Colditz, G., Hunter, D., Michaud, D., Deroo, B., Rosner, B., Speizer, F. y Pollak, M. (1998). «Circulating Concentrations of Insuline-Like Growth Factor 1 and Risk of Breast Cancer», en *The Lancet*, 351, nº 9113, pp. 1393-1396, a 9 de mayo de 1998.

²⁷ Cfr. Chan, June M., Stampfer, Meir J., Giovannucci, E., Gann, Peter H., Ma, J., Wilkinson, P., Hennekens, Charles H., y Pollak, M. (1998). «Plasma Insuline-Like Growth Factor-1 and Prostate Cancer Risk. A Prospective Study», en *Science*, 279, pp. 563-566, a 23 de enero de 1998.

casos de Pursel, Epstein, Hankinson o Chan, sostuvieron que la rBGH no habría sido probada de una forma correcta o suficiente antes de su autorización inicial y de su uso comercial posterior. Estos expertos, por ejemplo, alegaron que si bien para un medicamento destinado al consumo humano se requerirían dos años de pruebas en cientos de ratas, la rBGH habría sido aprobada después de la realización de un único experimento que sólo duró 90 días y que sólo incluyó a 30 ratas. En relación con este hecho, por tanto, quisiera reiterar la naturaleza genuinamente relativa, contingente y situacional de los enunciados científicos y de las prácticas empíricas. Pues cabría preguntarse acerca de por qué se considera suficiente o adecuado, por ejemplo, dos años de pruebas con 300 ratas, y no dos días con tres ratas o, por así decir, diez años con 3.000 de estos animales de laboratorio.

En consecuencia, una de las cuestiones sociológicas más complejas y sustantivas radica en dónde ubicar, y con arreglo a qué criterios, la frontera o el límite que delimita el número de los días y de los animales de experimentación que serían realmente insuficientes, suficientes o, por así decir, más que suficientes. Por supuesto, los límites casi siempre son trazados e instituidos, pero la cuestión quizá más compleja consiste en cómo hacerlo sin entrar en contacto con el riesgo, la incertidumbre y la contingencia. Claro que una parte de la respuesta podría consistir por ejemplo en que la ciencia y la tecnología operan siempre de acuerdo con el llamado estado del arte. Es decir, que el conocimiento científico y técnico disponible en cada situación espacial y temporal específica posibilitaría y limitaría de una manera notable la toma de decisiones sobre, por ejemplo, qué condiciones de experimentación habrán de ser consideradas las razonables o las óptimas o, de un modo inverso, qué condiciones deberán ser entendidas como las inaceptables o las nefastas. Con lo cual, lo significativos que puedan llegar a ser o no determinados datos empíricos descansa sobre algo que seguramente no tiene por qué obedecer necesariamente al dominio de lo estrictamente racional o experimental. Pues lo que para unos científicos y técnicos expertos puede resultar muy significativo, clarificador o relevante, para otros expertos o especialistas puede no merecer ningún tipo de consideración especial.

En segundo lugar, quisiera señalar que, como han sostenido la mayoría de los expertos partidarios de la rBGH, como en los casos de Juskevich, Guyer o Collier, la utilización de este producto podría aumentar la producción de la leche de las vacas entre un 10 y un 15%.

Sin embargo, como han señalado algunos de los expertos detractores de la rBGH, el exceso de producción de leche constituye un problema grave para la industria lechera norteamericana ya desde mediados del siglo XX. De manera paradójica, por ejemplo, mientras la empresa Monsanto ingresaba en EEUU entre 300 y 500 millones de dólares al año por un producto que, en principio, incrementaba la producción de leche de vaca, los contribuyentes norteamericanos gastaron varios millones de dólares anuales, con un promedio de 2.100 millones de dólares entre los años 1980 y 1985, para comprar los excedentes de la producción de leche con el fin de procurar impedir la caída de los precios en el mercado²⁸.

Lo anterior muestra con claridad cómo la investigación, la creación, el desarrollo, la evaluación y el libre comercio de diversos productos y prácticas del complejo ciencia y tecnología difícilmente benefician por igual a los diferentes grupos sociales involucrados. Lo cual significaría por ejemplo que de los distintos científicos y técnicos expertos implicados en estas discusiones genéricas en ningún caso debería esperarse una actitud totalmente desinteresada o avalorativa. De hecho, cuando menos en ciertas ocasiones, las necesarias evaluaciones de los riesgos de los productos y los artefactos que las empresas involucradas introducen en el mercado acostumbran con relativa frecuencia, como en este caso específico, a correr a cargo de los propios científicos y técnicos expertos que trabajan al servicio de esos mismos grupos empresariales y, por tanto, de esos mismos intereses comerciales. Como por ejemplo ha señalado Carlos Sentís, profesor titular del área de genética en la Universidad Autónoma de Madrid: «Podría pensarse que existen mecanismos de control y se han hecho las suficientes pruebas y experimentaciones para asegurar la inocuidad y demostrar los posibles efectos de los alimentos transgénicos sobre la salud humana y el medio ambiente, pero la realidad dista mucho de ser así. Las empresas que se dedican a la elaboración de OMGs aseguran que son inocuos, pero no hacen públicos sus estudios, y las administraciones que aprueban la liberación y el consumo de estos

²⁸ Cfr. Hansen, Michael. (1990). «Biotechnology and Milk. Benefit or Threat? An Analysis of Issues Related to BGH/BST Use in Dairy Industry», en Consumer Police Institute-Consumer Union, Mount Vernon, NY, en especial, p. 1.

alimentos tampoco parecen estar realizando una tarea exhaustiva de control y reproducción de los datos aportados por las empresas»²⁹.

En tales circunstancias, el mero interés cognitivo por la auténtica verdad de las cosas o el simple interés instrumental parejo por la aplicación eficaz y aproblemática de los conocimientos y las técnicas, considerados éstos de una manera muy habitual como los únicos intereses oficiales o legítimos atribuibles a los entramados científicos y tecnológicos³⁰, serían forzados a convivir con ese otro interés si no por la rentabilidad económica directa de los productos y los artefactos de las empresas implicadas que financian los mismos trabajos de evaluación sí cuando menos por generar, potenciar, conservar o legitimar, en cada caso específico y de un modo más o menos estratégico, determinadas alianzas para simplemente continuar investigando. Es decir, para continuar haciendo aquello para lo que la mayoría de los científicos y técnicos expertos han sido educados y entrenados y por lo que son positivamente reconocidos y sancionados.

En consecuencia, cabría interpretar por ejemplo que una de las cuestiones sociológicas quizá más importantes no consiste en que la compañía en cuestión hiciera un uso más o menos interesado, fraudulento o ilegítimo de la auténtica verdad científica de la rBGH. En cambio y según considero, una de las cuestiones realmente sustantivas residiría más bien en que las diversas actuaciones de fuerza de esta empresa concreta dieron como resultado que lo que hoy se reconoce en términos oficiales como la auténtica verdad de la rBGH, es decir, que el uso habitual de la rBGH no implicaría unos riesgos humanos y animales adversos realmente significativos o preocupantes, fuera precisamente aquello que a esta poderosa empresa transnacional le interesaba de una forma objetiva que se reconociera oficialmente como la auténtica verdad de la rBGH.

²⁹ Sentís, Carlos. (2002). «Transgénicos. Cara y cruz», en *El Cultural*, de *El Mundo*, pp. 56-57, a 22-28 de mayo de 2002.

³⁰ Cfr. Ben-David, Joseph. (1980/1972). «El empresario científico y la utilización de la investigación», en Barnes, Barry. (1980/1972). (Ed.). *Estudios sobre sociología de la ciencia*, Madrid, Alianza, pp. 178-184.

3. La soja Roundup Ready

En torno a los llamados cultivos *Roundup Ready* (RR), que son un conjunto específico de cultivos transgénicos de los más extendidos en la actualidad, también se ha erigido una enorme controversia en la propia comunidad de científicos y técnicos expertos. De manera que en este apartado daré cuenta de la discusión particular sobre la ciencia y la tecnología surgida en torno al cultivo de la soja RR propiedad de la empresa Monsanto. Con lo cual, dicho de un modo muy esquemático, una de las metas específicas para este apartado consiste en esclarecer hasta qué punto apostar por determinados productos científicos y artefactos tecnológicos, como en el caso de la soja RR de Monsanto, supone también apostar, claro está que de un modo más o menos intencional o estratégico, por determinados estilos de vida y de sociedad.

No obstante, he de apuntar desde ahora que el motivo por el que me centraré aquí en este producto concreto consiste en que éste es el producto transgénico más cultivado y consumido en el ámbito internacional. Para hacernos una primera idea en relación con la importancia de estos alimentos transgénicos, cabe señalar por ejemplo que, según los datos de *International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications* (ISAAA), las sojas transgénicas diseñadas para ser tolerantes a los herbicidas químicos habrían representado en el año 2003, con cerca de 42 millones de hectáreas cultivadas, en torno al 61% de todos los cultivos transgénicos producidos en el mundo. De hecho, en este mismo año 2003, alrededor del 55% de los 76 millones de hectáreas de soja cultivadas en todo el mundo correspondió a este tipo de soja transgénica.

En términos oficiales, cabe decir que los cultivos RR de la empresa Monsanto habrían sido diseñados para ser resistentes al herbicida glisofato que produce y comercializa esta misma compañía transnacional. En concreto, estos cultivos se habrían comercializado en variedades tales como la soja, la colza, el maíz, el algodón, la remolacha o el trigo. La soja y sus derivados, entre ellos el aceite, la harina o la lecitina, se utilizan como ingredientes en una gran cantidad de los alimentos procesados o manufacturados. De hecho, este producto constituye un ingrediente muy común en alimentos tales como el pan, la leche, la margarina, la comida para los bebés, los helados, la mayonesa, los aceites de mesa, las galletas, el chocolate, los fideos, las hamburguesas, la comida vegetariana o la cerveza.

Por otro lado, debería tenerse presente que la soja RR se produce para su comercio desde el año 1996 en lugares como EEUU, Canadá y Argentina. En la UE, también desde 1996, se ha aprobado la importación y el uso de la soja RR para la elaboración de diversos productos destinados al consumo humano y animal. En lo que se refiere a las cuestiones legales, la patente de la soja RR caducó en el año 2000. No obstante, la empresa en cuestión habría sabido extender su monopolio efectivo sobre todos los productos RR de forma que los agricultores que cultivan su soja modificada genéticamente estarían obligados por contrato a usar sólo los herbicidas que son propiedad de la propia empresa Monsanto.

En particular, el glisofato es un herbicida registrado en EEUU ya desde el año 1974. Se trata de un herbicida químico que no es transgénico y que se usa con mucha frecuencia para procurar acabar con las malas hierbas que en ocasiones perjudican a los distintos cultivos. El problema sustantivo inicial radicaría en que un uso excesivo de este herbicida convencional no sólo destruye a las malas hierbas sino que también puede perjudicar a los propios cultivos. De este modo, la solución que habría dado Monsanto a este importante problema habría consistido en diseñar y comerciar unos cultivos transgénicos específicos que, en principio, serían claramente resistentes a su propio herbicida glisofato. El nombre de estos nuevos herbicidas serían los herbicidas *Roundup*, mientras que el nombre de estos nuevos productos transgénicos serían los cultivos *Roundup Ready* (RR). Para ilustrar un poco mejor esta dependencia entre los distintos productos de Monsanto, por tanto, cabría indicar por ejemplo que si una parcela cultivada se rocía con el herbicida *Roundup*, casi todas las plantas morirán excepto, se supone, los propios cultivos RR.

I

En general, como es de esperar, queda claro que para Monsanto la soja RR no acarrearía ningún tipo de posibles riesgos adversos añadidos en relación con la necesaria garantía de la salud humana y del medio ambiente. De hecho, los grupos sociales partidarios de la libre proliferación mundial de los OMG señalan que, hasta el momento, ningún estudio científico o técnico habría podido cuestionar realmente la denominada equivalencia sustancial de la soja RR en relación con las sojas no-transgénicas. Para los grupos sociales partidarios de este tipo de productos y prácticas, sostener que las sojas transgénicas son

equivalentes, en términos sustanciales, a las sojas convencionales significa que la soja RR es cuando menos tan segura para la salud humana y el medio ambiente como el resto de las sojas no-transgénicas que pueden encontrarse en el mercado. Es más, sostienen éstos, si en la actualidad se dispusiera de algún tipo de evidencia científica, ésta pondría de relieve que los OMG son unos productos incluso más seguros para la salud humana y el medio ambiente que el resto de los alimentos convencionales o no-transgénicos. De hecho, se afirma que los distintos productos transgénicos serían sometidos a procedimientos de evaluación de la seguridad mucho más rigurosos, exigentes y exhaustivos que aquéllos que se les practicaría al resto de los productos disponibles actualmente en el mercado. Como por ejemplo ha señalado la propia SEBIOT: «La seguridad de los alimentos obtenidos por biotecnología tradicional se basa en que se han considerado seguros debido a la larga experiencia en su consumo, de manera que, en general, ni siquiera se han desarrollado en estos alimentos procedimientos de evaluación de su seguridad tan exhaustivos como los que se hacen con los nuevos alimentos»³¹.

En este sentido, en el año 1996, por ejemplo, el grupo de Bruce Hammond llevó a cabo un estudio acerca de la posible incidencia negativa de la soja RR sobre algunos animales como las ratas, los pollos, las vacas y unos peces de agua dulce llamados siluros. En particular, en este trabajo se comparó el valor nutritivo de la soja transgénica RR, tolerante al herbicida glisofato *Roundup*, con el valor nutricional de la soja convencional en virtud de la cual se había obtenido la variante transgénica. La duración de las administraciones de la soja transgénica osciló entre 4 y 10 semanas. En concreto, éstas habrían sido de 4 semanas para las ratas y las vacas, de 6 semanas para los pollos y de 10 semanas para los siluros. De forma que el estudio concluiría afirmando por ejemplo la ausencia de unas diferencias significativas en las concentraciones de importantes nutrientes y anti-nutrientes. De igual modo, si bien se reconocía que el estudio no abordaba los aspectos típicamente toxicológicos de la cuestión, se constataba la seguridad de la proteína expresada, la proteína conocida como *Proteína 5-Enolpiruvil-Shikimato-3-Fosfato Sintasa* (EPSPS),

³¹ SEBIOT. (2003). *Biotecnología y alimentos. Preguntas y respuestas*, Madrid, Artes Gráficas G3, p. 21.

que es una proteína procedente de una bacteria llamada *Agrobacterium Sp. Train CP4*³².

De esta forma, los grupos sociales partidarios de la soja RR sostienen que esta soja transgénica sería rigurosamente segura para la salud humana y el medio ambiente y que ésta permitiría un mayor control de las malas hierbas. Lo cual se traduciría, al parecer, en un incremento muy significativo en la producción y en la rentabilidad económica de la soja transgénica cultivada. Según sostiene la propia empresa Monsanto, en EEUU se sembraron unas 400.000 hectáreas de la soja RR en el año 1996, y alrededor de 100.000 hectáreas en Argentina entre 1996 y 1997. Según esta misma empresa, por tanto, los datos revelarían que en estos primeros cultivos con la soja RR se obtuvieron unos rendimientos económicos un 5% superiores en los casos donde la soja RR se trató con el herbicida glisofato *Roundup* en lugar de aplicarse los tradicionales herbicidas químicos de glisofato³³.

En segundo lugar, Monsanto sostiene que la cantidad total de herbicidas aplicados podría reducirse en el futuro entre un 9 y un 39% según las distintas zonas de cultivo. Ello permitiría concluir que el uso industrial de estos nuevos productos transgénicos sería ciertamente positivo para el necesario equilibrio ambiental. Pues esta reducción en la cantidad de los herbicidas químicos utilizados representaría un claro avance para el necesario buen estado de los sistemas ecológicos. Equilibrio ambiental éste que, dicho sea de paso, en principio también desearían los distintos grupos ecologistas. De forma que, como ha señalado esta compañía, la soja RR permitiría reducir de una manera notable la cantidad de los herbicidas químicos glisofato utilizados para el control de las malas hierbas que crecen en los campos y que tanto perjudican a los intereses económicos de los agricultores, de las diversas empresas del sector agroalimentario y, por tanto, de las sociedades actuales en general³⁴.

³² Cfr. Hammond, Bruce G., et al. (1996). «The Feeding Value of Soybeans Fed to Rats, Chickens, Catfish and Dairy Cattle is not Altered by Genetic Incorporation of Glyphosate Tolerance», en *J. Nutr.*, 126, pp. 717-727.

³³ Cfr. Monsanto España. (1997). «Biotecnología: Una promesa para el futuro. Informe sobre la biotecnología en el mercado», en *Vida Rural*, 50, p. 32.

³⁴ *Ibidem*.

II

Sin embargo, queda claro que para los grupos sociales detractores de los productos de la nueva ingeniería genética las cosas no serían tan sencillas. Por ejemplo, en lo que se refiere a las posibles consecuencias indeseadas e imprevistas asociadas a la libre circulación mundial de los OMG, se indica que éstas serían una cuestión más del tipo cuándo, dónde y cómo se producirán que de si llegarán o no a producirse. De forma que el problema sustantivo no consistiría tanto en afirmar o negar la posibilidad de tales efectos adversos sino en saber cuándo, dónde y cómo se producirán éstos. Para estos grupos, por tanto, la soja RR de Monsanto no presentaría tantas ventajas como los distintos grupos empresariales pretenderían hacer ver.

En este contexto, de acuerdo con dos estudios llevados a cabo por Carolyn Cox, de la *Northwest National Coalition for Alternatives to Pesticides* (NCAP), se habrían descrito un conjunto de problemas relativos a la salud humana y el medio ambiente relacionados con la utilización del herbicida glisofato. En concreto, los productos que contienen el herbicida glisofato habrían sido responsabilizados de daños genéticos y efectos negativos en la reproducción de una gran variedad de organismos. De igual modo, se ha indicado que el glisofato podría ser tóxico para las distintas personas que trabajan en el campo. De hecho, el glisofato sería la causa principal de las enfermedades asociadas a los pesticidas entre los jardineros y el tercer motivo de las intoxicaciones y las enfermedades causadas por los plaguicidas entre los trabajadores agrícolas del Estado de California. En particular, los síntomas incluirían irritación de los ojos y la piel, depresión cardíaca y vómitos. De igual modo, también se ha denunciado que el glisofato incluso podría llegar a los posibles consumidores con los restos que en ocasiones quedarían en los cultivos³⁵.

Por otro lado, queda claro que la comentada empresa Monsanto presenta en público su herbicida glisofato *Roundup* como un herbicida totalmente benigno e inofensivo para la salud humana y el medio ambiente. Sin embargo, como por ejemplo ha indicado Stephen Nottingham, el Servicio de Fauna Silvestre y Pesca de EEUU habría

³⁵ Cfr. Cox, Carolyn. (1995). «Glysophosate, Part I. Toxicology, Herbicide Factsheet», en *Journal of Pesticides Reform*, vol. 15, nº 3, pp. 14-20; Cox, Carolyn. (1995). «Glysophosate, Part II. Human Exposure and Ecological Effects», en *Journal of Pesticides Reform*, vol. 15, nº 4.

identificado cuando menos 74 especies de plantas en peligro de extinción que, al parecer, estarían gravemente amenazadas por el uso excesivo del herbicida glisofato³⁶.

En esta línea, también se ha argumentado que, al contrario de lo que acostumbra a declarar Monsanto, la rentabilidad económica del cultivo de la soja transgénica tolerante al herbicida glisofato sería menor que la rentabilidad de las sojas convencionales. Este hecho se debería, por un lado, a los mayores costes de las semillas modificadas genéticamente y, por otro lado, a que las cosechas transgénicas tendrían un menor valor de mercado. Con lo cual, se denuncia que de ningún modo se habría cumplido la promesa de estas compañías de unos mayores rendimientos económicos asociados a la soja RR. De hecho, se ha llegado a sostener que la soja RR rendiría entre un 6 y un 11% menos que las sojas convencionales.

De manera que, como he indicado antes, uno de los argumentos principales sostenidos por las empresas como Monsanto es que con el uso de estos nuevos cultivos transgénicos se reduciría de una manera significativa la utilización de los pesticidas y los herbicidas químicos. Monsanto, de hecho, declara en público que los alimentos actuales deberían cultivarse con menos pesticidas y herbicidas. Sin embargo, se ha indicado que esta empresa parecería olvidar mencionar que ellos serían el mayor fabricante mundial de productos químicos para la agricultura. De forma que los cultivos resistentes al herbicida glisofato incrementarían la utilización de pesticidas y herbicidas. Por un lado, debido a que las malas hierbas podrían desarrollar resistencias a los distintos herbicidas de una manera constante y progresiva. Por otro lado, debido a la fuerte presión de la poderosa industria del sector agroalimentario para procurar aumentar todavía más las ventas de sus propios herbicidas. En este sentido, los detractores de los OMG sostienen que el cultivo de la soja transgénica supuestamente resistente al herbicida glisofato incrementaría el uso de los herbicidas químicos entre un 2 y un 10% en comparación con otros sistemas tradicionales de control de las malas hierbas. Por todo ello, si bien se reconoce en ocasiones que con las sojas transgénicas quizá podrían utilizarse menos

³⁶ Cfr. Nottingham, Stephen. (1998). *Eat Your Genes*, Londres, Zed Books, por ejemplo, p. 44.

herbicidas a corto plazo, se denuncia que a medio y a largo plazo lo previsible sería justo lo contrario.

De forma que la utilización reiterada de los herbicidas glisofato incrementaría de una manera notable la posibilidad de que las distintas poblaciones de plantas silvestres, llamadas también malas hierbas, desarrollen resistencias a los propios herbicidas químicos utilizados³⁷. De hecho, para los grupos sociales detractores de los productos transgénicos, la evidencia empírica disponible indicaría que tales intercambios genéticos entre los cultivos transgénicos y las variedades silvestres ocurrirían con mucha más frecuencia de lo que sostienen algunos expertos partidarios de los OMG. Como por ejemplo ha señalado Margaret Mellon, de la *Union of Concerned Scientist* (UCS): «Tarde o temprano las malas hierbas se harán resistentes al *Roundup* y se requerirán más aplicaciones del herbicida. El uso creciente del *Roundup*, por supuesto, aumentará la velocidad a la cual se desarrolla la resistencia al herbicida, y muy pronto los agricultores tendrán muchas malas hierbas de nuevo y aún menos opciones para mantenerlas a raya»³⁸. De hecho, como se pone de manifiesto en un Informe realizado en Australia, una mala hierba silvestre llamada joyo ya se habría hecho resistente al herbicida *Roundup* después de sólo 10 aplicaciones durante 15 años. Según estos estudios, los joyos habrían sobrevivido a unas concentraciones de herbicidas incluso siete veces superiores a las que matan a otras plantas silvestres³⁹.

En esta línea, la empresa Monsanto declara que sus herbicidas glisofato serían totalmente seguros e inofensivos y que, en cualquier caso, de momento no existiría ninguna evidencia científica que podría hacer pensar en posibles consecuencias negativas de estos productos respecto a la salud humana o el medio ambiente. Por el contrario, los grupos sociales detractores de la soja RR sostienen haber demostrado que el herbicida glisofato mataría a insectos beneficiosos para el necesario equilibrio de los sistemas ecológicos. De hecho, se afirma que el glisofato podría estar ocasionando la muerte de algunas avispas,

³⁷ Cfr. Álvaro Campos, Gregorio. (2000). «Los alimentos-cultivos transgénicos. Una aproximación ecológica», en *Phytoma España*, 120, pp. 74-77.

³⁸ Mellon, Margaret. (1996). «The Last Silver Bullet?», en *The Gene Exchange-A Public Voice on Biotechnology and Agriculture*, Union of Concerned Scientists.

³⁹ Cfr. Pratley, Jim, et al. (1996). «Glyosphate Resistance in Annual Ryegrass», en *Proceedings of the 11th Conference*, Grasslands Society of New South Wales.

arañas, mariquitas, peces, lombrices de tierra y hongos no perjudiciales. De igual modo, se ha denunciado que el herbicida glisofato podría estar tanto reduciendo la fijación de nitrógeno como incrementando la vulnerabilidad de los cultivos a todo tipo de enfermedades y plagas en general⁴⁰.

III

Después de la presentación de esta controversia particular, pasará a continuación al análisis en profundidad de la misma. En este sentido, debo indicar inicialmente que resulta poco menos que obvio que una de las metas más importantes que persiguen tanto las distintas compañías empresariales en sentido objetivo como las diversas personas concretas que las tienen en propiedad consiste en procurar maximizar la rentabilidad económica de sus múltiples productos, prácticas o servicios. En este mismo contexto, quisiera señalar por ejemplo que estas compañías acostumbran en muchas ocasiones a realizar casi todo aquello que esté en sus manos, y, cabría suponer, no constituya delito alguno, con tal de procurar satisfacer los exigentes imperativos que al parecer demanda una economía de libre mercado. En el año 1991, por ejemplo, el fiscal general del Estado de Nueva York, cuestionó con dureza los términos lingüísticos que Monsanto estaba utilizando en la publicidad de sus diversos cultivos RR. En concreto, el fiscal se refirió a los enunciados de biodegradable y de inocuo para el medio ambiente. El resultado final sería así que la compañía Monsanto tuvo que dejar de utilizar tales conceptos o terminologías en la publicidad de sus distintos productos transgénicos RR⁴¹.

Con lo cual, más allá de lo que pudiera haber indicado o resuelto este fiscal general para este caso concreto, una de las reflexiones que pueden extraerse de estos hechos, y de otros hechos similares, tiene que ver con lo decisivo que puede llegar a ser el lenguaje específico

⁴⁰ Cfr. Mendelson, Joseph. (1998). «Roundup. El herbicida más vendido del mundo», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, pp. 23-27.

⁴¹ Cfr. Mendelson, Joseph. (1998). «Roundup. El herbicida más vendido del mundo», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, pp. 23-27; Álvaro Campos, Gregorio. (2000). «Los alimentos-cultivos transgénicos. Una aproximación ecológica», en *Phytoma España*, 120, pp. 74-77, en especial, p. 76.

empleado, de un modo más o menos intencional o estratégico, para describir y hacer pública la llamada auténtica verdad de las cosas. De forma que los distintos procesos de descripción o de interpretación de la realidad de las cosas difícilmente pueden llevarse a cabo de un modo por entero desinteresado o avalorativo. Como por ejemplo ha mostrado la física y ecologista Vandana Shiva: «Monsanto, que a la hora de solicitar la patente reclamaba que su soja era distinta y novedosa, ahora afirma que la nueva soja es exactamente igual que la convencional, para poder así mezclar los dos tipos de soja en los puertos de origen e importarlas a los mercados europeos»⁴².

Una segunda reflexión tiene que ver con hasta qué punto los alimentos transgénicos en general, y la soja RR en particular, pueden estar generando fuertes relaciones de dependencia o de subordinación con los agricultores y los ganaderos de ciertas partes del planeta. Pues, como he señalado antes, con la soja transgénica RR la compañía Monsanto gana, por así decir, por partida doble. Por un lado, esta empresa vende sus cultivos sólo resistentes a su propio herbicida *Roundup*. De hecho, cabe pensar que la soja RR habría sido diseñada de una manera específica y seguramente estratégica para presentar una tolerancia efectiva sólo al herbicida glisofato que fabrica y distribuye la propia empresa transnacional Monsanto. Esto supondría así que la opción práctica de tratar estos mismos cultivos con otro tipo de herbicidas, más o menos tradicionales, se tornaría no sólo altamente desaconsejable o ineficaz sino incluso en extremo peligrosa o arriesgada tanto para la salud humana como para el medio ambiente. Por otro lado, se supone que este herbicida glisofato podría usarse ahora en grandes cantidades, esto es, sin ningún temor a perder las cosechas o a degradar el medio ambiente. En consecuencia, cabría afirmar que las prioridades de Monsanto han consistido desde el comienzo en crear, desarrollar y comercializar diversos cultivos supuestamente resistentes al herbicida glisofato para así poder incrementar todavía más las ventas de este mismo tipo de herbicida. De hecho, se da el caso que muchos agricultores estarían aplicando el herbicida glisofato incluso varias veces sobre un mismo cultivo cuando, por ejemplo, Monsanto prometió que una sola aplicación sería más que

⁴² Shiva, Vandana. (2001/1997). *Biopiratería. El saqueo de la naturaleza y del conocimiento*, Barcelona, Icaria Antrazyt, p. 60.

suficiente. En este sentido, la soja supuestamente resistente al herbicida glisofato *Roundup* habría sido fuertemente cuestionada por estar genéticamente diseñada para poder generar diversas relaciones de dependencia entre muchos de los agricultores y los ganaderos del planeta. Pues un gran número de agricultores y ganaderos habría sufrido una clara reducción en sus principales opciones de cultivo con la introducción de la comentada soja RR. Como por ejemplo ha señalado Jim Thomas, del colectivo de Greenpeace del Reino Unido: «[La soja RR es un OMG que] está diseñado genéticamente para atar a los agricultores al uso del herbicida de Monsanto»⁴³.

Por todo ello, el hecho de apostar por determinados productos científicos y artefactos tecnológicos, como en el caso de la soja RR de Monsanto, podría interpretarse con cierta claridad como la apuesta más o menos estratégica por determinado estilo de sociedad, de política y de economía. Máximo Sandín, doctor en ciencias biológicas por la Universidad Autónoma de Madrid, lo dice así: «Porque la realidad es que los verdaderos intereses que subyacen a todas estas prácticas (incluidas las de muchos especialistas de buena voluntad que creen trabajar por el bien de la Humanidad) son intereses económicos. Tanto las grandes sumas invertidas en la investigación pública (a menudo financiada por grandes empresas) como (mayoritariamente) la llevada a cabo por empresas involucradas en su comercialización esperan resultados prácticos (aproximadamente, el 25% de las acciones de Wall Street pertenecen a empresas de biotecnología), y esos resultados prácticos no son, evidentemente, la solución de los problemas del 80% de la Humanidad, sino el beneficio económico de sus poseedores»⁴⁴.

De hecho, se trata de un determinado estilo de vida y de sociedad que, a su vez, incorpora casi de una manera irremediable determinados grupos sociales y naturales de ganadores y perdedores, de vencedores y vencidos o de incluidos y excluidos⁴⁵. De este modo, si bien el mundo social pasado, presente y futuro puede ser caracterizado como un

⁴³ Cfr. Thomas, Jim. (1998). «Boicot. Marcas y productos a evitar», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, pp. 59-61. La cita es de la p. 59. Los corchetes son añadidos.

⁴⁴ Cfr. Sandín, Máximo. (2002). «Una nueva biología para una nueva sociedad», en *Política y Sociedad*, vol. 39, núm. 3, pp. 537-573. La cita es de la p. 570.

⁴⁵ Cfr. George, Susan. (2001/1999). *Informe Lugano*, Barcelona, Icaria, Intermón Oxfam, en especial, pp. 28-33.

mundo marcadamente diferenciado entre ganadores y perdedores, esto es, entre quienes buscan garantías para perpetuar su buen vivir y quienes carecen de otra opción vital que la de luchar de cualquier modo por la mera supervivencia, una de las cuestiones sociológicas más sustantivas a dilucidar sería aquélla referida a en qué medida el complejo ciencia y tecnología contribuye a consolidar o a acrecentar la distancia que separa a las personas, los grupos sociales y los países ganadores de las personas, los grupos sociales y los países perdedores.

De igual modo, debería entenderse que la tradicional evaluación de las tecnologías, necesaria ésta para la ulterior toma de decisiones políticas sobre la gestión de los posibles riesgos humanos o ambientales adversos, difícilmente puede llevarse a cabo al margen de los diversos intereses y valores sociales, políticos y económicos en juego. En consecuencia, toda la retórica de la racionalidad científica y de la práctica experimental, movilizadas de una manera contundente y constante para, como en este caso, legitimar la evaluación de los posibles riesgos negativos relativos a los productos de la nueva ingeniería genética, debería entenderse más bien como un mecanismo muy eficaz para persuadir a los diversos actores sociales, políticos y económicos⁴⁶. Este mecanismo de persuasión social, por ejemplo, estaría orientado a la toma de decisiones políticas, en apariencia, fruto exclusivo del desinteresado y avalorativo quehacer de los científicos y técnicos expertos y, sin embargo, al servicio de los intereses y los valores económicos de las grandes empresas que habrían decidido enrolarse en la de momento muy rentable embarcación de la nueva ingeniería genética.

4. El maíz Bt

En relación con la controversia general sobre la libre proliferación mundial de los diversos organismos transgénicos se polemiza muy en especial sobre el conocimiento de los posibles riesgos adversos asociados a la salud humana y el medio ambiente. En este apartado

⁴⁶ Cfr. Wynne, Brian. (1975). «The Rhetoric of Consensus Politics. A Critical View of Technology Assessment», en *Research Policy*, 4, pp. 108-158; Mulkay, Michael. (1993-1994). «Retórica y control social en el gran debate sobre los embriones», en *Política y Sociedad*, 14-15, pp. 143-153; Ibáñez, Tomás. (1995). «Ciencia, retórica de la “verdad” y relativismo», en *Archipiélago*, 20, pp. 33-40.

describo y analizo la polémica particular erigida en relación con el denominado maíz Bt, o maíz *Bacillus thuringiensis*, que es un tipo de maíz transgénico propiedad de la empresa Syngenta. De forma que una de las metas más importantes de este apartado consiste en ilustrar empíricamente cómo el incremento en las investigaciones, lo que se traduce de una forma habitual por más objetividad o por más y mejores experimentos, puede no garantizar la clausura futura de determinadas discusiones concretas sobre la ciencia y la tecnología. De hecho, como mostraré a continuación, uno de los problemas más importantes relacionado con estas cuestiones reside en consensuar de una forma dialogada o transparente hasta qué punto el conjunto de los contraargumentos presentados por los grupos sociales detractores de este producto transgénico específico, que procuran cuestionar las razones, los argumentos y las pruebas empíricas alegadas en defensa de la inocuidad humana y ambiental del maíz Bt, merece ser considerado, de acuerdo con el mencionado principio de precaución, como una duda científica razonable.

En concreto, la abreviatura Bt remite al micro-organismo conocido como *Bacillus thuringiensis*. En términos oficiales, los cultivos Bt son un tipo de plantas modificadas genéticamente para que sean resistentes a determinados insectos que se consideran dañinos o perjudiciales para los intereses económicos de los agricultores. De forma que este tipo de plantas se viene produciendo y comerciando en EEUU desde el año 1996 para su cultivo en variedades como el algodón, la patata y el maíz. En países como Canadá o Argentina, el cultivo del maíz Bt comenzó en el año 1997. Por su parte, tanto el consumo como el cultivo de las dos variedades de este tipo de maíz transgénico, es decir, el cultivo del maíz *Compa CB* y el maíz *Jordi CB*, sólo habrían sido autorizados en un único país de la UE. Como indiqué con anterioridad, este país sería España y la autorización respectiva tendría lugar en el mes de marzo de 1998 (BOE, 26 de marzo de 1998). En lo que se refiere a las cantidades cultivadas, cabe indicar que, según datos de la ISAAA, en el año 2003 se habría cultivado en España en torno a 32.000 hectáreas de maíz transgénico Bt, lo cual supondría un aumento de un 33% respecto al número de hectáreas cultivadas en el año 2002.

I

En lo que sigue expongo los argumentos y las pruebas empíricas esgrimidos por los grupos sociales partidarios de la libre proliferación

mundial de este tipo de productos. En este contexto, cabe apuntar a modo de introducción que el maíz transgénico Bt es un producto que ha sido diseñado y desarrollado en un laboratorio del *Research Triangle Park* en Carolina del Norte. El grupo de trabajo fue liderado por K. Koziel, mientras que la mayor parte de la financiación económica corrió a cargo de la empresa suiza Ciba Seeds. No obstante, dicha empresa fue conocida con posterioridad como Novartis y en la actualidad se denomina Syngenta tras su fusión con la compañía AstraZeneca.

El objetivo oficial del maíz Bt consistiría en acabar con el taladro y con el conjunto de los daños, desde el punto de vista de la rentabilidad económica que buscan los agricultores, que este animal ocasiona a los diversos cultivos de maíz. De forma que taladro, gusano cogollero, barrenador o piral son algunos de los nombres comunes de *Ostrinia Nubilalis* y *Sesamia Nonagroides*, dos insectos lepidópteros depredadores del maíz que representarían, en principio, una de las plagas mayores que estos cultivos han sufrido y sufren en todo el mundo. Conocidos desde principios del siglo XX, en la actualidad estos insectos se encuentran extendidos también por toda la Península Ibérica, las Islas Baleares e incluso las Islas Canarias. Las provincias españolas en las que el taladro suele generar mayores destrozos son Gerona, Huesca, Lérida, Navarra y Zaragoza. De hecho, según los datos proporcionados por las distintas empresas vinculadas a la nueva ingeniería genética, las pérdidas económicas anuales generadas por el ataque del barrenador supondrían entre un 10 y un 30% del total de la superficie de maíz cultivada.

En términos generales, los programas no-transgénicos de control de insectos se basan de una manera casi exclusiva en la aplicación de unos insecticidas que, en la mayor parte de los casos, son productos químicos altamente tóxicos para un amplio espectro de organismos. No obstante, pese al empleo masivo de tales sustancias químicas, como he dicho, la industria del sector agroalimentario sostiene que se seguirían perdiendo del 10 al 30% de las cosechas mundiales debido a la acción de este tipo de insectos. En este sentido, las posiciones a favor de la utilización del maíz Bt consideran que la lucha tradicional mediante productos químicos no sería realmente eficaz debido a una peculiaridad del comportamiento de estos insectos. De modo que el insecticida Bt, en su variante convencional o no-transgénica, podría ser considerado un insecticida químico ideal si no fuera por la dificultad de su

aplicación eficaz. De hecho, se sostiene, las pulverizaciones convencionales no serían nada eficaces contra los taladros del maíz debido a que estos insectos se encontrarían protegidos en el interior de las plantas frente a la acción de las partículas pulverizadas. Por otro lado, las plagas se desarrollarían de una manera tan sutil y devastadora que cuando el agricultor se percatase del problema por regla general ya sería demasiado tarde. De ahí que el desarrollo de un maíz transgénico resistente a la oruga del taladro, sostienen los grupos sociales partidarios del maíz Bt, constituya una alternativa poco menos que excelente frente a las estrategias agrícolas químicas tradicionales.

Por otro lado, uno de los argumentos movilizados con mucha frecuencia por las grandes empresas del sector agroalimentario para procurar promover el libre comercio mundial de los productos transgénicos en general y del maíz Bt en particular consiste, como ya mostré y analicé, en sostener que los alimentos transgénicos podrían representar una herramienta muy eficaz en la lucha contra el hambre en el mundo. Por ello, se afirma en público que oponerse a la libre creación y el libre comercio internacional de los OMG equivaldría en la práctica a retrasar la necesaria solución a estos graves problemas que afectan a una gran parte de la humanidad. De forma que renunciar a los alimentos transgénicos sería poco menos que oponerse y dar la espalda a los importantes logros de la ciencia y la tecnología.

En esta línea, uno de los trabajos científicos que, por así decir, suele prestar razones a los grupos sociales partidarios del maíz Bt es el estudio llevado a cabo en el año 1998 por los investigadores Brake y Vlachos⁴⁷. En concreto, este trabajo empírico fue realizado con maíz Bt-176. El experimento en cuestión se realizó con pollos y tuvo una duración de 38 días. De estos pollos, unos habrían sido alimentados con el citado maíz transgénico Bt-176 mientras que los otros pollos, los animales pertenecientes al grupo de control, habrían sido alimentados con un tipo de maíz convencional o no-transgénico. El trabajo en cuestión concluye, por un lado, afirmando la ausencia de unas diferencias estadísticas notorias o significativas en los índices de supervivencia de los animales y, por otro lado, indicando un incremento considerable de los pesos genéricos y de los pesos

⁴⁷ Cfr. Brake, J. y Vlachos, D. (1998). «Evaluation of Transgenic Event 176 “Bt” Corn in Broiler Chickens», en *Poultry Sci.*, 77, pp. 648-653.

específicos relativos a las diferentes partes del cuerpo de los pollos que participaron en la investigación.

En este mismo sentido, quisiera ir adelantando alguna reflexión puntual indicando por ejemplo que para los grupos sociales detractores del maíz Bt el periodo de tiempo concreto de exposición al producto y la cantidad específica de los animales utilizados limitaría de una manera notable el alcance de estas investigaciones y, por tanto, pondría seriamente en entredicho la posible significatividad científica de éstas. Sin embargo, una de las cuestiones más sustantivas no consiste tanto en procurar dilucidar por ejemplo cuántos días de experimentación son realmente necesarios para reconocer la llamada validez ecológica de los experimentos realizados, sean éstos más o menos de los 38 días aludidos. Pues una de las cuestiones quizá más relevantes e ilustrativas consiste, en cambio, en que cualesquiera sean los días o la cantidad de los animales finalmente utilizados, para unos expertos estos días casi siempre serán más que suficientes mientras que para otros investigadores estos mismos días y cantidades casi siempre serán menos de los razonablemente requeridos.

De esta forma, los partidarios de la nueva ingeniería genética en general y del maíz Bt en particular también alegan que en muchas ocasiones se omitiría decir que los insecticidas químicos que se usan con mucha frecuencia en el cultivo del maíz no-transgénico serían tanto o más perjudiciales para algunos insectos no dañinos que los potencialmente producidos por el polen de las plantas modificadas genéticamente. Lo que los grupos ecologistas estarían omitiendo, por tanto, es que los insecticidas químicos que se usan por lo general en el cultivo del maíz convencional serían tanto o más perjudiciales para, por ejemplo, la denominada mariposa Monarca que el polen de las plantas transgénicas. De esta forma, se pone de relieve que la exposición de las mariposas Monarca a la toxina Bt derivada de la nueva ingeniería genética no sería tan elevada y dañina como aquélla derivada del uso tradicional de la toxina Bt.

De este modo, se sostiene que el tan polémico artículo del grupo de John E. Losey, trabajo éste en el que me detendré con posterioridad, consistiría en realidad en un estudio de laboratorio realizado en condiciones muy forzadas o artificiales de alimentación de las orugas

de la mariposa Monarca⁴⁸. En esta línea, los grupos partidarios del maíz Bt denuncian también que, de hecho, el grupo de Losey podría estar vinculado de una manera muy sospechosa a los movimientos naturalistas o ecologistas. Lo cual, al parecer, pondría seriamente en entredicho la objetividad y la neutralidad que se les presupone a estos científicos en tanto que agentes sociales imparciales.

En consecuencia, queda claro que las críticas a la investigación realizada y publicada por el grupo de Losey provienen de diversos flancos. Pues, como por ejemplo ha manifestado Francisco García Olmedo, catedrático de bioquímica y biología molecular en la Universidad Politécnica de Madrid, si bien cabe reconocer sin problemas excesivos que muchas de las mariposas que fueron forzadas a alimentarse del maíz transgénico Bt murieron o sufrieron unos daños muy graves, de igual modo podría suponerse, en cambio, que si estas mismas mariposas hubieran sido forzadas a alimentarse de un maíz convencional o no-transgénico, éstas podrían haber padecido unos daños muy similares o incluso idénticos. En consecuencia, se denuncia así que los resultados empíricos de este trabajo no serían en modo alguno extrapolables a lo que realmente ocurre, o podría llegar a ocurrir, en el campo abierto⁴⁹.

En este sentido, también en respuesta más o menos directa al citado trabajo del grupo de John Losey, indicar que en otoño del año 2000 fue emitido un Informe de la *Environmental Protection Agency* (Agencia de Protección Ambiental de EEUU) (EPA) por mediación de un grupo científico asesor conocido como *Scientific Advisory Panel* (SAP)⁵⁰. En este trabajo habrían participado en torno a 20 entomólogos de 10 universidades de EEUU y Canadá. En concreto, en este trabajo se hicieron las siguientes observaciones fundamentales. En primer lugar, en relación con el estudio del posible impacto negativo del maíz Bt sobre la salud humana, se afirma que no existirían evidencias

⁴⁸ Cfr. Losey, J. E., Rayor, L. S. y Carter, M. E. (1999). «Transgenic Pollen Harms Monarch Larvae», en *Nature*, 399, p. 214, a 20 de mayo de 1999.

⁴⁹ Cfr. Sampedro, Javier. (1999). «Los transgénicos, a la luz de los argumentos», en *El País*, a 7 de diciembre de 1999.

⁵⁰ Cfr. EPA. (2000). «Documento de acción de registro de bio-pesticidas Bt», Informe de la EPA de EEUU; Sears, Mark K., et al. (2001). «Impact of Bt Corn Pollen on Monarch Butterflies. A Risk Assessment», en *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98, pp. 11.937-11.942, a 9 de octubre de 2001.

científicas que confirmen que las proteínas Bt causen ningún tipo de reacciones alérgicas o negativas en general. En segundo lugar, respecto a la evaluación ambiental del producto, el Informe sostiene que tampoco se habría registrado ningún tipo de problemas en relación con la posibilidad de cruzamiento o hibridación de las plantas Bt con otras plantas locales o en relación con la posible incidencia negativa sobre los animales invertebrados beneficiosos, los organismos característicos de los suelos o la vida silvestre en general. En tercer lugar, el Informe en cuestión señala algunos beneficios del maíz Bt. Por un lado, los posibles beneficios económicos que el maíz Bt podría aportar para los agricultores y los empresarios y, por otro lado, los posibles beneficios ambientales debido a que con este tipo de maíz transgénico se produciría una reducción de un tercio en el uso de los insecticidas químicos convencionales. En cuarto lugar, el Informe de la EPA concluye afirmando que, en lo tocante al problema hipotético que podría suponer la aparición de algunas resistencias entre los insectos frente al maíz Bt, el actual régimen de gestión de las resistencias sería el correcto y adecuado. De igual modo, en una sección especial dedicada al análisis de los posibles impactos negativos de las plantas transgénicas Bt sobre la comentada mariposa Monarca, el Informe de la EPA afirma que, de acuerdo con la información científica disponible, existiría una probabilidad muy baja de generar unos efectos adversos para las mariposas Monarca. La Agencia norteamericana concluye afirmando que la información científica preliminar publicada sobre la posible toxicidad de estos productos transgénicos no sería realmente suficiente para causar una preocupación fundada en relación con la posible incidencia negativa de las proteínas Bt sobre las mariposas Monarca.

II

Por su parte, los grupos sociales detractores del maíz Bt se sirven, como es de esperar, de estudios, pruebas empíricas y razonamientos bien diferentes⁵¹. Por ejemplo, como he adelantado en los párrafos anteriores, éstos sostienen que estudios recientes habrían demostrado de un modo rigurosamente científico que el maíz Bt tendría unos efectos

⁵¹ Cfr. Spendeler, L. y Carrasco, J-F. (2003). *Al grano. Impacto del maíz transgénico en España*, Amigos de la Tierra y Greenpeace, Alcobendas, Industrias Gráficas EPES.

realmente negativos sobre algunos insectos beneficiosos como las mariposas Monarca, también conocidas como *Danaus Plexipus*. Se resalta así que los estudios de campo publicados en la revista *Nature* realizados por el grupo de investigadores liderado por John E. Losey, profesor de entomología de la Universidad de Cornell, Ithaca, en Nueva York, habrían demostrado claramente que el maíz transgénico generador de la toxina Bt poseería un efecto realmente grave o incluso letal sobre las larvas de las mariposas Monarca⁵².

El proceso en campo abierto sería el siguiente. El polen del maíz transgénico poseedor de la toxina Bt sería dispersado por la acción del viento y depositado sobre otras plantas como la lechetezna que crece junto a los campos de maíz y que constituye el único alimento de las larvas de estas mariposas. En esta línea, como por ejemplo ha expresado la doctora Linda S. Rayor, quien fuera coautora de esta investigación acerca del posible impacto negativo del maíz Bt sobre la salud de las mariposas Monarca: «Lo que es nuevo en este estudio es que hemos demostrado que las toxinas pueden flotar en el viento»⁵³. De forma que los científicos y técnicos expertos del grupo de Losey habrían alimentado en el laboratorio a las larvas de estas mariposas con unas hojas de lechetezna impregnadas con el polen del maíz Bt. En general, cabe decir que el resultado más importante habría indicado así un claro envenenamiento de las larvas. En concreto, se sostuvo que en el experimento se observó que las larvas que se alimentaban con las hojas de lechetezna espolvoreadas con el polen del maíz Bt comían menos, crecían de una manera más lenta y tenían una mayor tasa de mortalidad que las larvas alimentadas con lechetezna espolvoreada con el polen del maíz convencional o sin espolvorear. De hecho, se indicó que en 48 horas habrían perecido hasta el 50% de los ejemplares, mientras que habrían sobrevivido la totalidad de los insectos del grupo de control. En consecuencia, según el comentado artículo del grupo de

⁵² Cfr. Losey, J. E., Rayor, L. S. y Carter, M. E. (1999). «Transgenic Pollen Harms Monarch Larvae», en *Nature*, 399, p. 214, a 20 de mayo de 1999. Consúltense de igual modo los trabajos: Hanson-Jesse, L. C y Obrycki, J. J. (2000). «Field Deposition of Bt Transgenic Corn Pollen: Lethal Effects on the Monarch Butter-Flies», en *Oecologia*, 125, pp. 241-248; Obrycki, J. J., Losey, J. E., Taylor, O. R. y Hanson-Jesse, L. C. (2001). «Transgenic Insecticidal Corn: Beyond Insecticidal Toxicity to Ecological Complexity», en *BioScience*, 51, 5, pp. 353-361.

⁵³ Cfr. Arias, Montse. (2000). «Las plagas adquieren resistencia», en Asociación Vida Sana.

Losey, los resultados empíricos habrían mostrado claramente que murieron más de la mitad de las orugas que comieron las hojas espolvoreadas con el polen del maíz transgénico Bt.

De manera análoga, los grupos sociales detractores del maíz Bt han enunciado y denunciado que fenómenos paralelos a los detectados por el grupo de John Losey habrían sido identificados ya respecto del caso del maíz Bt y las mariquitas. En este contexto, se recuerdan los resultados empíricos de un estudio de laboratorio realizado en Suiza por los científicos Hilbeck, Baumgartnew, Fried y Bigler⁵⁴. Según este estudio, por ejemplo, cuando las mariquitas se alimentan del barrenador europeo del maíz Bt, éstas sufrirían tanto una alteración significativa de su desarrollo normal como un incremento importante en los índices de mortalidad. Otro experimento de laboratorio llevado a cabo en el Instituto de Investigaciones de Cultivos de Escocia concluyó que las patatas modificadas genéticamente para ser resistentes a las plagas de insectos también podrían dañar a algunos insectos beneficiosos en los eslabones superiores de la cadena alimentaria⁵⁵. En este caso, se alimentaron mariquitas hembra con áfidos que habían sido alimentados a su vez con patatas modificadas genéticamente. De forma que, cuando se compararon estos insectos con los animales del grupo de control, se habría observado que las mariquitas hembra ponían menos huevos y que éstas vivían en torno a la mitad de lo normal.

Otro estudio relevante del que también se sirven los colectivos sociales detractores del maíz Bt para procurar fortalecer sus argumentos y razones y, por tanto, para, de una manera inversa, intentar debilitar la credibilidad de los argumentos y las razones de los colectivos sociales partidarios de la libre creación y el libre comercio de este tipo de productos y prácticas, es el trabajo realizado en México por los

⁵⁴ Cfr. Hilbeck, A., Baumgartnew, M., Fried, P. M. y Bigler, F. (1998). «Toxicity of *Bacillus Thuringiensis* CryIAb Toxin to the Predator *Chrysoperla Carnea* (Neuroptera. Chrysopidae)», en *Environmental Entomology*, vol. 27, nº 4, agosto de 1998, p. 480.

⁵⁵ Cfr. Birch, A. N. E., Geoghegan, I. E., Majerus, M. E. N., Hackett, C. y Allen, J. (1996-1997). «Interactions Between Plant Resistance Genes, Pest Aphid Populations and Beneficial Aphid Predators», en Scottish Crop Research Institute, Dundee, Annual Report, 1996-1997, pp. 68-72.

científicos Ignacio H. Chapela y David Quist⁵⁶. La investigación en cuestión, publicada el 29 de noviembre de 2001 en la revista *Nature*, fue presentada por Ignacio H. Chapela, un micólogo del Departamento de Ciencias Ambientales de la Universidad de Berkeley, en California, en colaboración con David Quist, un estudiante de esta misma Universidad. Su polémico estudio, al parecer, presentaba evidencias científicas de que genes procedentes de un maíz modificado genéticamente se habrían cruzado con maíz autóctono de algunas zonas del sur de México. Según este trabajo, por tanto, los genes se habrían establecido de un modo permanente o estable en el genoma de las especies autóctonas, proceso éste que se conoce de forma habitual como introgresión. En concreto, se sostuvo que, en septiembre de 2001, se habrían encontrado evidencias empíricas de la contaminación genética de entre el 3 y el 13% de las semillas locales de maíz en 15 de las 22 comunidades mexicanas de Oaxaca y Puebla. De forma que una parte considerable de las variedades tradicionales de maíz habrían sido contaminadas genéticamente por un tipo de maíz transgénico Bt. Este hecho, sostienen los investigadores, podría suponer una amenaza muy grave para la diversidad genética local. Pues se recuerda que el territorio centro-americano podría constituir con mucha probabilidad el origen y el centro de la diversidad genética de todo el maíz existente en el mundo. En consecuencia, concluyeron éstos, parecía quedar claro que con esta introgresión podría estarse amenazando gravemente la diversidad genética de las diversas estirpes de maíz.

Sin embargo, en respuesta directa a la publicación de los polémicos resultados empíricos obtenidos por Chapela y Quist, algunos científicos habrían denunciado la supuesta existencia de algunos errores metodológicos ciertamente importantes. Así, el 4 de abril de 2002, los propios editores de la revista *Nature* admitieron en público que el artículo de Chapela y Quist podría estar cargado de algunos errores metodológicos y que, por tanto, este trabajo quizá nunca debiera haber sido publicado en su revista. Por otro lado, los investigadores californianos habrían presentado con posterioridad unos nuevos datos que, según ellos, darían más apoyo a la tesis que afirma la presencia de los transgenes en el maíz mexicano autóctono. De igual modo, los

⁵⁶ Cfr. Quist, D. y Chapela, I. (2001). «Transgenic DNA Introgressed into Traditional Maize Landraces in Oaxaca, México», en *Nature*, 414, pp. 541-543, a 29 de noviembre de 2001.

expertos que defienden los resultados del estudio de Chapela y Quist afirman que, si bien se han producido algunas denuncias acerca de la existencia de posibles errores metodológicos, de momento nadie habría cuestionado de un modo rigurosamente científico la posibilidad de que hayan existido los respectivos cruzamientos genéticos. En cambio, los críticos del trabajo publicado por Chapela y Quist insisten en que lo que quedaría todavía por esclarecer es si este posible flujo de los transgenes en las estirpes autóctonas del maíz mexicano pudiese tener unos efectos futuros realmente negativos sobre la salud de las personas, la diversidad genética del maíz y el medio ambiente en general. La respuesta, según estos otros investigadores, es que el posible impacto humano y ambiental adverso de esta posible fuga incontrolada de transgenes sería prácticamente inapreciable o, incluso, totalmente nulo.

En este mismo sentido crítico, los agentes sociales contrarios a la libre proliferación mundial de estos nuevos alimentos también señalan que el *Bacillus thuringiensis* (Bt) es una bacteria empleada por muchos agricultores para combatir las plagas de algunos insectos. Como he señalado, las esporas producidas por esta bacteria contienen la toxina Bt, que se activa por la acción enzimática que tiene lugar en el aparato digestivo de los insectos con digestión alcalina. Proceso digestivo éste que provocaría la muerte de estos animales. No obstante, en contraste con la aplicación ocasional de la toxina Bt en los cultivos ecológicos convencionales, la toxina transgénica Bt se produciría en las plantas tratadas durante todo el tiempo en que éstas continúan creciendo. De forma que las plantas en las que se introducen los genes para producir la toxina Bt generarían, pues, su propio insecticida de una manera constante y progresiva. En esta línea, por tanto, se denuncia que a diferencia del uso selectivo y controlado de la toxina Bt que con anterioridad hacían los agricultores, con su incorporación genética a las plantas de un modo sistemático y continuo se provocaría un uso ciertamente excesivo o indiscriminado que afectaría tanto a las especies de insectos consideradas dañinas como a aquéllas tenidas por beneficiosas. En consecuencia, se afirma que la toxina de los cultivos transgénicos Bt estaría presente de una forma activa en exceso, lo que provocaría que esta toxina pudiera repercutir en un espectro mucho mayor de las plantas y de los animales del que estaba previsto en un principio.

De este modo, por ejemplo, se sostiene que el cultivo de maíz Bt podría producir una negativa acumulación de la toxina Bt en la tierra de

los cultivos. Lo cual podría ocasionar un efecto muy dañino para organismos del suelo tales como las lombrices, los hongos o las bacterias. De forma que esta presencia anómala favorecería, más tarde o más temprano, la aparición de resistencias en algunos de los insectos debido a la exposición continua a la comentada toxina Bt. De igual modo, se pone de relieve que el algodón Bt, propiedad de la empresa transnacional Monsanto, se habría sembrado ampliamente en el sur de EEUU. De hecho, según los datos de esta misma empresa, este cultivo transgénico Bt mataría en torno al 80% de los gusanos que se comen las cápsulas de algodón. Sin embargo, como por ejemplo ha señalado de un modo crítico el profesor Fred Gould: «El 80% de mortalidad es exactamente lo que utilizan los investigadores cuando quieren producir insectos resistentes»⁵⁷.

De ahí que tanto los insecticidas químicos tradicionales como los nuevos insecticidas transgénicos pronto pudieran resultar inservibles por ineficaces. Este fenómeno se produciría, al parecer, porque los insectos se verían expuestos de una forma continua a la toxina Bt. Los insectos estarían así bajo constante presión ecológica para desarrollar las correspondientes resistencias frente a la toxina Bt. En este mismo sentido, para contrarrestar el efecto del surgimiento de las resistencias, las compañías vinculadas a la nueva ingeniería genética habrían aconsejado a los agricultores el combinar los cultivos Bt con el cultivo de las variedades no-transgénicas. La finalidad de estas prácticas consistiría en crear unos refugios ecológicos para los insectos en cuestión, procurando evitar así que estos insectos se hagan resistentes muy rápidamente a los cultivos Bt. En concreto, las empresas recomiendan dedicar en torno al 20% del terreno cultivado a la construcción de estos refugios ecológicos. Sin embargo, quedaría claro que no todos los agricultores estarían realmente dispuestos a seguir este tipo de recomendaciones. Pues estos agricultores no acabarían de entender para qué se habrían realizado las respectivas modificaciones genéticas si, después de todo, deben tomarse tantas medidas precautorias. De hecho, la resistencia de diversas poblaciones de insectos a las plantas transgénicas que producen la toxina Bt habría sido notificada por ejemplo en la revista *Nature*, con fecha de 5 de agosto de

⁵⁷ Cfr. Gould, Fred. (1996). «Bt Cotton Infestations Renew Resistance Concerns», en *Nature Biotechnology*, a 14 de septiembre de 1996.

1999, por unos científicos del Departamento de Entomología de la Universidad de Arizona⁵⁸. En esta misma línea, se ha recordado que incluso la propia EPA habría previsto que la mayor parte de los insectos a los que se supone deben atacar los productos Bt serán resistentes en gran medida a este tipo de productos transgénicos dentro de entre tres a cinco años⁵⁹.

De este modo, quedaría bien claro que pueden desencadenarse diversas consecuencias indeseadas o imprevistas de la creación, el cultivo, el comercio y el consumo de los distintos productos transgénicos Bt. En el año 1996, por ejemplo, se dio el caso que un grupo de agricultores norteamericanos sufrió unas pérdidas económicas considerables en relación con la cosecha del algodón Bt. El motivo oficial principal fue, al parecer, un apagón imprevisto del gen responsable de la producción de la toxina insecticida durante una fuerte ola de calor. Este fenómeno, que para los colectivos partidarios de este tipo de productos y prácticas resultaría ciertamente accidental, ocasional o fortuito, afectaría a unas 9.000 hectáreas de cultivo que habrían sido invadidas por una plaga del insecto que, se supone, las plantas transgénicas deberían haber controlado y neutralizado. Por otro lado, los grupos sociales detractores del maíz Bt también afirman que una consecuencia muy grave para el medio ambiente ocasionada por la utilización masiva de la toxina transgénica Bt, sobre todo en los cultivos que ocupan una gran superficie del paisaje agrícola, sería que los agricultores vecinos con cultivos tradicionales podrían contemplar poco menos que impotentes cómo las poblaciones de los insectos resistentes colonizan y destruyen los campos en los que los agricultores usan el insecticida químico Bt sólo en su variante convencional o no-transgénica. De forma que este hecho dejaría a estos agricultores muy indefensos ante tales plagas, puesto que el plaguicida no-transgénico

⁵⁸ Cfr. Liu, Y-B., Tabashnik, B. E., Denneby, T. J., Patin, A. L., y Barlett, A. C. (1999). «Development Time and Resistance to Bt Crops», en *Nature*, 400, p. 519, a 5 de agosto de 1999. Consúltese de igual modo: Tabashnik, Bruce E. (1994). «Evolution of Resistance to *Bacillus Thuringiensis*», en *Annual Review of Entomology*, vol. 39, pp. 47-49; Tabashnik, Bruce E., et al. (1997). «One Gene in Diamondback Moth Confers Resistance to Four Bt Toxins», en *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, vol. 94, pp. 1640-1644.

⁵⁹ Cfr. EPA Pesticide Fact-Sheet 4/98. (1994). *Bacillus Thuringiensis Cry IA(b) Delta-Endotoxin and the Genetic Material Necessary for its Production (Plasmid Vector pc1B 4431) in Corn*, OPPTS.

sería muy ineficaz, perdiendo así una herramienta importante en el control químico de las plagas de insectos. De darse tal situación, los agricultores que usan únicamente el insecticida químico convencional se preguntan acerca de quién se haría responsable de tales pérdidas.

III

Hasta el momento me he limitado a presentar tanto el espacio de la argumentación como el respectivo espacio de la contra-argumentación erigidos a favor y en contra del denominado maíz transgénico Bt. En lo que sigue, por tanto, presento algunas reflexiones que pueden ayudar a comprender y explicar por qué cuando menos de momento no se ha asistido a un cierre más o menos dialogado y contundente de las controversias científicas y técnicas sobre este producto transgénico en particular.

En relación con el polémico artículo del grupo de trabajo de John E. Losey, en especial en lo referente a los argumentos que se habrían movilizado para procurar desacreditar tanto el proceso de investigación como las conclusiones derivadas de este estudio, quisiera señalar que el paso de los laboratorios a la naturaleza exterior resulta un movimiento siempre en cierto modo forzado, violento y arriesgado. De hecho, más allá de las situaciones específicas reproducidas en el interior de los laboratorios, las predicciones respectivas sobre los posibles daños humanos o ambientales futuros asociados a los cultivos transgénicos se hacen siempre tan necesarias socialmente como artificiales y vulnerables desde el punto de vista de los grupos sociales detractoras de estos OMG. En este sentido, cabría subrayar de momento que en las prácticas empíricas particulares difícilmente pueden demostrarse plenamente, bien sea por verificación o por falsación, los diversos enunciados generales o universales. Pues estas demostraciones científicas dependerían, para empezar, de las condiciones puntuales reproducidas en los laboratorios respectivos de un modo siempre contingente y cuestionable.

De forma que si esta discusión particular no puede ser clausurada de momento en términos, en principio, exclusivamente racionales y empíricos ello también podría deberse al llamado problema de la validez ecológica de los resultados empíricos. Pues esta misma cuestión resultaría ciertamente importante, compleja y arriesgada en aquellos objetos de experimentación vivos que son muy sensibles a las condiciones externas o ambientales. En concreto, hacer frente al

problema de la validez ecológica de los resultados empíricos supone por ejemplo cuestionarse hasta qué punto en el interior de los laboratorios pueden reproducirse, de un modo artificial, las condiciones tanto ambientales como sociales existentes en el mundo exterior. Lo que ocurriría es que difícilmente pueden predecirse de un modo totalmente preciso, exacto o completo las consecuencias reales de la entrada en escena de determinados productos o prácticas más allá de las paredes de los lugares de experimentación. Con lo cual, las posibles consecuencias a medio y a largo plazo de la introducción de un producto transgénico como el maíz Bt, del interior de los laboratorios a la naturaleza exterior, siempre resultarían difícilmente previsibles y controlables. Pues queda claro que la capacidad de control y de predicción de la ciencia en general siempre presentaría inevitables fisuras, sombras o límites.

En este mismo sentido, por tanto, como por ejemplo han señalado los científicos Wolfenbarger y Phifer en la revista *Science*: «Nuestra capacidad para predecir los impactos ecológicos de las especies introducidas, incluidos los OMGs, es imprecisa, y la información usada para evaluar los potenciales impactos ecológicos tiene límites. Nuestra incapacidad para predecir apropiadamente las consecuencias ecológicas, especialmente a largo plazo, [...] aumenta la incertidumbre asociada a la gestión del riesgo y puede requerir modificaciones en las estrategias de gestión de riesgo»⁶⁰.

De manera similar, la UE ha declarado que la licencia concedida al maíz Bt podrá ser retirada sólo si se aportan determinados argumentos o pruebas empíricas que hagan realmente explícita la existencia de una duda científica razonable en relación con la seguridad humana o ambiental de este OMG. En esta línea, cabría recordar que el principio de precaución señala de una manera genérica que un producto transgénico concreto podrá o deberá ser retirado del mercado si se presenta una duda científica razonable acerca de su posible toxicidad

⁶⁰ Cfr. Wolfenbarger, L. L. y Phifer, P. R. (2000). «The Ecological Risks and Benefits of Genetically Engineered Plants», en *Science*, 290, pp. 2088-2092, a 15 de diciembre de 2000. Consúltese de igual modo los trabajos: Domingo Roig, J. L. y Gómez Arnáiz, M. (2000). «Riesgos sobre la salud de los alimentos modificados genéticamente. Una revisión bibliográfica», en *Revista Española de Salud Pública*, 74, 3, pp. 255-261; Domingo Roig, José L. (2000). «Health Risks of GM Foods. Many Opinions but Few Data», en *Science*, 288, pp. 1748-1749, a 9 de junio de 2000.

para la salud humana o el medio ambiente. Lo realmente sustantivo en este caso sería que para algunos colectivos sociales como el grupo ecologista Greenpeace, ya existiría un conjunto de argumentos y de pruebas empíricas, como las aportadas por autores como Losey, Birch, Hilbeck o Chapela y Quist, lo suficientemente significativo, sólido y preocupante para concluir de él la existencia de una duda científica razonable. Como por ejemplo ha expresado el director de la revista *The Ecologist*, Zac Goldsmith: «Pero incluso cuando la ciencia plantea serias dudas sobre la seguridad de experimentos concretos, se la ignora por completo a menos que sus hallazgos coincidan con los intereses de la industria. Por ejemplo, la investigación suiza sobre una variedad de maíz modificado genéticamente, diseñada por Novartis [hoy llamada Syngenta] como veneno para la larva del perforador del maíz, ha demostrado que [este producto] puede matar tanto a insectos beneficiosos como a nocivos, lo que altera toda la cadena alimentaria. Y aun así, la Unión Europea ha declarado que la licencia concedida al maíz modificado genéticamente sólo podrá retirarse si se aportan nuevas pruebas científicas que cuestionen su seguridad. Pero estas pruebas [...] son precisamente las que los científicos suizos han aportado. Quizá para la UE la investigación sólo pueda clasificarse como científica si sirve para promover los intereses de la industria biotecnológica»⁶¹.

En consecuencia, cabe interpretar que la actual situación de incertidumbre científica, cierto es que negada por unos y afirmada por otros, hace que resulte muy complejo y sujeto a múltiples discusiones consensuar de una forma dialogada hasta qué punto la totalidad de las críticas científicas presentadas por los grupos sociales detractores de los diversos productos transgénicos merece ser considerada como una duda científica razonable de acuerdo con el comentado principio de precaución. En esta línea, cabe entender que la discusión específica y fundamental sobre hasta qué punto los argumentos y las pruebas

⁶¹ Cfr. Goldsmith, Zac. (1998). «¿Ecoguerrilleros o vándalos? ¿Quiénes son los auténticos terroristas?», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, pp. 62-65. La cita es de las pp. 63-64. Los corchetes son añadidos. El trabajo al que se alude en esta cita es el siguiente: Hilbeck, A., Baumgartnew, M., Fried, P. M. y Bigler, F. (1998). «Toxicity of *Bacillus Thuringiensis* CryIAb Toxin to the Predator *Chrysoperla Carnea* (Neuroptera. Chrisopidae)», en *Environmental Entomology*, vol. 27, nº 4, agosto de 1998, p. 480.

empíricas esgrimidas en contra de la defensa de la viabilidad humana y ambiental del maíz Bt representan o no una duda científica suficientemente razonable y preocupante no parece ser, en cualquier caso, un problema o una cuestión a dilucidar en términos, en principio, exclusivamente racionales o empíricos.

5. El caso Pusztai

En este apartado describo y analizo un episodio ciertamente polémico e ilustrativo que ha tenido lugar dentro del complejo ciencia y tecnología propio de las sociedades occidentales actuales. En este caso concreto, muestro cómo el debate general sobre el conocimiento de las posibles consecuencias humanas y ambientales adversas derivadas de la libre proliferación mundial de los alimentos transgénicos constituye un espacio donde confluyen posiciones científicas y técnicas no sólo divergentes sino incluso claramente enfrentadas. El caso particular al que me refiero es el muy controvertido experimento con ratas y patatas transgénicas realizado por el doctor Arpad Pusztai, un inmunólogo bioquímico húngaro del Instituto Rowett de Aberdeen, en Escocia, Reino Unido⁶². De lo que se trata es de interrogar, desde el punto de vista de la teoría sociológica actual en general y de la sociología del conocimiento científico en particular, acerca de cómo es posible comprender y explicar el hecho de que un reconocido y prestigioso investigador experto en lectinología, con 35 años de experiencia, 276 artículos científicos y tres libros publicados a sus espaldas en este campo de investigación, pasara a convertirse, en un muy breve periodo de tiempo, en un profesional deshabilitado de su propio puesto de trabajo y en un científico en gran medida desacreditado o desautorizado.

I

Todo comenzó, por así decir, cuando dicho científico se puso al frente de un proyecto de investigación orientado al estudio de los

⁶² Existe una versión primera de este estudio: Larión Cartujo, Jósean. (2004). «El caso Pusztai. El conocimiento y la incertidumbre en la controversia sobre los organismos modificados genéticamente», en *VI Congreso Vasco de Sociología*, Asociación Vasca de Sociología, Bilbao, febrero de 2004. Este texto se encuentra disponible también en la página de Internet de Puresoc.

posibles efectos adversos de los cultivos transgénicos sobre la salud humana y el medio ambiente. Desde un inicio, Pusztai se declaró muy interesado por participar en el proyecto puesto que él sólo habría logrado encontrar un estudio análogo previo basado en experimentos con animales. Este estudio lo había realizado un científico de la empresa transnacional Monsanto y, al parecer, no se habría detectado ningún tipo de efecto perjudicial asociado a los OMG. El proyecto de Pusztai intentaba, por tanto, llenar el vacío existente en materia de investigación sobre las posibles consecuencias adversas para la salud humana y el medio ambiente derivadas de los alimentos modificados genéticamente. En concreto, el proyecto de investigación sería llevado adelante con fondos públicos provenientes sobre todo de la Oficina Escocesa del Departamento de Agricultura, Medio Ambiente y Pesca (SOAEFD). De forma que de la coordinación de esta investigación se encargaría Pusztai, quién antes tuvo que desplazar a otros 28 aspirantes a este mismo puesto.

En concreto, el objetivo prioritario del proyecto consistiría en procurar identificar los genes adecuados para ser transferidos a unas plantas con el fin de aumentar la resistencia de estas plantas tanto a los insectos perjudiciales como a las malas hierbas. Un proceso de transferencia genética que, por un lado, debía generar un efecto mínimo sobre otros organismos vegetales, el ganado y el medio ambiente en general y, por otro lado y de manera principal, no debía producir ningún tipo de riesgos directos o indirectos adversos para la salud humana transmitidos por medio de la cadena alimenticia. El proyecto apuntaba, entonces, a encontrar métodos nuevos para probar la seguridad del consumo animal y humano de unas patatas modificadas genéticamente que habían sido diseñadas para aumentar su resistencia a los insectos dañinos y las malas hierbas. La investigación también formularía algunas recomendaciones a las autoridades políticas competentes sobre los procedimientos más adecuados para la evaluación y la gestión de los hipotéticos riesgos negativos identificados. En consecuencia, de lo que se trataba era de procurar evidenciar hasta qué punto puede resultar correcto o acertado sostener que los alimentos transgénicos son, en efecto, unos alimentos equivalentes en términos sustanciales a los alimentos tradicionales, convencionales o no-transgénicos.

De acuerdo con estos objetivos, Pusztai estimó oportuno llevar a cabo cuatro pruebas de alimentación con dos líneas de patatas

manipuladas genéticamente. Estas patatas, en concreto, expresaban un gen llamado *Galanthus Nivalis Agglutinin* (GNA) que codifica la lecitina del bulbo de la campanilla blanca, del que es muy usual destacar sus propiedades tóxicas e insecticidas. De este modo, se procedió al estudio de los posibles efectos adversos que el consumo de estas patatas modificadas genéticamente y que contenían dicho insecticida podría generar sobre una población de ratas de laboratorio. Cada una de las cuatro muestras incluía a cuatro grupos de estos animales según la alimentación recibida. En primer lugar, había un grupo de ratas alimentadas con patatas convencionales o no-transgénicas que hacían las veces de grupo de control. En segundo lugar, estaba un grupo de estos animales de laboratorio alimentado con patatas tradicionales no-transgénicas pero a las que se les había añadido externamente el GNA. Por último, en tercer lugar, existía un grupo de ratas que serían alimentadas con las patatas manipuladas genéticamente. El experimento tuvo una duración de algo más de tres meses, 110 días para ser exactos.

La enorme polémica se desataría cuando este grupo de trabajo reconoció en un Informe preliminar que los experimentos realizados habrían evidenciado unos efectos ciertamente negativos en las ratas alimentadas con las patatas transgénicas⁶³. De hecho, los efectos negativos en las ratas habrían incluido una alteración de ciertos órganos fundamentales para el sistema inmunológico así como un crecimiento retardado de los mismos. Según estos expertos, por tanto, las ratas alimentadas con patatas modificadas genéticamente, tanto crudas como cocidas, sufrieron tras 10 días un debilitamiento del sistema inmunológico además de una atrofia en el desarrollo del corazón, el hígado, los riñones y el cerebro. En las cuatro muestras, al parecer, la utilización de las patatas transgénicas como alimento habría inducido cambios en el peso de la mayoría de los órganos vitales de los

⁶³ Cfr. Pusztai, Arpad. (1998). *SOAEFD Flexible Fund Project RO 818. Report of Project Coordinator on Data Produced at the Rowett Research Institute (RRI)*, Oficina Escocesa del Departamento de Agricultura, Medio Ambiente y Pesca (SOAEFD), a 22 de octubre de 1998. Este documento se encuentra disponible en Internet.

animales. De forma que estos cambios serían en su mayoría no sólo significativos sino, incluso, muy significativos⁶⁴.

En extremo preocupante resultaría, al parecer, la atrofia parcial del hígado en las ratas alimentadas con patatas transgénicas cocidas, incluso en un periodo tan corto como los 10 días. Del mismo modo, órganos fundamentales para el sistema inmunológico como el bazo o el timo se encontrarían afectados con relativa frecuencia. Los resultados empíricos también mostrarían, según señaló Pusztai, una falta de equivalencia sustancial entre la alimentación con las patatas naturales a las que se había añadido externamente el GNA y las patatas manipuladas genéticamente con el GNA. También se observaría que el crecimiento de las ratas habría sido mayor en aquellos grupos donde estos animales fueron alimentados con las patatas naturales que en los grupos alimentados con las patatas transgénicas o rociadas con el GNA. De igual modo, se indicó que en muchas ocasiones las ratas que habían consumido patatas transgénicas mostraban dilación en la digestión y en la absorción de los nutrientes. En resumen, se puso de relieve que el problema no podría proceder solamente del GNA, sino también de la propia manipulación genética de las patatas. Por si todas estas cuestiones pudieran parecer menores, también se comprobaría que tras sólo 10 días, como digo, en las ratas alimentadas con las patatas transgénicas se había reducido de una forma considerable la respuesta de sus linfocitos, que son los glóbulos blancos propios del sistema inmunológico, a los estímulos micogénicos. Con lo cual, el estudio coordinado por Pusztai parecía haber evidenciado científicamente que las patatas transgénicas no serían realmente equivalentes en términos sustanciales a las patatas naturales o no-transgénicas.

En consecuencia, Pusztai decidió publicar los resultados empíricos en la revista *The Lancet*. Sin embargo, en contra de lo esperado por este

⁶⁴ En este sentido, quisiera ir adelantando aquí en un tono ciertamente analítico o interpretativo cómo la significatividad de los resultados empíricos siempre hace referencia más a una valoración subjetiva o, si se prefiere, intersubjetiva de los resultados empíricos que a una supuesta propiedad inherente a los propios datos empíricos generados y obtenidos. De forma que una de las cuestiones sociológicas quizá más importantes y complejas consiste en procurar comprender y explicar de un modo adecuado o plausible cómo la significatividad de los resultados empíricos primero producidos y luego recopilados es tomada con mucha frecuencia por los distintos expertos y actores sociales implicados como una peculiaridad poco menos que natural, inherente u objetiva de las cosas en sí mismas.

investigador húngaro, la revista se negó inicialmente a publicar estos mismos resultados⁶⁵. Por otro lado, por haberse encontrado con resultados tan sorprendentes como preocupantes, que en cierto modo planteaban más y más preguntas, Pusztai decidió también solicitar más fondos económicos públicos para así poder continuar con sus investigaciones. Empero, estos recursos económicos nunca habrían sido concedidos. Enfrentado, por un lado, a la falta de financiación económica y, por otro lado, a la posibilidad de que sus descubrimientos empíricos nunca fueran publicados en las revistas científicas sancionadas como más acreditadas o prestigiosas, Pusztai decidió divulgar públicamente sus preocupantes hallazgos. De forma que si la comunidad científica no parecía estar muy dispuesta a conocer y reconocer sus sorprendentes averiguaciones siempre quedaba la posibilidad de recurrir al gran público.

La polémica fue cobrando mayor protagonismo, por tanto, cuando en enero de 1998, en lo que sería el comienzo de una serie de entrevistas, Pusztai declaró a la cadena de televisión británica BBC su preocupación sobre el debilitamiento del sistema inmunológico de las ratas alimentadas con este tipo de patatas transgénicas. En este contexto de cierta preocupación e incertidumbre, Pusztai declaró también en marzo de 1998 al diario *The Independent* que antes de llevar a cabo esta investigación él era un partidario muy entusiasta de la nueva ingeniería genética. De hecho, Pusztai dijo que él esperaba que sus experimentos le dieran luz verde en materia de salud. De forma que sería precisamente esta expectativa positiva lo que habría motivado en gran medida que el investigador húngaro señalara que se quedó totalmente sorprendido por los hallazgos empíricos realizados. Como señaló el propio Pusztai: «Estaba absolutamente convencido de que no encontraría nada malo, pero cuanto más experimentaba, más aumentaba mi inquietud»⁶⁶. De igual modo, el 10 de agosto de 1998, Pusztai

⁶⁵ En concreto, este trabajo fue evaluado por el correspondiente grupo de científicos y técnicos asesores de dicha revista. El rechazo de la publicación de este estudio de Pusztai se debió sobre todo, al parecer, a supuestos fallos en varios aspectos relacionados con el diseño, la ejecución y el análisis que impedirían la extracción de conclusiones correctas o fiables. Sin embargo, como mostraré más adelante, en torno a un año después de esta primera negativa de publicación el trabajo de Pusztai fue finalmente publicado en la citada revista *The Lancet*.

⁶⁶ Cfr. Yoke Heong, Chee. (1999). «Alimentos transgénicos y bioseguridad. Descubrimientos científicos siembran alarma», en *Revista del Sur*, junio de 1999.

sostuvo en el programa de la televisión escocesa *The World in Action*, también de la BBC, que los ciudadanos estaban siendo utilizados como auténticos conejillos de Indias en lo referente a la seguridad humana de los alimentos modificados genéticamente. En este mismo sentido, Pusztai expresó que él nunca comería alimentos modificados genéticamente. De manera que el principal argumento hecho público por Pusztai consistió en denunciar la notable injusticia y la escasa legitimidad de que las empresas implicadas y los gobiernos permisivos respectivos se sirvieran de los ciudadanos como meros conejillos de Indias⁶⁷.

En cualquier caso, las dos entrevistas concedidas a la cadena de televisión BBC, una en enero y la otra en agosto del año 1998, habrían sido respaldadas por el propio Instituto Rowett en un comunicado de prensa. Sin embargo, mientras se estaba preparando la Convención sobre Diversidad Biológica de la ONU, que tendría lugar del 22 al 24 de febrero de 1999 en Cartagena, Colombia, el diario británico *The Guardian* notificó que el comentado Instituto había decidido prohibir a Pusztai hacer nuevas declaraciones públicas al respecto. El Instituto Rowett había decidido también suspender a Pusztai de su posición, obligarle a jubilarse y cerrar esta línea de investigación retirando todos los fondos económicos. El Instituto Rowett de Aberdeen, donde Pusztai había trabajado durante nada menos que 35 años, había despedido al científico de una manera casi inmediata. De modo que en el mismo mes de agosto de 1998 Pusztai ya había sido despedido y la respectiva línea de investigación ya había sido cerrada.

II

Con posterioridad a estos acontecimientos, y quizá dada la tensión tanto académica como social, la revista *The Lancet* decidió publicar la

⁶⁷ Por su parte, como han dado a conocer los grupos sociales detractores de los OMG, la empresa transnacional Monsanto estuvo estudiando la posibilidad de demandar al canal de televisión *Granada*. Pues este canal, al parecer, habría sido el responsable principal de encargar la realización de dicho documental para la BBC. Tal y cómo por ejemplo habría señalado Dan Verakis, un portavoz de la empresa Monsanto: «Tanto nosotros como el resto del sector industrial creemos que se ha producido un daño de grandes proporciones». Cfr. Coghlan, Andy. (1998). «Patatas inocentes. El experimento sobre el peligro de los alimentos transgénicos era falso», en *El Mundo*, a 3 de septiembre de 1998.

polémica investigación llevada a cabo por el grupo de Pusztai⁶⁸. De manera que el motivo oficial alegado para intentar justificar esta publicación tardía sería favorecer la transparencia en los conocimientos científicos a pesar, no obstante, de la opinión contraria de ciertos asesores expertos con los que contaba la propia revista. En este sentido, el director de la revista *The Lancet*, Richard Horton, declaró que a pesar de que las conclusiones de Pusztai eran preliminares había decidido ponerlas al alcance de todas las personas interesadas para su adecuada discusión posterior. De forma que la publicación del artículo de Pusztai se habría tornado poco menos que necesaria, como indicara el propio Horton. Sobre todo, si se tiene en cuenta que la posible negativa de publicación podría haber sido calificada como un evidente acto conspirativo, tanto por los propios compañeros directos de Pusztai como por el conjunto de los grupos sociales detractores de los OMG. De este modo, se sostuvo, el resto de la comunidad científica tendría la oportunidad de comprobar por sí misma lo poco científico de estos tan controvertidos pseudoexperimentos. El editor de la revista *The Lancet*, Richard Horton, informó así que algunos de los seis expertos que revisaron el artículo de Pusztai y Ewen desaconsejaron su publicación por su inconsistencia. Horton también señaló que un Informe interno de la Royal Society, del Reino Unido, habría calificado esta misma investigación de sesgada en diversos aspectos del diseño, la ejecución y el análisis. En resumen, todo parecía indicar que en realidad sólo se estaba en presencia de un auténtico desastre de investigación⁶⁹.

Es de suponer así que a todo el mundo no han acabado de agradar los resultados empíricos obtenidos y comunicados por el grupo de Pusztai. De modo muy similar, cabe imaginar que tampoco habría contentado a todo el mundo su decisión de dar a conocer estos resultados empíricos a la opinión pública antes incluso de que éstos hubieran sido convenientemente revisados y verificados por el resto de la comunidad científica. De manera que para un determinado grupo de expertos, las aportaciones del trabajo realizado por Pusztai, tan esperadas por una buena parte de la comunidad científica internacional,

⁶⁸ Cfr. Ewen, S. W. B. y Pusztai, A. (1999). «Effect of Diets Containing Genetically Modified Potatoes Expressing *Galanthus Nivalis* Lectin on Rat Small Intestine», en *The Lancet*, 354, pp. 1353-1354, a 16 de octubre de 1999.

⁶⁹ Cfr. Corbella, Josep. (1999). «La crítica de que los alimentos transgénicos son peligrosos para la salud pierde fuerza», en *La Vanguardia*, a 15 de octubre de 1999.

serían realmente decepcionantes⁷⁰. Según estos científicos y técnicos, los datos que finalmente se habrían hecho públicos en la revista *The Lancet* no permitirían concluir que los alimentos transgénicos son realmente nocivos o peligrosos para la salud de las personas o los animales. De esta forma, se sostiene que los distintos grupos de radicales y extremistas detractores de los productos transgénicos se habrían quedado sin una de sus pruebas empíricas fundamentales utilizadas en los últimos años para procurar descalificar a los grupos sociales partidarios de los productos de la nueva ingeniería genética. Como por ejemplo ha puesto de relieve Miguel Moreno Muñoz: «Los movimientos ecologistas constituyen, en definitiva, grupos de presión que responden a esquemas ideológicos bien definidos». Pues éstos se caracterizan, de acuerdo con la opinión de este doctor en filosofía, por un «sesgo irracionalista y trivializador»⁷¹.

De este modo, mediante la emisión de un comunicado interno, el Instituto Rowett también acusó a Pusztai de una falta de rigor científico en sus respectivos experimentos de laboratorio. La crítica fundamental consistiría así en sostener que los supuestos descubrimientos realizados por Pusztai en relación con la posible toxicidad o peligrosidad de las patatas modificadas genéticamente habrían resultado ser, en realidad, una auténtica farsa. De hecho, el Instituto Rowett afirmó que lo único que habría ocurrido era que uno de sus investigadores había interpretado determinados resultados empíricos de un modo ciertamente incorrecto. De manera que la gran novela sobre los posibles riesgos humanos y animales adversos asociados al consumo de las patatas transgénicas habría resultado ser una gran farsa⁷². En esta auditoria interna se concluyó, por tanto, que los hallazgos de Pusztai no habrían sido realmente confirmados o verificados. En consecuencia, se sostuvo que la investigación no relacionaría de una forma clara y directa las patatas transgénicas en cuestión con ningún tipo de riesgos

⁷⁰ Ibidem.

⁷¹ Cfr. Moreno Muñoz, Miguel. (1999). «Argumentos, metáforas y retórica en el debate sobre los alimentos transgénicos», comunicación presentada en las *Jornadas sobre Ciencia, Tecnología y Valores*, Santa Cruz de Tenerife, 5-9 de abril de 1999. La cita es de la p. 9.

⁷² Cfr. Coghlan, Andy. (1998). «Patatas inocentes. El experimento sobre el peligro de los alimentos transgénicos era falso», en *El Mundo*, a 3 de septiembre de 1998.

negativos para la salud humana, animal o ambiental. De hecho, si bien en dicho comunicado interno se reconocería la aparición de unos cambios significativos en las ratas alimentadas con las patatas transgénicas, la conclusión final a la que llegaría el Instituto Rowett sería que las interpretaciones específicas realizadas por Pusztai no estarían adecuadamente justificadas. El motivo concreto alegado sería que las ratas no habrían ingerido al parecer una cantidad suficiente de patatas. Lo cual podría haber provocado una mala nutrición en casi todos los grupos de ratas, con independencia del tipo de patatas ingeridas por estos animales. Sin embargo, cabe subrayar que el Instituto no habría hecho pública toda la auditoria interna sino sólo una parte seleccionada de las conclusiones de la misma. En cualquier caso, la posición del Instituto Rowett quedó bien definida cuando en una declaración oficial se afirmó que esta institución lamentaba mucho haber proporcionado una información falsa sobre un problema que preocupa tanto a la comunidad científica en particular como al conjunto de la sociedad.

Por otro lado, de acuerdo con un artículo también publicado en la revista *The Lancet* por los doctores Harry Kuiper, Hub Noteborn y Ad Peijnenburg, de la Universidad de Wageningen, en Holanda, se ha sostenido que las acusaciones de Pusztai y Ewen, según las cuales las alteraciones en las ratas pudieron deberse a la ingesta de las patatas transgénicas, serían muy fáciles de hacer pero muy difíciles de demostrar⁷³. La investigación de Pusztai y Ewen, sostienen estos otros expertos, sería incompleta, incluiría muy pocos animales y carecería de grupos de control correctos. De igual modo, estos especialistas indicaron, por un lado, que las dietas habrían sido pobres en proteínas y, por otro lado, que existirían pruebas científicas de que la falta de proteínas podría afectar tanto al crecimiento como al funcionamiento adecuado del sistema inmunitario de las ratas. De hecho, continuaron señalando éstos, la hipertrofia sería una respuesta común a una dieta rica en carbohidratos de digestión difícil, como en el caso de las patatas crudas. Todo ello sin contar con que, además, las dietas de los distintos grupos de ratas que se utilizaron en el estudio habrían sido excesivamente diferentes.

⁷³ Cfr. Kuiper, H., Noteborn, H., Peijnenburg, A. (1999). «Commentary. Adequacy of Methods for Testing the Safety of Genetically Modified Foods», en *The Lancet*, 354, pp. 1315-1316.

Frente a esta situación más o menos compleja y preocupante, la Royal Society encomendó un estudio riguroso a un grupo de seis revisores científicos supuestamente independientes. La idea principal sería que éstos terciaran o mediaran en la enorme controversia existente entre Pusztai y las autoridades del Instituto Rowett⁷⁴. En términos generales, las conclusiones más importantes de este estudio, supuestamente independiente, desinteresado y avalorativo, habrían señalado la existencia de diversos problemas en el diseño experimental que, al parecer, invalidarían o limitarían de una manera significativa la validez de las conclusiones del grupo de Pusztai respecto al posible efecto negativo de las patatas transgénicas sobre la salud de las ratas. Sin embargo, el comunicado de la Royal Society, lejos de desestimar o desmentir la existencia de éstos y otros posibles efectos indeseables originados por los alimentos transgénicos, sugirió la conveniencia de continuar estas investigaciones bajo los debidos recaudos. De igual modo, la Royal Society reconoció de forma expresa la enorme complejidad de este tipo de investigaciones.

En concreto, las críticas más duras de la Royal Society a Pusztai se dirigieron muy en especial a la conducta supuestamente atípica de este científico al hacer públicas sus conclusiones preliminares en espacios ajenos a los oficiales. Pues, de este modo, se habrían dejado de lado las prácticas que al parecer deberían imperar en las comunidades científicas, como someter con anterioridad los resultados empíricos obtenidos al examen crítico del resto de la comunidad científica para así poder ser publicados con posterioridad, si así se estimara oportuno, en las revistas especializadas reconocidas de manera habitual como de mayor crédito o prestigio, como *Nature*, *Science*, *British Medical Journal* o *The Lancet*. En resumen, cabe decir que a estos trabajos se les habría negado su carácter realmente científico porque éstos requerirían, en primer lugar, haber sido publicados en las respectivas revistas científicas oficiales para, en segundo lugar, poder ser con posterioridad reproducidos de una manera conveniente en idénticas condiciones de laboratorio por otros compañeros científicos y técnicos para así poder o bien corroborar o bien refutar esos mismos resultados empíricos. Pues se entiende así que los resultados empíricos

⁷⁴ Cfr. Royal Society. (1999). «Críticas de la Royal Society en Gran Bretaña al Informe Pusztai», en *Jonás-Prensa Alternativa*, a 18 de junio de 1999.

preliminares sólo deberían transmitirse a la opinión pública cuando éstos han sido corroborados de una manera adecuada y conveniente por el resto de la comunidad de científicos y técnicos expertos.

III

No obstante, para los colaboradores directos de Pusztai en particular y para el conjunto de los grupos sociales detractores de la libre circulación mundial de los OMG, queda claro que la destitución profesional inicial del científico y el intento posterior por ocultar sus sorprendentes descubrimientos sólo sirvieron para confirmar el enorme poder de los grupos empresariales implicados y de los expertos que trabajan con arreglo al que podría llamarse el paradigma establecido de la nueva ingeniería genética. Este proceder, sostienen los primeros, obedecería a una clara estrategia de ocultación, por los segundos, de los muy preocupantes hechos científicos descubiertos por el grupo de Pusztai. De hecho, incluso se ha llegado a sostener que el despido de Pusztai y el muy probable posterior proceso de encubrimiento científico estuvieron coordinados por el gobierno británico y que estos hechos pudieron ser una consecuencia indirecta de la fuerte presión política y económica ejercida por el gobierno norteamericano con el objetivo principal de procurar mantener la puerta abierta a diversas empresas transnacionales vinculadas a la nueva ingeniería genética para así poder cultivar y comerciar este tipo de productos tanto en Inglaterra como en el conjunto de la UE.

De hecho, como he apuntado antes, Pusztai no pelearía solo en esta singular batalla, de acuerdo con esta recurrente metáfora bélica. Stanley Ewen, un patólogo de la Facultad de Medicina de la Universidad de Aberdeen, realizó nuevos estudios con ratas similares a las utilizadas por Pusztai y concluyó que, en efecto, sus resultados corroborarían los obtenidos por el grupo de Pusztai⁷⁵. De igual modo, se ha indicado que las investigaciones realizadas por Ewen podrían apuntar a nuevos riesgos potenciales para la salud humana y animal⁷⁶. En concreto, Ewen señaló que las ratas alimentadas con patatas transgénicas sufrían un

⁷⁵ Cfr. Ewen, S. W. B. y Pusztai, A. (1999). «Effect of Diets Containing Genetically Modified Potatoes Expressing *Galanthus Nivalis* Lectin on Rat Small Intestine», en *The Lancet*, 354, pp. 1353-1354, a 16 de octubre de 1999.

⁷⁶ Cfr. Yoke Heong, Chee. (1999). «Alimentos transgénicos y bioseguridad. Descubrimientos científicos siembran alarma», en *Revista del Sur*, junio de 1999.

engrosamiento anómalo de la pared del estómago tras sólo 10 días de pruebas. En resumen, como ya habría puesto de manifiesto el estudio preliminar del grupo de Pusztai, todo parecía confirmar así que las patatas transgénicas no serían equivalentes en términos sustanciales a las patatas naturales o no-transgénicas.

En esta línea, cabe resaltar que las conclusiones de Pusztai y Ewen también habrían sido respaldadas, seis meses después del despido de Pusztai, por al menos 23 científicos de 13 nacionalidades diferentes. De manera que el 12 de febrero de 1999, estos investigadores tanto norteamericanos como europeos firmaron un Informe sobre el citado estudio de Pusztai en el que se concluía que el método habría sido el correcto y que las conclusiones de Pusztai habrían sido las acertadas. Según se señaló, tras la inserción del GNA en las patatas se producían unos cambios significativos en los niveles de las proteínas, los almidones, los azúcares, las lectinas y los inhibidores de la tripsina-quimo-tripsina. Lo cual, al parecer, podría haber provocado una posible silenciación y supresión de los genes, unos efectos posicionales de la construcción integrada del gen y una variación somencial en el genoma de la patata. De acuerdo con estos científicos, por tanto, estos hechos habrían demostrado claramente que, tal y como ya había sostenido Pusztai, las patatas transgénicas no serían equivalentes en términos sustanciales a las patatas convencionales o no-transgénicas⁷⁷.

En consecuencia, estos científicos también denunciaron en un memorando conjunto la necesidad de aumentar la financiación económica pública para poder retomar las líneas de trabajo emprendidas por Pusztai y Ewen. Por ello, también se reclamó la necesaria restitución inmediata de sus puestos de trabajo⁷⁸. No obstante, éstos afirmaron que lo que realmente deseaban era saber qué causó los cambios en el peso y en el tamaño de los órganos de las ratas del experimento. De hecho, sostuvieron estos investigadores, la causa

⁷⁷ Cfr. Pusztai, Arpad. (2002). «Can Science give us the Tools for Recognizing Possible Health Risks of GM Food?», en *Nutrition and Health*, 16, pp. 73-84.

⁷⁸ En particular, una de estas científicas, Beatriz Tappeser, de Alemania, visitó a Pusztai en Gran Bretaña y revisó los datos de su investigación. Con posterioridad, esta investigadora presentó estos mismos resultados empíricos en uno de los talleres celebrados en Cartagena de Indias, en Colombia, durante las negociaciones acerca del Protocolo de Bioseguridad dentro del marco del Convenio sobre Diversidad Biológica de la ONU, negociaciones éstas realizadas del 22 al 24 de febrero de 1999.

principal tal vez pudo residir en el nuevo gen, en el método de transferencia o en el promotor del virus, el llamado virus coliflor mosaico. Pues éste sería un promotor del virus que las grandes empresas de la nueva ingeniería genética utilizan con mucha frecuencia para activar los genes y producir así las características deseadas. Como por ejemplo han señalado recientemente en un Informe muy extenso y crítico los científicos Mae-Wan Ho y Lim Li Ching: «Los resultados de Pusztai y sus colegas fueron atacados por varios integrantes del *establishment* científico, pero nunca fueron rebatidos mediante una repetición del trabajo y la publicación de los resultados en revistas inter-pares. Las investigaciones demostraron con total claridad que es posible realizar estudios toxicológicos y que la seguridad de los alimentos transgénicos debe ser establecida a partir de la alimentación a corto y largo plazo de animales jóvenes y de los estudios metabólicos y de respuesta inmunitaria de los mismos, ya que [estos animales] son los más vulnerables y los más propensos a responder a cualquier tensión nutricional y metabólica que afecte el desarrollo, y a manifestarla»⁷⁹.

IV

En relación con este polémico e ilustrativo caso, debo advertir que una de las actitudes dominantes, tanto entre los propios expertos como entre los diversos grupos sociales implicados, consiste en sostener que la única manera de poner fin a todo este inmenso revuelo radica en esforzarse en esclarecer de una vez por todas si los estudios del grupo de Pusztai o bien, por un lado, estaban en lo cierto o si bien, por otro lado, sólo se trataba de, por así decir, un mero fraude o una simple falsa alarma. Como he indicado, puede pensarse que la descripción de este caso representa un ejemplo bien palpable de una mala ciencia, de unos malos experimentos o, sobre todo, de unos malos investigadores⁸⁰. Porque, de acuerdo claramente con la concepción tradicional acerca del papel decisivo desempeñado por el método científico, sólo la costosa y laboriosa repetición de experimentos similares, realizados por unos

⁷⁹ Cfr. Ho, M-W y Ching, L. L. (2004/2003). *En defensa de un mundo sustentable sin transgénicos*, Londres, Institute of Science in Society, Third World Network, en especial, pp. 30-32. La cita es de la p. 31. Los corchetes son añadidos.

⁸⁰ Cfr. Kingsnorth, Paul. (1998). «Hormonas de crecimiento bovino», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, pp. 19-22.

investigadores realmente competentes, desinteresados y avalorativos, contendría el potencial racional y empírico suficiente para clausurar o cerrar la totalidad de las discusiones científicas y técnicas hoy desatadas⁸¹.

Para clausurar de un modo más o menos contundente y definitivo esta controversia científica y técnica específica, por tanto, cabe sostener que, de acuerdo con esta interpretación realista o positivista, lo único que se requerirían son más y mejores teorías, más y mejores experimentos y, sobre todo, más y mejores investigadores. Porque al final, bien sea más tarde o más temprano, pues sólo se trataría de un mero problema científico y técnico a solventar con la ayuda de más tiempo y más trabajo, casi siempre se haría justicia a la auténtica verdad de las cosas. De tal modo que la presencia de los intereses y los valores sociales, políticos y económicos, considerados éstos de una manera usual como totalmente ajenos o externos a las prácticas científicas y técnicas en cuanto tales, puede, como mucho, retrasar en el tiempo el proceso de esclarecimiento. Sin embargo, lo que estos intereses y estos valores de tipo extracientífico o no-epistémico no podrían hacer, se supone, es anular todo este mismo proceder de constante y progresivo conocimiento. No obstante, como por ejemplo ha señalado Carlos Sentís, profesor titular del área de genética en la Universidad Autónoma de Madrid: «Por supuesto, exigir un mayor tiempo de comprobación sería una conclusión obvia, pero parece imposible que la carrera empresarial por la conquista del mercado de los transgénicos pueda esperar el tiempo necesario antes de comercializar sus productos»⁸².

De hecho, por expresarlo por ejemplo en los términos más usuales de la sociología de la ciencia mertoniana, de los científicos y técnicos expertos se esperaría sobre todo que realicen su trabajo sin esperar ningún tipo de recompensa social, política, económica o emocional directa. Por supuesto, se entiende así que este tipo de recompensas de carácter extracientífico o no-epistémico podría llegar. Sin embargo, de

⁸¹ Cfr. Pedauyé Ruiz, J., Ferri Rodríguez, A. y Pedauyé Ruiz, V. (2000). *Alimentos transgénicos. La nueva revolución verde*, Madrid, McGraw-Hill, en especial, pp. 44-45.

⁸² Cfr. Sentís, Carlos. (2002). «Ingeniería genética. Insuficiencias teóricas y la aplicación del principio de precaución», en *Política y Sociedad*, vol. 39, núm. 3, pp. 627-639. La cita es de la p. 635.

acuerdo por ejemplo con el imperativo institucional del desinterés, se consideraría que el esfuerzo principal del investigador nunca debería orientarse de una manera directa o estratégica hacia la obtención de aquéllas. En suma, son el método científico, el trabajo y el tiempo aquello que haría posible que, por tanto, casi siempre triunfe la verdad y que, de un modo simétrico, siempre se desenmascare a los científicos y técnicos expertos realmente incompetentes o farsantes.

Empero, quisiera subrayar aquí que la muy probable vigente situación de incertidumbre científica provoca que, por ejemplo, sostener que la controversia general sobre el conocimiento de las posibles consecuencias humanas y ambientales adversas derivadas de los productos transgénicos será clausurada sólo en el preciso momento en el que se lleven a cabo más y mejores teorías o más y mejores pruebas empíricas resulte ciertamente muy cuestionable. Sobre todo, si se tiene bien presente que la misma situación de incertidumbre científica imperante condiciona de una manera notable la discusión medular acerca de qué deberá considerarse un buen argumento, una buena teoría, un buen experimento o, por supuesto, como he ilustrado en este caso específico, un buen investigador. De este modo, el incremento en las investigaciones científicas y técnicas, lo que se traduce por lo general como más objetividad o más y mejores pruebas empíricas, puede no garantizar la clausura futura del debate sobre el conocimiento de las posibles repercusiones humanas y ambientales negativas derivadas de la libre proliferación mundial de los OMG.

Una segunda explicación posible, ciertamente algo más adecuada o plausible que la anterior, consiste en sostener que, en realidad, no se trata tanto de la presencia de unas carencias racionales y empíricas sino que se trata más bien de un caso típico en el mundo de la ciencia según el cual un científico es total o parcialmente desacreditado por no haber respetado los intereses, los valores y las normas morales principales que, según por ejemplo la sociología mertoniana o normativa de la ciencia, rigen o debieran regir el comportamiento de los miembros de las diversas comunidades científicas en general. La falta, la transgresión o la infracción normativa particular habría consistido, al parecer, en publicar con anterioridad en una prensa socialmente sancionada como no-científica o no-oficial determinados argumentos y resultados empíricos que, en principio, iban claramente en contra de lo

que he llamado el paradigma hegemónico de la nueva ingeniería genética⁸³.

En este sentido, una de las cuestiones sociológicas quizá más decisivas radica en qué puede hacer un científico cuando posee unos resultados empíricos que sabe que van en contra de lo establecido o aceptado por la mayor parte de la comunidad científica ya asentada y que, por tanto, está realmente convencido de que éstos no van a ser fácilmente publicados en las revistas reconocidas como científicas u oficiales. En estos casos, cabe pensar que una de las estrategias posibles consiste en apelar al público para procurar obtener el reconocimiento y el apoyo de los ciudadanos para así conseguir más tarde los tan necesarios recursos humanos y económicos para poder continuar trabajando en esa misma línea de investigación de momento alternativa o emergente. El problema principal es que esta forma de proceder es una táctica que las comunidades científicas establecidas acostumbran a considerar si no sucia en sentido estricto sí claramente inapropiada o ilegítima. De este modo, resulta que si se tiene éxito con esta estrategia al final todo se olvida y se continúa adelante. Sin embargo, si no se obtiene el éxito esperado este proceder en cierto modo rebelde y desafiante puede significar poco menos que el fin de los días, en un sentido profesional, para el investigador en cuestión. Por último, el científico disidente es así invitado de una manera más o menos amable o forzada, dependiendo de las ganas y de los recursos de los que éste disponga para seguir planteando nuevas resistencias, a abandonar la posición ocupada hasta entonces. El científico en cuestión es así desposeído de una de aquellas cosas que seguramente más aprecia, es decir, de su propia posición profesional.

De esta forma, la controversia en torno al caso Puztai puede comprenderse y explicarse como un ejemplo típico en el mundo de la ciencia en el que un científico particular presenta determinados problemas o anomalías empíricas que, en cierto modo, tienen el potencial suficiente para poner en entredicho, de acuerdo por ejemplo

⁸³ Se podría tratar, de acuerdo por ejemplo con la terminología empleada por la sociología mertoniana de la ciencia, de un claro ejemplo de lo que podría ocurrir cuando un grupo de investigadores establecidos percibe que un científico concreto no parece respetar el supuesto ethos de la ciencia. Cfr. Merton, Robert King. (1977/1973). *La sociología de la ciencia*, Madrid, Alianza, en especial, caps. 11, 12 y 13.

con Kuhn, tanto el paradigma hegemónico de la nueva ingeniería genética como la ciencia normal que éste genera y consolida⁸⁴. En este sentido, tanto el cierre efectivo de la línea de investigación emprendida por el grupo de Pusztai como el esfuerzo paralelo por desautorizar a este científico pueden interpretarse y entenderse como el coste personal, profesional y social que conllevaron determinadas prácticas que, de un modo más o menos intencional o estratégico, condujeron si no a la ruptura radical sí cuando menos al cuestionamiento de la ciencia normal que produce y estabiliza el paradigma hegemónico de la nueva ingeniería genética. De forma que, frente a la concepción tradicional propia en gran medida tanto de la filosofía popperiana de la ciencia como de la sociología mertoniana del quehacer científico, cabe subrayar que, como por ejemplo ha indicado Mulkay, la resistencia de los científicos a la innovación en ciertas ocasiones no sería tanto la excepción como la norma⁸⁵.

En consecuencia, podría decirse que ni la búsqueda constante de la refutación de las teorías científicas imperantes, como diría Popper, ni los imperativos normativos e institucionales del comunalismo, el universalismo, el desinterés y el escepticismo organizado, como diría Merton, serían unos cursos de acción siempre queridos o siempre sancionados de un modo positivo. De hecho, como bien han señalado algunos grupos ecologistas, queda claro que para muchos de los científicos y técnicos expertos implicados en la actualidad en el campo disciplinar de la nueva ingeniería genética resulta mucho más sencillo, rentable y prestigioso publicar trabajos originales que expliciten la creación de nuevos productos transgénicos que dedicarse a intentar dilucidar los posibles riesgos humanos y ambientales adversos derivados de los distintos OMG⁸⁶.

⁸⁴ Cfr. Barber, Bernard. (1961). «Resistance by Scientists to Scientific Discovery», en *Science*, 134, pp. 596-602; Kuhn, Thomas Samuel. (1995/1962-1969). *La estructura de las revoluciones científicas*, México, FCE, por ejemplo, pp. 52-53.

⁸⁵ Cfr. Mulkay, Michael. (1969). «Some Aspects of Cultural Growth in the Natural Sciences», en *Social Research*, 36, pp. 22-52. La cita es de la p. 28. Tomado del trabajo: Cotillo-Pereira, A. y Torres Albero, C. (1993-1994). «Una teoría sociológica de la innovación en la ciencia. La obra del primer Mulkay», en *Política y Sociedad*, 14-15, pp. 115-142, en particular, p. 120.

⁸⁶ Cfr. Amigos de la Tierra de Dinamarca. (2001). *La cesta de Pandora. El maravilloso mundo de la biotecnología*, Dinamarca, NOAH.

Como apunte final diré que, de hecho, existen en la historia de la ciencia diversos casos reales de discriminación, presión y castigo ejercidos por la comunidad científica establecida sobre aquellos otros investigadores que cuestionan, rechazan o transgreden las convenciones científicas mayormente respaldadas, reconocidas o instituidas. Un ejemplo de este proceder poco menos que estructural puede encontrarse en los inicios de los años cincuenta en la reacción mordaz de una buena parte de los físicos, los biólogos históricos, los astrónomos y los geólogos americanos de la época respecto a Immanuel Velikovski, un médico ruso de origen judío, y respecto a sus polémicas e innovadoras propuestas teóricas contenidas en su libro *Worlds in Collision* [o, en castellano, *Mundos en colisión*], publicado en 1950. Si bien, por motivos obvios, no expondré ni analizaré en detalle aquí esta polémica, señalar cuando menos que, en primer lugar, resulta que una gran parte de los científicos americanos asentados juzgó y evaluó la evidencia científica disponible antes incluso de que se publicara y se leyera el trabajo principal de éste y de que se construyeran las pruebas científicas formalmente necesarias. En segundo lugar, ocurre que estos científicos establecidos se negaron de lleno a permitir el libre acceso al estudio original de Velikovski. En tercer lugar, estos investigadores incluso intentaron boicotear la publicación del citado trabajo. De modo que la ciencia de Velikovski parecía apartarse claramente de la ortodoxia científica enseñada y practicada en las universidades y los laboratorios americanos. Con lo cual, parte de la comunidad científica americana decidió simplemente que la obra en cuestión no debía ser comunicada ni al resto de la comunidad científica ni al conjunto de la sociedad. En concreto, como han mostrado diversos autores, incluso se recurrió al chantaje directo para procurar impedir la publicación del libro principal de este autor calificado de loco, chiflado y hereje. Se trataba, como relataría más tarde su amigo y seguidor Alfred de Grazia, de una auténtica herejía cósmica⁸⁷.

En consecuencia, las discusiones notables que provocaron las hipótesis revolucionarias de Velikovski pusieron de manifiesto por ejemplo cómo la comunidad científica establecida no siempre se comporta ni de acuerdo con los imperativos normativos o

⁸⁷ Cfr. Velikovski, Immanuel. (1950). *Worlds in Collision*, New York, Macmillan Company; Grazia, Alfred de. (1966). (Ed.). *The Velikovski Affaire*, Londres, Sidgwick y Jackson.

institucionales estudiados por la sociología mertoniana de la ciencia, ni con arreglo al principio de falsación propuesto por la filosofía de la ciencia popperiana. De hecho, incluso el propio Albert Einstein reconoció en público que si bien Velikovski era una persona algo peculiar desde un punto de vista personal, sus ideas científicas sobre el cosmos no eran tan fácilmente despreciables como muchos investigadores habrían pensado y afirmado. En conclusión, estas polémicas se habrían debido sobre todo a que la comunidad de físicos y astrónomos americanos de la época consideró que, de una manera casi imperdonable, la obra de este autor ruso había cuestionado, rechazado y transgredido los paradigmas teóricos y metodológicos mayormente aceptados y reconocidos⁸⁸. En fin, quisiera añadir únicamente que con estas últimas líneas sólo pretendía subrayar que las similitudes entre el caso Velikovski y el caso Puztai del que aquí me he ocupado de una manera especial me parecen ciertamente poderosas y significativas.

6. El arroz dorado de Potrykus y Beyer

En este apartado expongo y analizo la polémica particular desatada en torno a un alimento transgénico diseñado y desarrollado con arreglo al paradigma hegemónico de la nueva ingeniería genética. En este sentido, la finalidad prioritaria consiste en interrogar, desde la teoría sociológica actual en general y desde la sociología del conocimiento científico en particular, acerca de la discusión social, científica y técnica que se ha suscitado en diversos espacios en torno a la creación, la evaluación y el comercio del llamado arroz dorado, también conocido como *Golden Rice*⁸⁹.

Oficialmente, por ejemplo, podría iniciarse este relato diciendo que el arroz dorado es un producto transgénico de cuya reciente creación y desarrollo cabría responsabilizar muy en especial a dos competentes e

⁸⁸ Cfr. Mulkay, Michael. (1980/1972). «El crecimiento cultural en la ciencia», en Barnes, Barry. (1980/1972). (Ed.). *Estudios sobre sociología de la ciencia*, Madrid, Alianza, pp. 125-140; Di Trocchio, Federico. (1999/1997). *Las mentiras de la ciencia. ¿Por qué y cómo nos engañan los científicos?*, Madrid, Alianza, en especial, pp. 73-126.

⁸⁹ Existe una versión primera de este estudio: Larrión Cartujo, Jósean. (2002). «El papel de los expertos en la controversia sobre el arroz dorado de Potrykus y Beyer», en *Inguruak. Revista Vasca de Sociología y Ciencias Políticas*, 34, pp. 47-59.

ilustres científicos. Estos dos investigadores serían, por un lado, Ingo Potrykus, un científico suizo del Instituto Federal Suizo de Tecnología, en Zúrich, y, por otro lado, Peter Beyer, un científico alemán que trabaja en la Universidad de Friburgo, en Alemania. No obstante y al margen de los relatos más habituales que se centran en la supuesta genialidad de los individuos, quisiera señalar que la labor principal que deseo realizar en este apartado consiste en evidenciar empíricamente hasta qué punto la creación, la evaluación y el comercio del comentado arroz dorado satisfacen o promueven los intereses y los valores profesionales, comunitarios y sociales de las comunidades científicas y técnicas en particular y del conjunto de las grandes entidades empresariales ligadas a la nueva ingeniería genética. En concreto, se trata de ilustrar cómo los científicos y técnicos expertos implicados en esta controversia no se orientan de una manera principal por la búsqueda desinteresada y avalorativa de la auténtica verdad de las cosas, como cabría sostener de acuerdo por ejemplo con la filosofía de la ciencia popperiana o con la sociología de la ciencia mertoniana, sino más bien por la creación, la aprobación y el comercio de unos productos industrialmente muy rentables que, de un modo u otro, garanticen el necesario apoyo humano y financiero para continuar con las investigaciones científicas y técnicas respectivas.

En este contexto, decir que la obtención de los distintos recursos humanos, tecnológicos, materiales y legales previos necesarios para la creación del arroz dorado habría sido financiada de una manera principal por diversos organismos públicos. El presupuesto conjunto llegó a alcanzar así en torno a los 100 millones de dólares. Entre estos organismos públicos, cabe destacar por ejemplo la Fundación Rockefeller, el Instituto Federal Suizo de Tecnología de Zúrich, el Programa de Biotecnología de la Unión Europea y la Oficina Federal Suiza de Educación y Ciencia⁹⁰. No obstante, para la creación del arroz dorado, Potrykus y Beyer también se sirvieron de múltiples recursos tecnológicos propiedad de diversas compañías transnacionales tales como Monsanto, Zeneca (hoy llamada Syngenta), Bayer o la empresa japonesa Orynova.

⁹⁰ Cfr. Rockefeller Foundation y Syngenta. (2001). «International Rice Research Institute Begins Testing “Golden Rice”». Comunicado de prensa del International Rice Research Institute (IRRI), a 22 de enero de 2001.

I

En principio, el arroz dorado es un arroz modificado genéticamente para que acumule en su embrión beta-caroteno y otros carotenos que, al parecer, serían precursores de la vitamina A. De hecho, este beta-caroteno extra sería el componente que otorgaría al citado arroz de un peculiar color entre amarillo y dorado que daría así origen a su nombre. El objetivo oficial de la creación del arroz dorado, según manifiestan los científicos que la han llevado a cabo, sería contribuir de un modo positivo a solucionar los graves problemas de hambre y mala nutrición que sufren determinados lugares del planeta, en especial en aquellas zonas ubicadas en los países del Tercer Mundo. La meta final consistiría en reducir la incidencia de determinadas enfermedades ligadas al déficit de la vitamina A. En esta línea, como por ejemplo pudo leerse en la portada de un número de la revista *Time*, se habrían llegado a realizar afirmaciones como la siguiente: «Este arroz puede salvar un millón de niños por año»⁹¹.

Desde este punto de vista, por así decir, políticamente correcto, el arroz dorado sería un producto obtenido por medio de las técnicas de la nueva ingeniería genética que habría sido diseñado de una forma expresa para si no solucionar totalmente sí cuando menos contribuir a la mejora de las condiciones de vida de un grupo bien concreto de personas, aquél que padece graves problemas de hambre y mala nutrición en las zonas más pobres del mundo. Pues, como bien ha señalado por ejemplo el profesor Emilio Muñoz Ruiz: «Además del acierto en el término acuñado para designar el producto, que ha servido para atraer el interés del público [refiriéndose al arroz dorado], el primer y fundamental mensaje que se puede transmitir del desarrollo de este producto es que el uso altruista de la ingeniería genética ha aportado un potencial de soluciones para un problema necesitado de urgente solución, como es la ceguera en los niños en muchos países pobres»⁹².

⁹¹ Cfr. *Time*. (2000). «This Rice Could Save a Million Kids a Year», en *Time*, vol. 156, nº 5, a 31 de julio de 2000.

⁹² Cfr. Muñoz Ruiz, Emilio. (2002). «Los medios de comunicación y los alimentos modificados genéticamente. Conflicto entre conocimiento e información», en IESA, CSIC, Documento de trabajo 02-11, en especial, pp.13-15. La cita es de la p. 14. Los corchetes son añadidos.

En este sentido, y en opinión de los grupos partidarios de este producto transgénico, si se han destinado tantos recursos científicos, tecnológicos, económicos y humanos para la creación del arroz dorado ello se debería sobre todo a que un gran número de las personas que habitan en las sociedades occidentales estarían realmente preocupadas por el duro destino de muchos de los niños y las mujeres de estas zonas tan desfavorecidas del planeta. Pues, según parece, la falta de vitamina A en la población infantil acarrearía con mucha frecuencia graves consecuencias para la salud de estas personas. En concreto, muchos de estos niños sufrirían graves problemas en la vista que estarían ocasionados sobre todo por determinadas carencias nutritivas en su alimentación. De hecho, según constató la Organización Mundial de la Salud (OMS) en 2002, para 2,8 millones de niños menores de cinco años la falta de vitamina A es tan grave que produce ceguera. De igual modo, según datos de UNICEF, alrededor de 124 millones de niños en el mundo no consumen los niveles de vitamina A recomendados tanto por la FAO como por la OMS. También se calcula que, por ejemplo, cada año alrededor de 500.000 niños en todo el mundo podrían haber perdido la vista a causa de esta grave enfermedad⁹³.

De manera esquemática, cabe decir que esta grave patología se sufre de una forma especial en el Sureste de Asia y en ciertas áreas de África y Latino-América. Lugares éstos donde el arroz es un alimento ciertamente básico y fundamental. En este contexto, los grupos sociales partidarios del arroz dorado han señalado en público que sólo mediante la utilización de los productos de la nueva ingeniería genética cabría pensar en solucionar los graves problemas del hambre y de la mala nutrición que sufren determinadas zonas del planeta. Como por ejemplo ha señalado Craig Coon: «No hay ninguna forma de producir las cantidades de alimentos necesarios para una población mundial que crece rápidamente usando técnicas genéticas normales de retrocruzamiento con la tierra arable disponible. Tenemos que usar las nuevas herramientas genéticas disponibles para producir los OMG necesarios para alimentar a nuestro prójimo»⁹⁴.

⁹³ Cfr. FAO-WHO. (2000-1998). *Expert Consultation on Human Vitamin and Mineral Requirements*, Bangkok, Thailand, FAO-WHO.

⁹⁴ Cfr. Coon, Craig. (1999). «Biotecnología y la alimentación animal», en *MG. Mundo Ganadero*, 110, pp. 58-64. La cita es de la p. 58.

De hecho, el muy celebrado descubrimiento del arroz dorado sería concebido y presentado en público al modo del más claro ejemplo de los desarrollos de la ciencia y la tecnología actuales al servicio de los grupos sociales más desfavorecidos y necesitados del planeta. Con lo cual, se sostiene que quienes se oponen de una manera tan emotiva e irracional a este producto científico y tecnológico particular estarían condenando a millones de personas de todo el mundo. Frente a esta muy lamentable situación, los partidarios de los productos transgénicos consideran que el arroz dorado sería la solución no sólo óptima sino incluso única a los problemas señalados. Como por ejemplo han expresado personas próximas a la empresa transnacional AgrEvo: «No hay otro camino para practicar la necesaria agricultura sostenible»⁹⁵. Se asume así que sólo este arroz transgénico ofrecería de momento la posibilidad de poner fin al surgimiento de nuevos casos de este tipo de enfermedad. Porque, como por ejemplo ha indicado el doctor en biología Enrique Iáñez Pareja: «Al fin y al cabo, los europeos no tenemos problemas de vitamina A, pero ¿y nuestros problemas de solidaridad?»⁹⁶.

No obstante, podría decirse que todo comenzó cuando en 1990 el Programa de Biotecnología de la Fundación Rockefeller decidió organizar una reunión de expertos algo especial. Se trataba de un tipo de sesión conocido como tormenta de ideas. La finalidad oficial de esta reunión singular consistiría en esclarecer en la medida de lo posible cómo podrían aplicarse los impresionantes avances en el campo disciplinar de la nueva ingeniería genética para contribuir a la mejora de las condiciones de alimentación de las personas más pobres de los países menos industrializados del planeta.

En esta reunión se dieron a conocer los dos padres de lo que con posterioridad sería conocido como el arroz dorado, Ingo Potrykus y Peter Beyer. Pues con ellos se hizo expresa la idea de llevar adelante un proyecto muy ambicioso. De hecho, se trataba de un proyecto que suponía un gran reto tanto social y político como científico y tecnológico. Por primera vez se procuraría transferir así determinadas sustancias con propiedades vitamínicas en una planta de arroz

⁹⁵ Waltz, G. y Roca, M. (1997). «La biotecnología aplicada a los cultivos», en *Vida Rural*, 50, p. 34.

⁹⁶ Iáñez Pareja, Enrique. (2001). «Potrykus y el arroz dorado», p. 2. Este documento se encuentra disponible en Internet.

convencional para producir en ésta una aportación extra de vitamina A. De forma que los diversos beneficios potenciales de dicho producto se consideraron tan importantes que, a pesar de los posibles obstáculos técnicos, económicos, legales o políticos que pudieran ir surgiendo en el futuro, se decidió intentarlo.

De hecho, los resultados de estas reuniones se pudieron concretar y percibir con cierta claridad cuando tres años más tarde Potrykus y Beyer comenzaron a trabajar duramente en el prometedor proyecto. Finalmente, en 1998, tras varios años de trabajo intenso y de experimentos fallidos, los investigadores consiguieron incluir beta-caroteno en el endospermo de los granos de arroz. Para ello, al parecer, se insertaron en el genoma del arroz dos genes provenientes de la planta del narciso trompón, o *Narcissus Pseudonarcissus*, y un gen procedente de una bacteria conocida como *Erwinia Uredovora*⁹⁷.

Sin embargo, una vez creado en laboratorio el arroz dorado, Potrykus y Beyer percibieron que para poder desarrollar el nuevo producto transgénico se habían empleado en torno a 70 patentes pertenecientes a 32 empresas y universidades. Ello, de modo evidente, suponía un problema bien complejo. Pues la finalidad de Potrykus y Beyer parecía consistir, tal y como podría desprenderse de lo ya señalado, en donar el arroz dorado de una forma totalmente gratuita a las personas más necesitadas de los llamados Países Menos Desarrollados (PMD) o Países en Vías de Desarrollo (PVD). De modo que si las diversas entidades públicas y privadas involucradas no renunciaban expresamente a los derechos de propiedad intelectual respectivos, todo ello podría implicar que el producto final no fuera tan accesible en términos económicos como se había pensado en un primer momento. Con lo cual, la finalidad última del proyecto podría verse

⁹⁷ Los primeros resultados empíricos del trabajo de Potrykus y Beyer se dieron a conocer en el documento: Gura, Trisha. (1999). «New Genes Boost Rice Nutrients», en *Science*, 285, pp. 994-995, a 13 de agosto de 1999. Entre los diversos trabajos publicados por los creadores del arroz dorado se encuentran por ejemplo los siguientes: Ye, X., Al-Babili, S., Klöti, A., Zhang, J., Lucca, P., Beyer, P. e Potrykus, I. (2000). «Engineering Provitamin A (B-Carotene) Biosynthetic Pathway into (Carotenoid-Free) Rice Endosperm», en *Science*, 287, pp. 303-305; Potrykus, I. y Beyer, P. (2001). «We can Save Millions of Live», en *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, a 22 de enero de 2001; Potrykus, Ingo. (2001). «Golden Rice and Beyond», en *Plant Physiology*, 125, marzo de 2001, pp. 1157-1161.

seriamente afectada y ensombrecida. De hecho, se sostuvo que en un comienzo la sensación de fracaso embargó a Potrykus y a Beyer.

No obstante, como estos mismos científicos reconocieron más tarde, pronto se dieron cuenta de que ellos sólo habían podido disponer de toda la información necesaria para llevar a buen término su proyecto gracias a que los datos en cuestión eran de libre acceso al estar protegidos por los derechos de patentes. Este hecho les llevó a reconocer que, en primer lugar, sin las respectivas patentes mucha de la tecnología utilizada difícilmente habría sido desarrollada. Pues las distintas empresas del sector directamente involucradas nunca habrían invertido tantos recursos humanos y económicos de no contar con este tipo de protecciones intelectuales y tecnológicas para, más tarde, poder recuperar sus enormes inversiones realizadas. En segundo lugar, ambos científicos advirtieron que los derechos de patentes no se conceden, por así decir, a cambio de nada sino sólo a cambio de hacer público los descubrimientos y las innovaciones respectivas. Por último, en tercer lugar, ambos investigadores cayeron en la cuenta de que la alternativa a las patentes sería poco menos que retroceder a una etapa, ya por fortuna muy superada, en la que dominaban el secretismo y el espionaje industrial. Los sistemas de patentes, en suma, más que bloquear el proyecto para la creación del arroz dorado, lo habían hecho posible. Los diversos derechos de propiedad intelectual habrían sido, pues, parte activa y quizá necesaria del complejo proceso de transformación del sueño del arroz dorado en una auténtica realidad.

De manera que, a pesar del turbio horizonte aparente, lo cierto es que los problemas legales se habrían ido solucionando poco a poco debido a que Potrykus y Beyer fueron capaces de llegar a acuerdos importantes con los responsables de las grandes empresas directamente implicadas. Por un lado, la empresa Zeneca, hoy llamada Syngenta, se comprometió a conseguir la donación gratuita de todas las patentes suyas que habían sido utilizadas para la creación del arroz dorado. Con todo, este consentimiento sería concedido a cambio de poder no distribuir el producto de una forma totalmente gratuita en todos los países, sino sólo en los denominados PMD o PVD. Por otro lado, la empresa Monsanto también ofreció sus derechos de patentes sobre el arroz dorado. De hecho, Monsanto fue más allá y abrió un espacio en Internet donde facilitaba un banco de datos sobre la secuencia del genoma del arroz dorado. El objetivo oficial parecía ser que la información estuviera realmente disponible para los investigadores de

todo el mundo. Con ello se hacía realidad uno de los sueños más importantes de Potrykus y Beyer, esto es, disponer de un producto modificado genéticamente que fuera al tiempo útil, seguro y libre. Como por ejemplo expresó el propio Ingo Potrykus: «Tengo grandes esperanzas de que otros, al disponer de los derechos de propiedad intelectual usados en el desarrollo del arroz dorado, seguirán el ejemplo de Monsanto y proveerán también licencias libres de franquicias para el uso humanitario de tecnología y su transferencia a los países en desarrollo»⁹⁸.

De forma que el descubrimiento de Potrykus y Beyer poseería, según se esfuerzan en poner de relieve los grupos sociales partidarios de este producto transgénico, múltiples propiedades positivas. Estas propiedades podrían ordenarse de acuerdo con las características siguientes. En primer lugar, se supone que el arroz dorado no habría sido desarrollado de un modo expreso en beneficio de la industria privada sino en favor de las personas más pobres de los países menos industrializados del planeta. En este sentido, se trataría sólo de un producto transgénico que procura resolver o paliar una necesidad social urgente. Por ello, el arroz dorado se suministrará de forma gratuita y sin ningún tipo de restricciones a los agricultores más pobres de estos países. En segundo lugar, se supone que el arroz dorado representaría una solución humana y ambientalmente sostenible y gratuita, sin necesidad de recurrir a otros recursos más complejos o costosos. De hecho, se afirma que el arroz dorado evitaría los posibles efectos negativos asociados a la segunda revolución verde. De igual modo, se sostiene que este nuevo arroz no creará nuevas dependencias y que éste podrá cultivarse sin ningún tipo de *inputs* adicionales. En tercer lugar, los partidarios de este producto transgénico sostienen que, cuando menos de momento, no habría sido posible lograr este importante avance mediante métodos de genética tradicional, esto es, por medio de las técnicas convencionales de la selección o el cruzamiento genético. Por último, en cuarto lugar, se afirma que, hasta la fecha, no se habrían

⁹⁸ La cita se ha tomado del artículo: Servicio de Noticias de Washington. (2000). «Monsanto ofrece los derechos de patente del arroz dorado», en *Programa de Información Internacional del Departamento de Estado de los Estados Unidos*.

detectado ningún tipo de posibles efectos negativos ni sobre la salud humana ni en relación con el medio ambiente en general⁹⁹.

De este modo, para los partidarios de la proliferación mundial de los OMG, la polémica suscitada en torno al caso particular del arroz dorado incluso podría ayudar finalmente a desenmascarar cuál sería la auténtica naturaleza, realmente irracionalista, elitista y no solidaria, de algunos de los nuevos movimientos sociales. De hecho, una vez superadas las barreras tanto científicas y técnicas como legales, los creadores del arroz dorado se encontraron con la poco menos que incomprensible oposición a este importante proyecto de algunas organizaciones ecologistas tales como Greenpeace o Friends of the Earth. Como en esta misma línea ha señalado por ejemplo Enrique Iáñez Pareja: «A pesar del gran interés mostrado por los países pobres que más se pueden beneficiar, es triste constatar que algunos de los opositores a la biotecnología, principalmente Greenpeace, siguen empeñados en dificultar este desarrollo plenamente humanitario. Aducen estos ambientalistas fanáticos que se trata de un caballo de Troya que puede abrir otros usos de los transgénicos. Con este pobre argumento (que la bioética tradicional hace tiempo que desechó como la falacia de la pendiente resbaladiza), nuestros aguerridos guerreros del arco iris están dispuestos, a pesar de todo, a impedir un avance loable hacia la resolución de un grave problema que afecta a millones de personas, erigiéndose en salvadores a pesar de los deseos de las personas que se pretende salvar del diablo tecnológico»¹⁰⁰.

En consecuencia, se sostiene que los distintos alimentos transgénicos serían claramente la tecnología del futuro. De forma que los diversos grupos sociales detractores deberían asumir cuanto antes que estos nuevos productos y prácticas acabarán siendo una realidad poco menos que indestructible¹⁰¹. De hecho, los alimentos transgénicos podrían obligar a cambiar la política reglamentaria de muchos de los organismos y de las instituciones tanto nacionales como internacionales. Por todo ello, porque el arroz dorado sería una respuesta meramente científica y tecnológica, la oposición política

⁹⁹ Iáñez Pareja, Enrique. (2001). «Potrykus y el arroz dorado», en especial, pp. 4-5. Este documento se encuentra disponible en Internet.

¹⁰⁰ Ibidem, p. 4.

¹⁰¹ Cfr. Pujol Gebellí, Xavier. (2001). «Los padres del arroz “dorado” trabajan para ampliar su catálogo de productos», en *El País*, a 25 de julio de 2001.

contundente de grupos ecologistas tales como Greenpeace o Friends of the Earth sólo revelaría que esta actitud reaccionaria obedece sobre todo a unas convicciones claramente políticas, emotivas e irracionales sin relación alguna con la necesaria seguridad humana y ambiental garantizadas por la neutralidad y la objetividad del mundo de la ciencia y la tecnología¹⁰². Por tanto, como por ejemplo han manifestado los propios Potrykus y Beyer: «De tener éxito [este proyecto], quienes se oponen al arroz dorado, previniendo que llegue a los pobres de los países en vías de desarrollo, serán ellos quienes deberán hacerse responsables de las muertes y las cegueras estimadas, aunque evitables, de millones de pobres, personas desposeídas, año tras año en un futuro próximo»¹⁰³.

II

En cualquier caso, quisiera poner de relieve aquí que es en gran medida por toda esta retahíla de propiedades supuestamente positivas o beneficiosas por lo que el caso del arroz dorado constituye sin duda uno de los casos más ilustrativos e interesantes para llevar a buen término este estudio acerca de las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. Porque lo realmente relevante consiste en analizar cuál es el recurso o los recursos principales a los que apelan los grupos sociales detractores de los productos y las prácticas de la nueva ingeniería genética cuando todo indicaría que apenas existirían aspectos negativos asociados a este tipo de productos y prácticas. Porque de lo que se trata de manera sustantiva, dicho de un modo metafórico, es de estudiar por qué motivo central las moléculas o los argumentos de los colectivos sociales detractores no terminan por enrolarse o comunicarse con las moléculas o los argumentos de los colectivos sociales partidarios de la nueva ingeniería genética cuando, se supone, nada debiera impedir este feliz ensamblaje químico o esta feliz reconciliación dialogada de las dos partes en controversia. De lo que se trata así es de analizar por qué no existe si no una fusión casi completa sí cuando menos un claro acercamiento de las dos posiciones principales en litigio cuando, en principio, todo parecería indicar que así debiera suceder.

¹⁰² Cfr. Borlaug, Norman E. (1999). «Los ecologistas extremistas impiden erradicar el hambre», en *El País*, a 28 de octubre de 1999.

¹⁰³ Cfr. Potrykus, I. y Beyer, P. (2001). «We can Save Millions of Live», en *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, a 22 de enero de 2001. Los corchetes son añadidos.

De esta forma, cabe subrayar a modo de introducción que, según expresó la propia OMS en 2002, varios millones de personas en todo el mundo padecen ceguera por no ingerir una cantidad suficiente de vitamina A. De hecho, se ha señalado que la desnutrición y la carencia de ciertas vitaminas y minerales podrían afectar en torno al 40% de la población mundial. La situación se tornaría más grave y preocupante todavía en los casos de las mujeres y los niños. En las mujeres embarazadas, por ejemplo, la carencia de vitamina A provoca el padecimiento de la ceguera nocturna y unas tasas más elevadas de la transmisión de la madre al hijo del Virus de Inmunodeficiencia Humana (VIH) así como un mayor riesgo en la mortalidad materna. En relación con este tema, cabe decir que la importancia de la vitamina A en la prevención de la ceguera estaría históricamente reconocida. Claro que de manera más reciente también se ha descubierto el papel que desempeña esta carencia vitamínica en los problemas de salud asociados a las infecciones. No obstante, en relación directa con la supuesta viabilidad del comentado arroz dorado promovido por los científicos Potrykus y Beyer, poner de relieve que algunos expertos habrían evidenciado la posibilidad de que existan determinados problemas para la asimilación correcta o adecuada de la vitamina A. Como por ejemplo ha señalado Marion Nestle, profesora, dietista y jefa del Departamento de Estudios sobre Nutrición y Alimentos en la Universidad de Nueva York: «La ciencia de la nutrición sugiere que el arroz dorado no podrá disminuir en gran medida la deficiencia de vitamina A y la ceguera asociada a ésta. [...] La conversión del beta-caroteno en vitamina A, y el transporte en el cuerpo a los tejidos que utilizan vitamina A, requiere dietas adecuadas en grasas y proteínas. [...] Las personas que en su dieta carecen de esos nutrientes o que tienen enfermedades como la diarrea intestinal —común en los países en vías de desarrollo— no pueden obtener Vitamina A del Arroz Dorado»¹⁰⁴.

Continuando con la exposición de las críticas que ha recibido este producto transgénico, cabe decir que, según habría mostrado un estudio realizado por la organización Greenpeace, para poner fin a las deficiencias de vitamina A las personas afectadas deberían consumir

¹⁰⁴ Nestle, Marion. (2000). «Gene-Altered Food», en *New York Times*, a 9 de diciembre de 2000.

una cantidad diaria de arroz dorado realmente desmedida¹⁰⁵. En consecuencia, lo que el Informe de este grupo ecologista revelaría es que el arroz dorado no podría proporcionar suficiente cantidad de vitamina A para beneficiar a las personas que realmente se ven afectadas por estos problemas. En concreto, se calculó que un adulto tendría que ingerir diariamente en torno a 3,7 kilos (8 libras) de peso seco de arroz dorado, cantidad que de manera aproximada equivale a unos 9 kilos (20 libras) de arroz cocido, para procurar satisfacer así la necesidad diaria de vitamina A recomendada tanto por la FAO como por la OMS¹⁰⁶. De forma que una mujer que estuviera amamantando a su hijo tendría que consumir por lo menos 6,3 kilos (14 libras) de peso seco de arroz dorado, o casi 18 kilos (40 libras) de arroz dorado cocido al día¹⁰⁷. De este modo, se concluye críticamente en el comentado trabajo de Greenpeace que una ingesta diaria normal, en torno a 300 gramos (0.7 libras) de arroz dorado en el mejor de los casos, supondría sólo alrededor del 8% del total de la vitamina A que una persona necesitaría diariamente¹⁰⁸.

¹⁰⁵ Cfr. Greenpeace Statement. (2001). «Genetically Engineered “Golden Rice” is Fool's Gold», a 9 de febrero de 2001. Este documento se encuentra disponible en Internet.

¹⁰⁶ Las cantidades específicas de ingesta diaria de vitamina A recomendadas tanto por la FAO como por la OMS serían las siguientes: 400 micro-gramos para los niños entre 1 y 3 años de edad, 500 micro-gramos para las mujeres, 600 micro-gramos para los hombres, 800 micro-gramos para las mujeres durante el embarazo y 850 micro-gramos para las mujeres durante la lactancia. Cfr. FAO-WHO. (2000-1998). *Expert Consultation on Human Vitamin and Mineral Requirements*, Bangkok, Thailand, FAO-WHO.

¹⁰⁷ En este contexto, cabe decir que la propia OMS manifestaría en público sus dudas acerca de los beneficios potenciales de este producto transgénico en relación con la prevención de este tipo de enfermedades en los países más pobres o en vías de desarrollo. Este hecho, como sería de esperar, habría indignado profundamente a los científicos Potrykus y Beyer.

¹⁰⁸ En respuesta a las conclusiones tan críticas presentes en el estudio realizado por los expertos del colectivo ecologista Greenpeace, Potrykus redactó un nuevo artículo donde explicitaba que lo que se pretendería en realidad con el comentado arroz dorado era sólo complementar la alimentación con la vitamina A y no, como denuncian en público con mucha frecuencia los colectivos sociales y científicos detractores de este producto transgénico, proporcionar el 100% de la cantidad diaria recomendada tanto por la FAO como por la OMS. Potrykus mantiene así que el objetivo principal de que el arroz dorado genere un efecto beneficioso en las personas que más sufren la carencia de la vitamina A es muy respetable y realista. Pues, según

De modo similar, los grupos sociales detractores del arroz dorado también sostienen en público que los graves problemas de hambre y mala nutrición existentes en la actualidad serían sobre todo la consecuencia, poco menos que lógica, de la segunda revolución verde y de los enormes intereses económicos a ella asociados. Sin embargo, como algunos expertos han señalado, para empezar debería reconocerse que en el caso concreto del arroz dorado se estaría en un terreno de discusión algo distinto al de los productos transgénicos resistentes a los herbicidas, como en el caso de la soja RR, y al de los transgénicos generadores de las toxinas insecticidas, como en el caso del maíz Bt. Porque en este caso, al menos a primera vista, sí que existiría un potencial beneficio para los consumidores en general o para las personas más desfavorecidas del planeta en particular. La cuestión clave, entonces, consiste en esclarecer hasta qué punto puede este arroz enriquecido con vitamina A contribuir de una manera positiva a solucionar este tipo de problemas. No obstante, se precisa que para dar una respuesta plausible a estas cuestiones tan importantes antes cabría interrogarse acerca de por qué en muchos países del mundo las personas padecen los efectos del hambre y de la mala nutrición. Como por ejemplo ha señalado Jorge Riechmann: «¿Por qué padece la gente en muchos países malnutrición, con carencias de vitamina A, C, D, hierro, yodo, zinc, selenio, calcio, riboflavina y otros micro-nutrientes? *A causa de las dietas empobrecidas típicas de la agricultura de la revolución verde*, que ha llevado a que hoy más de 2.000 millones de personas tengan una alimentación menos diversificada que hace treinta años»¹⁰⁹.

En este sentido, se entiende que apostar por una tercera revolución verde de la mano de la nueva ingeniería genética sería una solución muy inadecuada frente a los graves problemas del hambre y de la mala nutrición. En concreto, esto sería así por los motivos siguientes. En

éste, las líneas desarrolladas de arroz dorado ya proporcionarían posiblemente en torno al 20 o el 40% de la cantidad diaria recomendada de la vitamina A. Cfr. Potrykus, Ingo. (2001). «“Genetically Engineered ‘Golden Rice’ is Fool’s Gold”». Response from Prof. Ingo Potrykus», a 15 de febrero de 2001. Este documento se encuentra disponible en Internet.

¹⁰⁹ Cfr. Riechmann, Jorge. (2001). «Nuevas reflexiones sobre biotecnologías agrícolas y alimentos transgénicos», en Anderson, Luke. (2001/1999). *Transgénicos. Ingeniería genética, alimentos, y nuestro medio ambiente*, Madrid, Gaia, Proyecto 2050, pp. 123-172. La cita es de la p. 143. Las cursivas son del autor.

primer lugar, porque la erosión genética y la pérdida de la biodiversidad no harían sino incrementarse de una manera constante. Lo cual, se considera que resultaría algo humana y ambientalmente muy perjudicial y preocupante¹¹⁰. Por ejemplo, según una investigación realizada en los hogares campesinos de una zona de Corea del Sur, de los 143 tipos de cultivos tradicionales que se sembrarían en el año 1985, se sostiene que para el año 1993 se conservarían sólo alrededor del 26% de las variedades locales cultivadas en estas mismas huertas campesinas¹¹¹.

En segundo lugar, porque enriquecer las variedades ya existentes de arroz con la vitamina A no resolvería el problema que se considera fundamental. Pues se afirma que las carencias nutricionales serían complejas, múltiples y estarían íntimamente relacionadas. La deficiencia de vitamina A, por tanto, no debería catalogarse tanto como un problema científico y técnico en sentido estricto sino como un síntoma o una consecuencia de determinado estado de cosas. Pues las personas no padecerían una deficiencia de vitamina A porque el arroz convencional contenga en sí mismo poca cantidad de este tipo de vitamina sino, lo que resulta bien diferente, porque su dieta principal se habría visto reducida en gran medida al consumo del arroz. Lo cual haría que estas personas sufran toda una serie de deficiencias nutricionales que en modo alguno podrían ser subsanadas por todo el beta-caroteno que pueda contener el comentado arroz dorado. Como por ejemplo ha expresado Tewolde Egziabher, de la Agencia de Protección Medioambiental Etíope y el Instituto para el Desarrollo Sostenible: «Treinta compañías diferentes son dueñas de patentes del notorio arroz dorado. Hasta el momento ninguna de ellas cobra la semilla. Pero una vez que tengan a los agricultores en sus manos, empezarán a cobrar. Las compañías agrícolas están utilizando patentes para hacernos dependientes de sus semillas. Se podría considerar como

¹¹⁰ Sin embargo, claro está, para muchos de los expertos y de los grupos sociales partidarios de la nueva ingeniería genética, como por ejemplo ha manifestado en público Juan-Ramón Lacadena, del Departamento de Genética de la Universidad Complutense de Madrid: «Apelar a la biodiversidad no es más que hacer demagogia». Cfr. Iglesias, Hernán. (1999). «Los científicos españoles avalan el uso de los alimentos transgénicos», en *El País*, a 17 de marzo de 1999.

¹¹¹ Cfr. GRAIN. (2000). «Biotecnología. El caso de la vitamina A», en *Biodiversidad*, 23, a marzo de 2000.

una forma de colonialismo mucho más efectiva. La industria de la ingeniería genética sería capaz de mantenernos como rehenes»¹¹².

En tercer lugar, por tanto, se señala que los productos de la nueva ingeniería genética no serían una solución realmente adecuada porque las fuentes naturales de vitamina A serían muy abundantes incluso en los países más afectados por estas carencias nutricionales. De modo que debería pensarse en impulsar soluciones de tipo más político y económico que de tipo científico y tecnológico. Pues como críticamente ha expresado Tewolde Egziabher: «No necesitamos ninguna planta nueva para alimentación; la naturaleza nos provee de todos los nutrientes que necesitamos, únicamente hay que distribuirlos»¹¹³.

Por último, en cuarto lugar, se pone de relieve que si no se aborda directamente el problema político central de la pobreza en el mundo, lo poco ganado en algunos ámbitos se manifestará de una forma muy previsible como nuevos problemas en otros terrenos. Pues las graves carencias nutricionales de estas personas habrían sido provocadas en gran medida por la sustitución de las variadas dietas locales por las dietas basadas en los monocultivos propios de la segunda revolución verde. Con lo cual, se propone que la solución más acertada y justa consistiría en reintroducir la biodiversidad agrícola y las diversas formas de agricultura sostenible. La única solución viable a largo plazo no residiría pues en el arroz dorado sino más bien en esforzarse por asegurar el acceso a una dieta diversa y saludable y en trabajar con mucha más seriedad sobre las causas estructurales de la pobreza en el mundo contemporáneo.

De forma que para los colectivos sociales detractores de la libre proliferación mundial de los OMG, el arroz dorado en particular representaría metafóricamente un auténtico caballo de Troya. De hecho, como por ejemplo ha denunciado la profesora Mae Wan Ho, el arroz dorado se habría convertido en la perfecta y oportuna herramienta de relaciones públicas que tanto necesitarían los promotores

¹¹² Cfr. Greenpeace de Argentina. (2001). *Recetas contra el hambre. Historias con éxito para el futuro de la agricultura*, Buenos Aires, Campaña de Biodiversidad, en particular, p. 16.

¹¹³ *Ibidem*, p. 17.

empresariales de la nueva ingeniería genética¹¹⁴. La finalidad fundamental para la que habría sido diseñado y desarrollado el comentado arroz transgénico no habría sido otra, por tanto, que la de hacer las veces de un caballo de Troya para procurar abrir todavía más el camino comercial al resto de los productos y las prácticas derivados de la nueva ingeniería genética. Unos productos y unas prácticas que, sobre todo en el caso de la UE, habrían sido objeto de un claro rechazo por una parte muy importante de los consumidores. En consecuencia, se subraya así que lo único que buscarían en realidad los grupos políticos, económicos y científicos promotores del arroz dorado sería un rápido y rentable lavado de imagen del conjunto de los productos derivados de la nueva ingeniería genética.

III

Después de haber expuesto la controversia en torno al arroz dorado creado y desarrollado por los científicos Potrykus y Beyer, paso a presentar una serie de reflexiones en tono más o menos concluyente. En esta línea, quisiera insistir de nuevo en que de lo que se trata no es de procurar dilucidar cuál de las dos posiciones científicas y técnicas en litigio lleva más o menos razón o está más o menos cerca de la auténtica verdad de las cosas, como se interroga la mayoría de las personas y de los grupos sociales implicados en esta disputa. Se trata más bien de intentar esclarecer cómo desde el punto de vista tanto de la teoría sociológica actual en general como de la sociología del conocimiento científico en particular puede darse cuenta de la existencia y la persistencia de posiciones científicas y técnicas tan divergentes respecto al problema medular de la libre proliferación mundial del arroz dorado en particular y de los productos transgénicos en general. En este sentido, si bien más tarde volveré sobre estas mismas cuestiones, considero oportuno de momento distinguir y presentar con cierta brevedad tres opciones interpretativas importantes que si bien no agotan la realidad inicial sí pueden servir para reducirla a lo fundamental y, por tanto, hacerla un poco más transparente.

La primera de estas opciones analíticas principales es la conocida como el modelo del déficit cognitivo. Según este modelo, los recelos

¹¹⁴ Cfr. Ho, Mae-Wan. (2000). «El arroz dorado. Un caballo de Troya para los pobres», en *Revista del Sur*, julio-agosto de 2000.

que ciertas personas pudieran sentir y manifestar en público frente a las aplicaciones agropecuarias de la manipulación genética serían el fruto lógico de la ignorancia o la consecuencia natural de carecer de la necesaria información correcta. En opinión de los científicos Potrykus y Beyer, por ejemplo, el problema principal ocasionado por los grupos sociales contrarios a los distintos productos transgénicos residiría en gran medida en los intereses y las emociones de ciertas personas y colectivos sociales, pero no en el discurso genuinamente racional y objetivo propio del mundo de la ciencia al que ellos dicen pertenecer y representar. Por todo ello, se sostiene, los argumentos objetivos y racionales esgrimidos por los auténticos expertos en los medios de comunicación de masas sólo conseguirían convencer a aquellas personas y colectivos sociales que disponen antes de la suficiente información correcta o válida¹¹⁵. De hecho, según ha declarado el propio Ingo Potrykus, los argumentos puramente objetivos y racionales «son una pobre munición contra las apelaciones emocionales de sus opositores»¹¹⁶.

De forma que los argumentos supuestamente objetivos y racionales sólo lograrían convencer a aquellas personas y grupos anteriormente convencidos. Pues se entiende que éstos ya dispondrían de la auténtica información correcta acerca de las distintas cuestiones en controversia. En opinión de Potrykus, la oposición general a los productos transgénicos se fundamentaría así en una carencia de la información correcta, es decir, en la existencia de un déficit cognitivo. De acuerdo con este modelo de análisis, por tanto, cuanto menor es el grado de conocimiento científico y técnico disponible, mayor será la oposición a los diversos productos del complejo ciencia y tecnología. De modo inverso, cuanto mayor es el grado de conocimiento disponible menor será la oposición a, como en este caso, los distintos productos generados con arreglo al paradigma hegemónico de la nueva ingeniería genética. Por todo ello, según este modelo, la toma de decisiones

¹¹⁵ En el caso específico de nuestro país, y a través sobre todo de la televisión pública, se habrían emitido diversos materiales audiovisuales. Cfr. Línea 900. (1999). *Transgénicos en la mesa*, en *Línea 900*, RTVE; Redes. (1999). *Alimentos transgénicos*, en *Redes*, RTVE; Redes. (2000). *Transgénicos*, en *Redes*, RTVE; Documentos TV. (2001). *El oro verde*, en *Documentos TV*, RTVE.

¹¹⁶ Cfr. Potrykus, Ingo. (2001). «Golden Rice and Beyond», en *Plant Physiology*, 125, marzo de 2001, pp. 1157-1161.

debería dejarse en manos de los expertos realmente ilustres y competentes, pues se supone que sólo estas personas estarían capacitadas de una manera adecuada para entender y solucionar los problemas reales, y no en manos de aquellas otras personas que, careciendo de la necesaria especialización científica y técnica, podrían dejarse arrastrar por el peso de las emociones, los intereses y los valores supuestamente extracientíficos o no-epistémicos.

Con lo cual, siguiendo a diversos autores, cabe decir que el modelo del déficit cognitivo parte de dos supuestos fundamentales. El primero de ellos sostiene que la oposición a la nueva ingeniería genética sería un fenómeno patológico que, en cierto modo, casi siempre podría subsanarse, corregirse o neutralizarse. El segundo supuesto, muy ligado al anterior, afirma que para la neutralización de dicha oposición supuestamente carente de una justificación científica y técnica auténtica, sólo sería necesario suministrar al público una mayor cantidad y calidad de información científica y técnica¹¹⁷. Sin embargo, quisiera cuestionar aquí, qué deberá ser considerado en cada situación espacial y temporal específica como la información realmente correcta o necesaria o, de una manera inversa, qué deberá ser entendido en cada contexto particular como la información ciertamente incorrecta o innecesaria es precisamente aquello que conforma el motivo medular de esta controversia social, científica y técnica.

Una segunda forma de procurar comprender y explicar este debate, considero que mucho más plausible que la propuesta por el modelo del déficit cognitivo, consiste en denunciar que ni los científicos y técnicos expertos involucrados directamente en esta discusión particular ni los representantes de las poderosas empresas transnacionales que con mucha frecuencia acostumbran a financiar económicamente este tipo de proyectos de investigación en modo alguno actuarían alentados de una manera principal por unos motivos claramente filantrópicos, solidarios o altruistas en beneficio de las personas más desfavorecidas del planeta.

¹¹⁷ Cfr. Luján, J. L., Martínez, F. y Moreno, L. (1996). *La biotecnología y los expertos. Aproximación a la percepción de la biotecnología y la ingeniería genética entre colectivos de expertos*, Madrid, Gabinete de Biotecnología (GABIOTEC), Fundación CEFI, IESA, CSIC, por ejemplo, p. 19; López Cerezo, J. A. y Luján, J. L. (2000). *Ciencia y política del riesgo*, Madrid, Alianza, en especial, pp. 99-133; Blanco, J. R. e Iranzo, J. M. (2000). «Ambivalencia e incertidumbre en las relaciones entre ciencia y sociedad», en *Papers*, 61, pp. 89-112.

De acuerdo con esta opción interpretativa de corte ciertamente materialista, por tanto, los genetistas respectivos no se esforzarían de una manera especial tanto por la búsqueda desinteresada y avalorativa de la auténtica verdad de las cosas, como cabría esperar de acuerdo por ejemplo con la filosofía de la ciencia popperiana o la sociología de la ciencia mertoniana, sino más bien por procurar encontrar quién financie sus respectivas investigaciones y garantice la posición en la estructura profesional y social que con tanto esfuerzo habrían conquistado, ocupado y mantenido. Para ello, como por ejemplo ha denunciado la bióloga Mae-Wan Ho, estos investigadores habrían ideado y presentado en público toda una serie de argumentos, justificaciones y promesas que, al parecer, les harían merecer la confianza y el apoyo económico tanto de las distintas instituciones públicas como de las grandes empresas transnacionales del sector agroalimentario para procurar llevar adelante así sus proyectos de investigación tan prometedores, interesantes y valiosos¹¹⁸.

De manera que una de las cuestiones sociológicas quizá más importantes en relación con el análisis de esta polémica particular se refiere a cómo la creación, el desarrollo y el comercio mundial de este producto transgénico específico promueven o estabilizan determinados intereses sociales, políticos y económicos. De hecho, cabe decir que el conflicto entre los distintos grupos sociales y sus intereses respectivos enfrentaría a dos posiciones principales no sólo muy divergentes sino incluso excluyentes. Por un lado, los intereses sociales, políticos y económicos de los colectivos sociales partidarios de la libre proliferación mundial de los OMG. Para éstos, los productos y las prácticas en cuestión deberían desarrollarse, comerciarse y consumirse con total libertad y generar la máxima rentabilidad económica posible. Por otro lado, los intereses sociales, políticos y económicos de los grupos sociales detractores de la libre circulación internacional de los OMG. Para éstos, en cambio, queda claro que el libre comercio mundial de estos productos y prácticas contribuiría al incremento notable de las diversas injusticias humanas y ambientales.

La tercera alternativa analítica fundamental, que sería claramente compatible con la opción anterior, reivindica la conveniencia de ir un

¹¹⁸ Cfr. Ho, Mae-Wan. (2000). «El arroz dorado. Un caballo de Troya para los pobres», en *Revista del Sur*, julio-agosto de 2000.

poco más allá de aquella opción materialista que habla sobre todo de nítidas luchas de intereses y de claras relaciones de fuerza. En este sentido, la interpretación idealista o culturalista procura dar cuenta de la controversia sobre el arroz dorado poniendo de relieve un claro conflicto entre los valores, las ideas, las creencias y dos visiones del mundo típico-ideales en competencia¹¹⁹. De acuerdo con esta opción interpretativa, por tanto, el conflicto existente en relación con el arroz dorado expresa una clara tensión entre dos concepciones bien diferentes de la naturaleza y de la sociedad. Por una parte, para los grupos sociales partidarios del arroz dorado y del conjunto de los OMG, la naturaleza sería percibida sobre todo como una simple mercancía o como un mero recurso más o menos útil. De este modo, se consideraría que la naturaleza es poco menos que la adversaria de la humanidad y que ésta debería estar al completo servicio del hombre. El deber de la humanidad consistiría, como en el proyecto baconiano del saber, en procurar dominar, controlar, domesticar, mejorar y gestionar de un modo siempre constante y progresivo a la naturaleza exterior. Para los colectivos sociales detractores del arroz dorado y del conjunto de los OMG, sin embargo, la naturaleza no debería considerarse tanto como una simple mercancía o como un mero adversario del hombre al que intentar someter, controlar y domesticar sino más bien como un valor en sí mismo, es decir, como una realidad previa y mayor con la que debería aprenderse a vivir y convivir en armonía. Por otro lado, para la mayor parte de los colectivos sociales partidarios de estos productos transgénicos los valores esenciales o supremos serían los de la libertad individual y los representados por la economía de libre mercado. El libre mercado vendría a ser la forma si no natural sí cuando menos óptima de distribución, jerarquización y estructuración social y natural. Para una buena parte de los grupos detractores de estos nuevos productos, en cambio, lo que debería procurarse garantizar en mayor grado es el bien común, esto es, el control y la reducción de las muchas injusticias tanto humanas como ambientales que generarían y consolidarían la libertad individual y la economía de libre mercado.

¹¹⁹ Cfr. Todt, Oliver. (2004). «El conflicto sobre la ingeniería genética y los valores subyacentes», en *Sistema*, 179-180, pp. 89-102; Herrera Racionero, Paloma. (2004). «Creer en los argumentos y argumentar las creencias. La “guerra de los OGMs”», en *VIII Congreso Español de Sociología*, Federación Española de Sociología, Alicante, septiembre de 2004.

7. El principio de equivalencia sustancial

En este apartado daré cuenta de la controversia particular existente en torno a la supuesta viabilidad científica y técnica del llamado principio de equivalencia sustancial. En esta ocasión, la disputa teórica principal radica, según mostraré, en cómo esclarecer si los organismos transgénicos y los organismos convencionales o no-transgénicos son, en efecto, unos organismos equivalentes en términos sustanciales. En cualquier caso, sostendré que esta discusión específica consiste en gran medida en cómo dilucidar si los posibles riesgos humanos y ambientales adversos de momento desconocidos deben ser o bien motivo de la indiferencia, el desprecio y la desatención o bien motivo de una inexcusable atención y preocupación. No obstante, cabe subrayar que la labor principal que aquí realizaré como analista consistirá más bien en procurar evidenciar hasta qué punto esta controversia específica podría resolverse o estabilizarse en términos, en principio, exclusivamente científicos y técnicos.

De acuerdo con este principio, dicho de una forma muy genérica e introductoria, se considera que todos aquellos productos transgénicos que se estimen equivalentes en términos sustanciales a sus parientes convencionales no precisarán de unas evaluaciones científicas y técnicas más rigurosas o específicas. De manera que si se considera que un producto transgénico es equivalente en términos sustanciales a su variante tradicional, natural o no-transgénica, se concluye que no sería realmente necesario mostrar o demostrar, de un modo directo y específico, la inocuidad humana y ambiental del producto transgénico en cuestión. De este modo, se sostiene que los productos transgénicos que se consideren equivalentes en términos sustanciales deberían tratarse, en lo que respecta sobre todo a la necesaria garantía de la seguridad humana y ambiental, de igual manera que sus parientes convencionales o no-transgénicos.

I

En términos históricos, el comentado principio de equivalencia sustancial fue adoptado inicialmente en el año 1993 por la OCDE. En esta ocasión se sostuvo por ejemplo lo siguiente: «La equivalencia sustancial engloba el concepto de que, si se encuentra que un nuevo alimento o componente de alimento es sustancialmente equivalente a

un alimento o componente de alimento existente, éste puede ser tratado de la misma manera respecto a la seguridad que su contraparte tradicional»¹²⁰.

No obstante, este mismo principio de evaluación de los posibles riesgos humanos y ambientales también habría sido estudiado, reconocido y recomendado más tarde por algunas de las instituciones y de los organismos internacionales. De hecho, estas habrían sido parte de las conclusiones más importantes de un Informe realizado de manera conjunta por la FAO y la OMS. Se trataba de un Informe sobre Biotecnología y Seguridad Alimentaria resultado de una reunión consultiva de expertos celebrada del 30 de septiembre al 4 de octubre de 1996 en la ciudad de Roma. En esta otra ocasión, el comentado comité de expertos puso de relieve por ejemplo lo siguiente: «[Recomendamos que] la evaluación de seguridad basada en el concepto de equivalencia sustancial sea aplicada para establecer la seguridad de los alimentos o de sus componentes derivados de organismos modificados genéticamente»¹²¹.

Desde entonces, la mayor parte de las evaluaciones sobre los posibles riesgos humanos y ambientales adversos derivados de la libre proliferación mundial de los OMG se habrían fundamentado en el principio de equivalencia sustancial. Por poner un par de ejemplos, señalar que tanto la soja RR de Monsanto como el maíz Bt de Syngenta habrían sido evaluados de una forma positiva para su consumo animal y humano en el marco reglamentario de la UE con arreglo a dicho principio de equivalencia sustancial. En cualquier caso, debe tenerse presente que, para hacer efectivo dicho principio de evaluación de los posibles riesgos, se comparan determinadas características químicas seleccionadas entre un producto transgénico y su pariente convencional o no-transgénico. La finalidad central del análisis consiste en procurar demostrar que el producto modificado genéticamente no comporta ningún tipo de riesgos añadidos o específicos adversos o que, dicho de otro modo, el respectivo producto transgénico no resulta más nocivo o más peligroso para la salud humana y el medio ambiente que su pariente tradicional o no-transgénico.

¹²⁰ Cfr. OCDE-OECD. (1993). *Safety Evaluation of Foods Derived by Modern Biotechnology. Concepts and Principles*, París, OCDE.

¹²¹ Cfr. OMS-FAO. (1996). *Biotechnology and Food Safety*, Roma, Italia, OMS-ONU. Los corchetes son añadidos.

De manera que para los grupos sociales partidarios de los distintos productos de la nueva ingeniería genética, la mayoría de los alimentos transgénicos serían equivalentes en términos sustanciales a los organismos naturales o no-transgénicos. Para éstos, el principio de equivalencia sustancial sería una herramienta científica y tecnológica muy adecuada y eficaz para detectar todos los hipotéticos riesgos humanos y ambientales adversos asociados al cultivo, el comercio y el consumo de los OMG. En opinión de éstos, por tanto, los productos transgénicos serían fundamentalmente iguales a los alimentos que no han sido modificados genéticamente.

No obstante, se precisa que la posible ausencia de equivalencia sustancial no implicaría de una manera necesaria que ese producto transgénico en concreto sea tóxico, inseguro o nocivo para la salud humana o el medio ambiente. Pues este hecho significaría sólo que, para este caso particular, se requeriría un número mayor de pruebas y de estudios directos o específicos. En consecuencia, se señala que este principio de evaluación de los riesgos sería muy adecuado para detectar si algún alimento transgénico merece ser objeto o no de unas evaluaciones directas o específicas. Para los grupos sociales partidarios de la nueva ingeniería genética, en suma, el principio de equivalencia sustancial sería ciertamente funcional y eficaz. Pues, al parecer, éste pondría de relieve todos aquellos posibles riesgos humanos y ambientales negativos relativos al cultivo, el comercio y el consumo de los distintos OMG. Como por ejemplo se sostiene en un Informe de la empresa Monsanto del año 1994 en relación con la evaluación de los posibles riesgos adversos asociados a la soja RR: «Siguiendo los principios para la aplicación de la equivalencia sustancial, no debe haber ninguna preocupación sobre la seguridad o los aspectos nutritivos»¹²².

En relación con el supuesto de la viabilidad científica y técnica de este principio de evaluación de los posibles riesgos humanos y ambientales, los colectivos sociales partidarios de los alimentos transgénicos se preguntan por ejemplo acerca de por qué debería etiquetarse entonces este tipo de nuevos alimentos de una manera específica e incluso obligatoria. Se preguntan acerca de por qué

¹²² La cita se ha tomado del trabajo: Anderson, Luke. (2001/1999). *Transgénicos. Ingeniería genética, alimentos, y nuestro medio ambiente*, Madrid, Gaia, Proyecto 2050, p. 14.

deberían etiquetarse estos nuevos productos si, como demostraría la evidencia experimental disponible, todavía no se han encontrado unas diferencias científicas notorias o significativas entre los productos transgénicos en cuestión y sus parientes convencionales o no-transgénicos. Por esta razón, se denuncia que no resultaría muy coherente o adecuado, cuando menos desde el punto de vista genuinamente científico y técnico, recoger en las etiquetas respectivas que tales o cuales alimentos son productos transgénicos, o contienen ingredientes que han sido obtenidos como consecuencia de la utilización de determinados OMG.

II

Como he señalado antes, el principio de equivalencia sustancial se centra en la comparación química entre los alimentos transgénicos y sus parientes tradicionales o no-transgénicos para así suponer la seguridad o la inocuidad humana y ambiental de los primeros sin tener que demostrarla de un modo directo o específico. No obstante, para los grupos sociales detractores de los productos de la nueva ingeniería genética queda claro que la mayoría de los alimentos transgénicos no sería equivalente en términos sustanciales a los organismos naturales o no-transgénicos. En la misma línea, se afirma además que aunque un alimento transgénico sea equivalente en términos sustanciales a su pariente convencional, ello no sería un motivo realmente suficiente para concluir que este alimento transgénico sea totalmente seguro para la salud humana o el medio ambiente. De manera que, según éstos, el principio de equivalencia sustancial siempre podría resultar realmente ineficaz e insuficiente para la detección detallada y rigurosa de todos los posibles riesgos asociados al cultivo, el comercio y el consumo de los OMG.

En este sentido, con la finalidad de procurar estabilizar y difundir la relativa fuerza de sus razones y argumentos, los grupos sociales detractores de este principio de evaluación de los riesgos acostumbran a servirse de la exposición y la valoración de lo que para ellos representa un caso ejemplar. En concreto, me referiré ahora con cierta brevedad al polémico caso del llamado mal de las vacas locas o de la Encefalopatía Espongiforme Bovina (EEB). Quisiera recordar antes que la variante de la enfermedad de la EEB para la versión humana se denomina por lo general como la enfermedad de *Creutzfeldt-jacobs* (Cj). Pero, al margen de éstas y otras muchas consideraciones y polémicas, aquí se

discute sobre todo acerca de hasta qué punto el comentado principio de equivalencia sustancial habría sido realmente eficaz a la hora de someter a evaluación rigurosa a este tipo de animales potencialmente infectados. En este caso, la discusión principal se habría centrado en torno al conocimiento adecuado de la esencia y el comportamiento de los priones, que serían las proteínas específicas asociadas al padecimiento de la EEB. Los priones serían unas proteínas que tendrían una forma anormal y que se acumularían en el cerebro de la res hasta provocar su muerte. En concreto, tal y como se dio a conocer en muchos medios de comunicación, la hipótesis que gozaría de una mayor aceptación entre la comunidad de científicos y técnicos implicados en este problema es que el uso de piensos compuestos elaborados en parte con los restos de animales infectados habría podido contribuir de una forma realmente notable a la creación y la extensión posterior de la enfermedad de la EEB.

En este contexto, algunos expertos han reconocido más tarde que sería en torno al año 1980 cuando en el Reino Unido empezaron a utilizarse las harinas cárnicas para alimentar a algunos animales herbívoros. En concreto, se denunció que se emplearon, además de los distintos desechos cárnicos de algunos mataderos, cadáveres de corderos, ovejas, cerdos y terneros muertos a veces a causa del padecimiento de ciertas enfermedades infecciosas. La primera res afectada por la EEB se detectó oficialmente en el Reino Unido en el año 1985. De hecho, parte de los grupos ecologistas europeos denunciaron con posterioridad que por aquel tiempo el gobierno británico ya habría comenzado su estrategia de procurar ocultar todo lo que por entonces pudiera estar sucediendo. Se sostiene así que sería en este mismo contexto y en estas mismas fechas cuando tendría lugar el despido de varios investigadores, como en el caso del virólogo Harasch Narang, que podrían haber estado trabajando en la pista que más tarde sería considerada como la pista correcta del problema. Es decir, que la comentada enfermedad de las vacas locas podría estar originada sobre todo por el uso de unos piensos fabricados a partir de restos de animales muertos¹²³.

¹²³ Cfr. Piulats, O. y Merdonces, J. L. (1996). «Vacas locas. No se dice ni mú», en *Integral*, 197; Bermejo, Isabel. (2000-2001). «¿Vacas locas, o producción ganadera demencial?», en *El Ecologista*, 24, pp. 23-27, en especial, p. 25.

En este sentido, cabe resaltar que algunos expertos han sostenido que el prión, que es una proteína infecciosa, sería idéntico en su secuencia de aminoácidos a la proteína celular normal o no-patológica. No obstante, se advierte que lo único que cambiaría, para desconcierto de los grupos sociales partidarios del principio de equivalencia sustancial, sería su estructuración espacial. Éste sería pues el problema sustantivo. Pues, de acuerdo con los supuestos fundamentales del principio de equivalencia sustancial, se daría el caso de que la carne infectada procedente de una vaca loca resultaría ciertamente equivalente en términos químicos a la carne de una res sana. Lo cual indicaría claramente que, en suma, en modo alguno podrían preverse los posibles efectos futuros de tipo toxicológico, bioquímico e inmunológico de los alimentos transgénicos sólo teniendo en cuenta su composición química. Como por ejemplo ha señalado Gregorio Álvaro Campos, del colectivo Ecologistas en Acción: «Un ejemplo muy ilustrativo de la gran falacia que supone el principio de equivalencia sustancial como base para la evaluación de la seguridad de los alimentos transgénicos es el caso de los priones. Éstos son las proteínas responsables de la EEB [Encefalopatía Espongiforme Bovina, o mal de las vacas locas], cuya composición de aminoácidos es exactamente igual al de aquéllas procedentes de las células sanas y sólo cambia su forma espacial. De acuerdo con el mencionado principio, la carne de una vaca loca es sustancialmente equivalente a la de una vaca sana. El problema radica en que no pueden predecirse los efectos toxicológicos, bioquímicos e inmunológicos de los alimentos transgénicos a partir de su composición química»¹²⁴.

De manera igualmente crítica, según habría mostrado por ejemplo un estudio realizado por John B. Fagan, un biólogo molecular norteamericano, se pone de relieve que las comparaciones entre los diversos organismos bajo parámetros exclusivamente químicos o nutricionales sólo podrían servir para detectar las sustancias positivamente previstas¹²⁵. Lo cual significaría que de este principio de evaluación de los riesgos en modo alguno podría esclarecerse el

¹²⁴ Cfr. Álvaro Campos, Gregorio. (2000). «Los alimentos-cultivos transgénicos. Una aproximación ecológica», en *Phytoma España*, 120, pp. 74-77. La cita es de la p. 75. Los corchetes son añadidos.

¹²⁵ Cfr. Fagan, John B. (1998). *The Failing of the Principle of Substantial Equivalence*, USA, PSRAST.

problema de la posible inocuidad humana y ambiental de los distintos productos transgénicos estudiados. De hecho, como expresó este científico, los posibles riesgos para la salud humana derivados del consumo de los distintos alimentos transgénicos sólo podrían conocerse y gestionarse de una forma conveniente si se echara mano de una experimentación toxicológica con voluntarios humanos que aceptaran llevar adelante determinadas pruebas empíricas que, además, fueran adecuadamente intensivas y extendidas en el tiempo. De manera que el principio de equivalencia sustancial no sería realmente eficaz o adecuado. Sobre todo, si se tiene bien presente que las técnicas de la nueva ingeniería genética siempre podrían generar determinados efectos colaterales en modo alguno previsibles con arreglo sólo a este tipo de parámetros estudiados. Pues, como se mostraría en este estudio, sería muy probable introducir de un modo imprevisto unas sustancias alérgicas o toxinas dentro de los alimentos transgénicos en cuestión sin, por ello, afectar en modo alguno a su respectivo valor químico o nutricional.

De forma que para los colectivos sociales detractores de los alimentos transgénicos, el principio de equivalencia sustancial sería una herramienta ciertamente inadecuada, ineficaz e insuficiente. De hecho, en la actualidad muchos de los científicos y técnicos expertos estarían reconociendo que la composición de los alimentos en general podría ser mucho más compleja de lo que se pensaba hace sólo unos pocos años atrás. Por ejemplo, algunos especialistas habrían indicado que todavía se desconocerían muchos de los componentes más importantes de los distintos alimentos. Sobre todo de aquellos componentes que se encontrarían en unas cantidades muy pequeñas y que, sin embargo, podrían desempeñar unas funciones realmente relevantes en la prevención de muchas de las enfermedades degenerativas, como en los casos del cáncer o las enfermedades coronarias¹²⁶.

No obstante, de acuerdo con un estudio realizado por el grupo de Erik Millstone, de la Universidad de Sussex, publicado en 1999 en la revista *Nature*, también se ha denunciado que la conclusión según la cual el principio de equivalencia sustancial permite detectar todos los posibles riesgos adversos relativos a los productos transgénicos no sería

¹²⁶ Cfr. Pedauyé Ruiz, J., Ferri Rodríguez, A. y Pedauyé Ruiz, V. (2000). *Alimentos transgénicos. La nueva revolución verde*, Madrid, McGraw-Hill, en especial, pp. 58-60.

una conclusión puramente científica o técnica¹²⁷. El estudio comentado argumenta que este principio nunca habría sido debidamente definido o demostrado. Con lo cual, sería esa misma vaguedad conceptual lo que beneficiaría claramente a las grandes compañías industriales ligadas a la nueva ingeniería genética. De forma que este principio de evaluación de los posibles riesgos humanos y ambientales adversos resultaría ciertamente deficiente y cuestionable cuando menos por dos motivos científicos y técnicos fundamentales. En primer lugar, porque, casi de una forma inevitable siempre algunos componentes escaparían al análisis, bien sea porque éstos no se conocerían de momento o bien sea porque éstos se presentarían en unas cantidades tan pequeñas que sería casi imposible detectarlos. En segundo lugar, porque nada probaría que el valor de un alimento concreto y sus posibles efectos futuros sobre la salud humana o el medio ambiente podrían ser totalmente identificados o esclarecidos por unos análisis químicos por muy completos y rigurosos que estos análisis pudieran parecer. De este modo, se considera que un alimento transgénico es equivalente a un alimento convencional cuando se estima que el primero es similar en términos químicos al segundo. El problema sustantivo, como por ejemplo habría mostrado también el estudio del grupo de Millstone, consistiría en que resultaría notablemente complejo y cuestionable predecir todos los posibles efectos futuros de tipo bioquímico, toxicológico o inmunológico de los alimentos transgénicos concretos teniendo sólo en cuenta su mera composición química.

De modo que en opinión de los colectivos detractores del principio de equivalencia sustancial, las conclusiones más importantes a las que se habría llegado en el comentado Informe conjunto de la FAO y la OMS¹²⁸ serían del todo insostenibles e injustificadas desde un punto de vista exclusivamente científico y técnico. En este sentido, como se habría revelado en un Informe muy crítico redactado por las científicas Mae-Wan Ho y Ricarda A. Steinbrecher, de la asociación Red del Tercer Mundo, se constata que la información fundamental requerida en estos casos para evaluar la posible eficacia del principio de equivalencia sustancial sería realmente insuficiente, ambigua e

¹²⁷ Cfr. Millstone, E., Brunner, E. y Mayer, S. (1999). «Beyond “Substantial Equivalence”», en *Nature*, 401, n.º. 6743, pp. 525-526, a 7 de octubre de 1999.

¹²⁸ Cfr. OMS-FAO. (1996). *Biotechnology and Food Safety*, Roma, Italia, OMS-ONU.

incorrecta¹²⁹. Entre las supuestas omisiones y deficiencias más importantes que se señalan estarían las siguientes. En primer lugar, el hecho de que la definición científica del principio de equivalencia sustancial sería muy vaga e inconcreta, de forma que su aplicación podría ser muy flexible, maleable y abierta a las distintas interpretaciones interesadas. En segundo lugar, se pone de relieve la falta de un requerimiento experimental claro para descartar la propensión del nuevo organismo transgénico a generar virus patógenos debido a los conocidos procesos de recombinación. En tercer lugar, se denuncia la falta de obligación legal para declarar la presencia de genes marcadores de resistencia a los antibióticos en el nuevo organismo. Por último, en cuarto lugar, se critica la ausencia de evidencias científicas sólidas que permitan documentar la supuesta estabilidad de los transgenes. Pues se sostiene que el comportamiento de los vegetales que han sido modificados genéticamente sería muy complejo y, por tanto, difícilmente predecible. En esta línea, también se ha denunciado que no se especificaría en detalle el tipo de pruebas moleculares, fenotípicas y de análisis de la composición que realmente son necesarias para poner en claro el tipo de equivalencia sustancial que se pretende establecer. En consecuencia, se constataría la necesidad poco menos que imperiosa de rechazar este principio de evaluación de los posibles riesgos humanos y ambientales adversos y de discriminar los productos transgénicos en su origen, etiquetarlos de una manera específica y obligatoria y hacer con éstos un seguimiento muy riguroso una vez que han salido al mercado y son potencialmente consumidos¹³⁰.

En esta misma línea crítica, se argumenta que en la práctica podría suceder que la diferencia entre un producto transgénico y su pariente natural radique sólo en una toxina ligada al producto transgénico en cuestión. De forma que, debido sobre todo a las cantidades mínimas presentes o por lo limitado de toda analítica, ésta podría pasar totalmente inadvertida. Pero lo realmente significativo no sería precisamente esto. Lo realmente importante y preocupante sería que el

¹²⁹ Cfr. Ho, M-W. y Steinbrecher, R. A. (2001/1997). *Fallos fatales en la evaluación de la seguridad de los alimentos transgénicos*, Madrid, Fundación 1º de Mayo, ISTAS, Third World Network, en especial, pp. 14-24.

¹³⁰ Cfr. Ho, M-W y Ching, L. L. (2004/2003). *En defensa de un mundo sustentable sin transgénicos*, Londres, Institute of Science in Society, Third World Network, en especial, pp. 26-29.

objetivo principal del sistema erigido en torno a este principio de evaluación de los riesgos se fundamenta en términos oficiales en la búsqueda de las características similares, entre los productos transgénicos y sus parientes convencionales o no-transgénicos, y no, como los expertos críticos con este tipo de productos y prácticas consideran que debería ser, en la búsqueda de las propiedades distintivas. De ahí que el principio de equivalencia sustancial ni sería en la actualidad ni podría llegar a ser en un futuro más o menos próximo un principio realmente eficaz o adecuado. Pues éste habría sido creado u orientado sobre todo hacia la búsqueda de aquellas posibles coincidencias existentes entre los productos modificados genéticamente y los productos naturales o no-transgénicos. Con lo cual, se concluye que este principio de evaluación de los riesgos no sería realmente eficaz o adecuado porque sería precisamente en las diferencias donde residirían los potenciales riesgos humanos y ambientales negativos relativos a la libre proliferación mundial de los OMG.

En virtud de todo lo anterior, se considera que la práctica del no-etiquetado específico y obligatorio de los productos transgénicos representaría una clara violación de la libertad de elección de los consumidores. Se trataría ésta, según se denuncia, de una práctica que atentaría contra el derecho de las personas y de los grupos sociales a poder elegir si quieren o no asumir los posibles riesgos relativos a los productos transgénicos y ello, se añade con frecuencia, de manera poco menos que independiente de si los productos transgénicos pudieran ser o no realmente nocivos para la salud humana o el medio ambiente. Por si estas cuestiones pudieran parecer menores, se sostiene también que la práctica del no-etiquetado diferencial de los productos transgénicos dificultaría además de una manera notable la detección del foco en virtud del cual podría haberse dado lugar a los posibles problemas causados por el cultivo, el comercio o el consumo de los distintos OMG. La práctica del no-etiquetado, en suma, siempre haría mucho más difícil y costoso el conocimiento y la gestión de las posibles consecuencias negativas futuras asociadas a los productos y las prácticas de la nueva ingeniería genética.

En este contexto, una de las críticas que acostumbran a movilizar también los colectivos sociales detractores de la nueva ingeniería genética sostiene que si el principio de equivalencia sustancial goza de tantos grupos partidarios, como la OCDE, la FAO o la OMS, ello se

debería no tanto a razones estrictamente científicas y técnicas sino más bien al importante ahorro económico que este tipo de prácticas de evaluación de los posibles riesgos supondría para el poderoso complejo industrial del sector agroalimentario. Sobre todo si se compara este tipo de prácticas de evaluación de los posibles riesgos con aquellas otras prácticas que se fundamentan en el principio de precaución defendido supuestamente tanto por la UE como por la propia ONU. De hecho, el Protocolo de Bioseguridad de la ONU habría manifestado la conveniencia de reconocer el principio de precaución. Lo cual implicaría la supuesta caducidad política, científica y técnica del principio de equivalencia sustancial. De modo que la aplicación del principio de equivalencia sustancial podría estar motivada en gran medida por la conveniencia política y empresarial de bloquear o cuando menos entorpecer determinadas medidas preventivas o precautorias.

En consecuencia, podría señalarse que estos grupos críticos ponen de relieve que el interés particular por fomentar el reconocimiento del principio de equivalencia sustancial estaría subordinado en gran medida al interés general por establecer ciertos mecanismos de aprobación mucho más flexibles y menos exigentes. De este modo se estaría cumpliendo con algunos propósitos fundamentales. En primer lugar, se estaría limitando tanto la cantidad como la calidad de la evidencia científica y experimental necesaria para apoyar el reconocimiento de la viabilidad de un producto o de una práctica específica. En segundo lugar, se estarían reduciendo también los costes económicos relativos a la evaluación de los posibles riesgos humanos o ambientales adversos. En tercer lugar, se estaría reduciendo el riesgo comercial siempre muy relevante de tener que echar marcha atrás en relación con algunos de los proyectos por los que se habría apostado en un principio. De forma que la consecuencia última y quizá más importante de la adopción de este principio de evaluación de los posibles riesgos sería la obtención de más tiempo y más dinero para el diseño, la fabricación y el comercio posterior de los distintos productos derivados del paradigma de la nueva ingeniería genética.

III

Las conclusiones concretas que pueden ir extrayéndose del material empírico expuesto en este apartado pueden ser orientadas en direcciones diversas. En primer lugar, debo decir que el propio término de equivalencia sustancial constituye un buen ejemplo con el que

ilustrar de una manera adecuada hasta qué punto el lenguaje científico y técnico puede ser desarrollado y utilizado, de una manera más o menos intencional o estratégica, con el objetivo principal de influir sobre la percepción social de productos tales como los propios OMG. En esta línea, cabe señalar por ejemplo que resulta poco menos que paradójico que los colectivos sociales partidarios de los productos transgénicos hablen de unas sustancias equivalentes cuando en realidad estos organismos habrían sido diseñados, creados y desarrollados con el fin principal de ser diferentes en términos sustanciales a los organismos naturales o no-transgénicos. Con lo cual, si los productos transgénicos fueran productos realmente equivalentes a los organismos tradicionales, podría preguntarse acerca de por qué razón deberían preferirse los unos a los otros. De una manera inversa, si los productos transgénicos fueran realmente diferentes a los organismos convencionales, pues cabe pensar que éstos habrían sido diseñados, creados y desarrollados precisamente para ello, cabría interrogarse acerca de por qué las diversas entidades empresariales se esfuerzan tanto en sostener en público que éstos son prácticamente naturales, iguales o equivalentes. En este caso, por tanto, una de las preguntas quizá más pertinentes sería por qué cuando los expertos y los colectivos sociales partidarios de los alimentos transgénicos quieren superar las respectivas evaluaciones de los posibles riesgos adversos sostienen de una forma muy acalorada que sus productos y sus tecnologías son prácticamente iguales o equivalentes, mientras que cuando estos mismos colectivos se esfuerzan en promocionar esos mismos productos y prácticas bien sea para patentarlos o bien sea para promocionarlos y venderlos afirman fervientemente que estos productos y prácticas son totalmente nuevos y diferentes a los alimentos tradicionales o no-transgénicos.

En segundo lugar, quisiera recordar aquí cómo la ciencia opera siempre de acuerdo con el llamado estado del arte. De modo que para algunos expertos partidarios de los productos transgénicos el principio de equivalencia sustancial resultaría del todo poderoso y eficaz en la detección de los posibles riesgos humanos y ambientales adversos relativos a la libre proliferación mundial de los OMG. Sin embargo, como ya he mostrado, queda claro que este criterio de evaluación de los posibles riesgos negativos asociados al cultivo, el comercio y el consumo de los productos transgénicos no gozaría de un consenso científico y técnico realmente sólido o generalizado. De hecho, el principio de equivalencia sustancial habría sido muy cuestionado, al

parecer, en términos genuinamente científicos y técnicos como el mejor criterio para evaluar de una forma correcta y adecuada la seguridad derivada del consumo humano y animal de los distintos OMG.

En este mismo contexto, una de las conclusiones a las que podría llegarse es que dicho principio de evaluación se centraría en los riesgos adversos que pueden preverse en relación con una parte del conocimiento actualmente disponible y reconocido como tal. Con todo, cabe apuntar por ejemplo que una cosa sería desconocer aquello que se desconoce, y otra cosa bien diferente sería hacer de aquello que se desconoce objeto de una clara indiferencia o de un rotundo menosprecio. De hecho, que la incertidumbre científica defina una situación particular como tal no sólo puede implicar que existirían determinadas cuestiones que, de momento, se desconocen sino que incluso podría desconocerse precisamente aquello que se desconoce¹³¹. De igual modo, cabe interpretar por ejemplo que la situación de incertidumbre científica haría que la propia forma de percibir y administrar la incertidumbre no dependa tanto de criterios, en principio, exclusivamente científicos y técnicos. De esta forma, queda claro que el problema medular sobre si los riesgos desconocidos deben ser motivo o bien de la pura indiferencia o bien de la preocupación decidida de los científicos y técnicos expertos respectivos no sería un problema específico a resolver en términos, en principio, exclusivamente racionales y empíricos. De modo que la situación de incertidumbre científica que podría definir esta controversia no podría clausurarse o cuando menos gestionarse de una forma adecuada o plausible si no es con arreglo a determinadas interpretaciones orientadas de un modo más o menos interesado y valorativo. Porque, me pregunto, acaso puede esclarecerse en términos, en principio, exclusivamente científicos y técnicos en qué medida el espacio de lo ya sabido merece ser considerado más importante, más interesante y más valioso que el espacio de lo que todavía quedaría por saber. Es decir,

¹³¹ Cfr. Wynne, Brian. (1997/1992). «Incertidumbre y aprendizaje ambiental. Reconocer la ciencia y la política en un paradigma preventivo», en González García, M. I., López Cerezo, J. A., Luján López, J. L. (1997). (Eds.). *Ciencia, tecnología y sociedad. Lecturas seleccionadas*, Barcelona, Ariel, pp. 161-183; Ravetz, Jérôme. (1996). «Conocimiento útil, ¿ignorancia útil?», en Theys, J. y Kalaora, B. (1996/1992). (Eds.). *La Tierra ultrajada. Los expertos son formales*, México, FCE, pp. 65-76.

acaso puede dilucidarse en términos, en principio, exclusivamente científicos y técnicos hasta qué punto lo ya conocido merece anteponerse a todo lo que aún pudiera quedar por conocer.

8. La selección, el cruzamiento y la manipulación genética

En lo que sigue describo y analizo la discusión científica y técnica existente en torno a la narración correcta o adecuada de la historia de las relaciones entre la agricultura, la ganadería y la sociedad. De forma que el núcleo de esta controversia particular se refiere a cómo dilucidar o consensuar en qué consiste lo correcto o lo adecuado de los distintos procesos narrativos o discursivos fundamentales. En concreto, la labor sustantiva para este apartado consiste en exponer y estudiar el problema central acerca de la pertinencia de proceder o no, pues, como mostraré a continuación, de esto es precisamente de lo que se trata, a una nítida, sólida o clara distinción entre los procesos de la selección, el cruzamiento y la manipulación genética de los distintos organismos. De igual modo, el propósito principal para este apartado consiste en exponer y analizar la controversia científica y técnica particular surgida y desarrollada a la hora de procurar explicitar la naturaleza del proceso histórico que agrupa y define a la primera, la segunda y la tercera revolución verde¹³².

No obstante, quisiera adelantar aquí que este tipo de interrogantes sustantivos tiene su razón de ser en la crítica de un supuesto esencial. Éste sostiene que el cuadro de los múltiples acontecimientos puede trazarse de una forma realmente evidente, natural o aporosa. Según este supuesto muy extendido, el relato histórico de lo ocurrido, que de un modo más o menos intencional posibilita y condiciona el

¹³² Como mostraré más adelante, la primera revolución verde se referiría al lento proceso de desarrollo y consolidación de las primeras prácticas agrícolas y ganaderas. La segunda revolución verde, por su parte, haría alusión al sistema de producción industrial surgido sobre todo tras la IIª Guerra Mundial. De modo que la tercera revolución verde representaría aquella otra revolución que iría de la mano de las técnicas de la nueva ingeniería genética. Sin embargo, si bien queda claro que estas denominaciones son las más habituales o dominantes, cabe añadir que otra forma de referirse a los mismos hechos o procesos, que no utilizaré aquí para no crear una confusión innecesaria, consiste en llamar revolución verde, sin más, a lo que designaré segunda revolución verde y, de una manera similar, en llamar segunda revolución verde a lo que consideraré como tercera revolución verde.

relato de lo por suceder, sería entendido sobre todo no tanto como un relato situacional, relativo y contingente sino más bien como un inocente y neutral estado de cosas, es decir, como una cronología racional y objetiva de las historias verdaderas.

I

En general y a modo de introducción, cabe decir que los distintos actores sociales implicados en esta controversia general no acostumbran a cuestionar los rasgos sustantivos que anteceden y definen a la primera revolución verde. De modo que casi siempre se coincide en afirmar que hace varios cientos de miles de años, la fecha y el lugar específicos serían tan poco precisos como relevantes respecto a lo que aquí me ocupa, los primeros pueblos que habitaban el planeta sólo se dedicarían a recoger y a alimentarse de aquellas plantas, frutos y animales que se encontrarían en la naturaleza exterior. De este modo, se considera que estas primeras poblaciones humanas vivirían sobre todo de actividades como la caza, la pesca o la recolección de cualquier cosa al alcance de las manos, desde frutos, semillas y raíces hasta moluscos, huevos, setas o insectos. Se trataría así de una época en la que los colectivos humanos dependerían fuertemente de los distintos ciclos migratorios de los animales, de las diversas estaciones del año y de todo lo relativo al medio ambiente en general. Los pueblos serían nómadas y los grupos de cazadores y de recolectores se desplazarían por los territorios en busca de los lugares con más y mejores recursos naturales. Se interpreta así que estos poblados tribales no se desplazarían tanto en busca de una comodidad mayor como en busca de una menor proximidad respecto a los múltiples focos de sufrimiento y calamidad. Con lo cual, podría decirse que la situación que antecede a la primera revolución verde se define en gran medida por un tomar sin interferir.

Sin embargo, con el paso del tiempo y debido por ejemplo al padecimiento de sucesivas crisis bélicas o alimenticias, se considera que algunos pueblos pudieron verse en la necesidad de recurrir, cada vez con una intensidad o frecuencia mayor, a realizar determinadas prácticas excepcionales tales como hacer crecer algunas plantas o atraer a algunos animales a las cercanías de los campamentos. Se señala así que este tipo de prácticas tan elementales pudo condicionar de una manera notable el desarrollo progresivo de las primeras actividades agrícolas y ganaderas. De este modo, los hombres de las diversas

sociedades nómadas, al asentarse poco a poco en algunos de los territorios, irían dejando atrás sus actividades como exclusivos recolectores y cazadores para centrarse cada vez más en esas nuevas prácticas vinculadas a lo que en la actualidad se conoce como la agricultura y la ganadería¹³³.

De manera que, al parecer, éste sería el proceso muy lento y lleno de dificultades por medio del cual las distintas sociedades humanas comenzarían a domesticar y a transformar a las primeras variedades vegetales y animales. En este contexto, en especial sobre variedades vegetales silvestres como el trigo o la cebada, se coincide en sostener que habrían ido seleccionándose unas determinadas especies y variedades de productos en detrimento, claro está, de otras muchas especies y variedades. De forma que el hombre comenzaría a sembrar, a cultivar y a transformar por selección algunas de las plantas, las hierbas, las raíces y los arbustos comestibles. Éste lograría también domesticar y reunir en torno a sus territorios a algunas especies de animales, dependiendo en gran medida de los alimentos y la protección que estuviera en condiciones de dispensarles. De modo que el surgimiento de la agricultura y la ganadería se encontrarían relacionados de una manera muy íntima. Con lo cual, se entiende que la especie humana comenzaría así a intervenir de una forma directa y continua sobre la naturaleza exterior a él. Los distintos colectivos humanos comenzarían lo que podría entenderse como la creación de una segunda, tercera o enésima naturaleza.

Éste sería, por tanto, el lento proceso, que, claro está, poco o nada tendría de revolucionario, conocido por lo general como la primera revolución verde. Por otro lado, lo que en la actualidad se conoce con el nombre de la segunda revolución verde podría considerarse por lo general como un muy complejo proceso motivado sobre todo por la introducción de un modelo de investigación y de producción novedoso financiado en su mayor parte por distintos organismos norteamericanos entre las que podría destacarse tanto a la Fundación Rockefeller como a la Fundación Ford¹³⁴. En cualquier caso, también se afirma que las

¹³³ Cfr. Childe, V. Gordon. (1975/1936). *Los orígenes de la civilización*, Madrid, FCE, en especial, pp. 69-91 y 92-140.

¹³⁴ En el año 1943, la Fundación Rockefeller y el Ministerio de Agricultura de México financiaron un programa de investigación para la obtención de variedades de trigo de alto rendimiento productivo y capaces de resistir al hongo de la roya de los

características esenciales de la segunda revolución verde no podrían comprenderse de una manera adecuada si no se retrocediera en el tiempo hasta el periodo específico de la IIª Guerra Mundial. Pues parecía quedar claro que tras la IIª Guerra Mundial se haría explícita la necesidad creciente de producir unas cantidades muy elevadas de alimentos para intentar abastecer a las distintas poblaciones implicadas en el conflicto. De este modo, diversos colectivos sociales, políticos y económicos entendieron que lo que se requería en ese momento preciso era un nuevo modelo productivo generado con arreglo al avance tan prometedor del complejo ciencia y tecnología. Con el objetivo sustantivo de incrementar tanto la producción como la productividad de los distintos alimentos cultivados, se procedió al uso masivo de pesticidas y abonos, a una mecanización creciente de las tareas del trabajo y a un fuerte desarrollo tecnológico agroquímico y veterinario. De esta forma se subraya que pudieron incrementarse, casi de una manera exponencial, los niveles de la producción alimentaria vegetal y ganadera. De modo que el concepto de segunda revolución verde vendría a definir este nuevo modelo productivo industrial en el marco de las relaciones entre la agricultura, la ganadería y la sociedad.

En este sentido, cabe añadir que para los colectivos sociales partidarios de la nueva ingeniería genética, la segunda revolución verde representaría sólo un mero éxito temporal. Es decir, que ésta supondría sobre todo un triunfo ciertamente transitorio o momentáneo. No obstante, se precisa que la tercera revolución verde no implicaría tanto el reconocimiento de las posibles carencias del antiguo sistema de producción como el hecho de apuntar hacia una forma muy novedosa y superior de relacionarse con la naturaleza. Así, el periodo de tiempo que transcurre desde el inicio de la tercera revolución verde sería un periodo definido en gran medida por la posibilidad real de manipular genéticamente las plantas y los animales con una enorme precisión y un

tallos. En concreto, esta investigación estaría dirigida por Norman E. Borlaug, un investigador procedente de la Universidad de Minnesota, en EEUU. El resultado de este programa fue, en principio, la obtención de unas variedades muy resistentes a la roya de tallo corto y un rendimiento productivo muy alto en condiciones adecuadas de riego y abono. De hecho, el éxito del programa habría sido tan elevado que, en el año 1970, Borlaug fue galardonado con el premio Nobel de la Paz por haber contribuido de una forma tan notable y positiva a crear las condiciones científicas y técnicas necesarias para que la por entonces esperanzadora segunda revolución verde llegara a ser toda una realidad.

gran control. Para los colectivos sociales partidarios de este tipo de productos y prácticas, por tanto, la tercera revolución verde consistiría sobre todo en el amplio conjunto de posibilidades técnicas de aplicación de la nueva ingeniería genética con el fin primordial de crear unas plantas superiores o de una mayor calidad en general¹³⁵.

En concreto, se trataría de procurar obtener unas plantas más productivas y más resistentes a los herbicidas, a los insectos considerados dañinos o perjudiciales, a las enfermedades y a las condiciones ambientales más duras o adversas. En términos oficiales, se trataría de producir unos alimentos claramente superiores a los alimentos convencionales, naturales o no-transgénicos y ello, por supuesto, de una forma totalmente segura tanto para la salud humana como para el medio ambiente. La tercera revolución verde supondría, por tanto, un nuevo paso adelante en el progresivo conocimiento humano de la naturaleza vegetal. Esta nueva revolución representaría el progresivo control humano de la naturaleza exterior. Control éste que estaría posibilitado sobre todo por la constante evolución de los conocimientos científicos y técnicos. De manera que, para los agentes sociales partidarios del paradigma establecido de la nueva ingeniería genética, este nuevo conjunto de productos y de prácticas representaría únicamente un paso más en un continuo proceder. Como por ejemplo ha señalado Ramón Folch, doctor en biología y consultor en el área de desarrollo sostenible y gestión del medio ambiente para la UNESCO: «¿Por qué no íbamos a poder practicar recombinaciones genéticas, si ya las estamos practicando, a fin de cuentas, desde tiempos inmemoriales (aunque rudimentariamente)?»¹³⁶.

En este contexto, se constata con mucha frecuencia que la selección genética tradicional sería muy similar a la novedosa manipulación genética de los distintos productos vegetales y animales. Para estos grupos sociales, este hecho resultaría todavía más evidente si se tiene

¹³⁵ Uno de los investigadores españoles que de una manera más decidida habría estimado muy conveniente adoptar este tipo de terminologías es Francisco García Olmedo, un ingeniero agrónomo y catedrático de bioquímica y biología molecular en la Universidad Politécnica de Madrid. Cfr. García Olmedo, Francisco. (1998). *La tercera revolución verde. Plantas que brillan con luz propia*, Madrid, Debate, en especial, pp. 152-162.

¹³⁶ Cfr. Folch, Ramón. (2000). «Prólogo», a Riechmann, Jorge. (2000). *Cultivos y alimentos transgénicos. Una guía crítica*, Madrid, La Catarata, pp. 9-11. La cita es de la p. 11.

presente por ejemplo que la humanidad, a lo largo de las relaciones históricas que ha mantenido con la agricultura y la ganadería, habría estado interfiriendo de una manera constante y progresiva en la naturaleza exterior manipulando genéticamente las plantas y los animales en beneficio propio. Los seres humanos habrían actuado de un modo muy similar a los ingenieros genéticos desde hace varios cientos de miles de años. Pues desde tiempos casi inmemoriales se habrían manipulado los genes de los diferentes seres vivos con la finalidad de fomentar en ellos las características que a las diversas sociedades les habrían resultado más interesantes o valiosas. De forma que no existiría ningún motivo realmente objetivo o racional que justificara preocuparse de un modo especial ante los posibles riesgos adversos asociados a los distintos productos de la nueva ingeniería genética. Como por ejemplo han insistido Ramón y Calvo: «En muchos medios de comunicación podrán leer noticias alarmantes sobre el riesgo que estos alimentos pueden suponer para nuestra salud. Estos temores son comprensibles. Nos asusta lo nuevo, y nada más nuevo que los alimentos transgénicos. Pero nuestros miedos carecen de fundamento, ya que no existe ningún riesgo añadido al consumir un alimento transgénico que los propios del alimento del que proviene. En otras palabras, comer un tomate transgénico es al menos tan seguro como comernos un tomate convencional. [...] En resumen, un alimento transgénico es al menos tan seguro como el alimento del que proviene, y mucho más seguro que otros alimentos que no pasan controles tan estrictos»¹³⁷.

En consecuencia, podría decirse que para estos colectivos sociales la nueva ingeniería genética representa un paso más en la constante y progresiva domesticación de la naturaleza exterior. Esta nueva ingeniería genética representaría según autores como Callon o Latour, el paso del paradigma tradicional de la domesticación de las especies animales y de las variedades vegetales al paradigma emergente de la domesticación de los genes¹³⁸. Según ha expresado por ejemplo José

¹³⁷ Cfr. Ramón, D. y Calvo, M. D. (1997). «Reflexiones sobre los alimentos transgénicos», en *Vida Rural*, 50, pp. 28-31. La cita es de la p. 30.

¹³⁸ Cfr. Callon, Michel. (1995/1986). «Algunos elementos para una sociología de la traducción. La domesticación de las vieiras y los pescadores de la bahía de Saint Brieu», en Iranzo Amatriaín, Juan Manuel, et al. (1995). (Eds.). *Sociología de la ciencia y la tecnología*, Madrid, CSIC, pp. 259-282.

Ignacio Cubero, catedrático de genética en la Universidad de Córdoba: «La llegada de la biotecnología responde plenamente al ideal de mediados del siglo XX de la *mutación dirigida*, finalidad que la ingeniería genética logra perfectamente. Es, según se ve, la fase lógica en el desarrollo de la evolución de la mejora vegetal: 1) no utilización *por el hombre* de la reproducción sexual en plantas (hasta el S. XVIII), sólo selección; 2) utilización consciente de la reproducción sexual *combinada* con la selección (desde el S. XVIII); y 3) eliminación de la barrera del sexo, primero con mutagénesis y poliploidía y, luego, (finales del S. XX) con biotecnología»¹³⁹.

En este sentido, se sostiene que la opinión pública no debería preocuparse de una manera tan irracional e irreflexiva. Pues, en realidad, no existiría ninguna justificación plenamente racional o empírica para estar preocupados por la transferencia de genes entre las diferentes especies vegetales o animales. Porque, se añade, al fin y al cabo una modificación transgénica simple significa de hecho que el 99,9% del genoma permanece totalmente inalterado. Por lo tanto, los distintos grupos sociales no deberían inquietarse demasiado. Pues no existiría diferencia cualitativa alguna entre cruzar dos variedades de trigo o, por ejemplo, insertar genes de un pez en un tomate de mesa. Existiría así una continuidad básica y fundamental entre las biotecnologías tradicionales y la nueva ingeniería genética del ADNr. De modo que, frente al supuestamente irracional e injustificado alarmismo social promovido por algunos grupos ecologistas radicales y contestatarios, estos grupos sociales partidarios de la nueva ingeniería genética proclaman el clásico nada nuevo bajo el sol, o *nihil novum sub sole*. Como es puesto de relieve con relativa frecuencia: «Los seres humanos han practicado la ingeniería genética durante milenios, al cruzar plantas y animales con las propiedades deseadas. La biotecnología moderna es sencillamente una versión más avanzada y precisa de la práctica de agricultura estándar. Es más, si en la naturaleza todo el tiempo ocurren diversas formas de recombinación

¹³⁹ Cubero, José Ignacio. (2000). «Historia biotecnología vegetal», ponencia presentada en *I Jornadas sobre Productos Transgénicos en Agricultura*, del 13 al 15 de noviembre de 2000, pp. 7-8. Las cursivas son del autor.

genética, ¿por qué debería considerarse a la ingeniería genética moderna como una amenaza especial?»¹⁴⁰.

En esta misma línea, para los grupos sociales defensores de la nueva ingeniería genética, queda bien claro que durante siglos la humanidad habría estado introduciendo mejoras constantes en las diversas plantas cultivadas mediante los procesos de la selección genética y el cruzamiento genético. La nueva ingeniería genética vegetal consistiría sólo en una mera extensión de esta tradición humana de modificar las plantas en beneficio propio. En consecuencia, la nueva ingeniería genética no debería entenderse como una tecnología novedosa en sentido estricto. De hecho, de existir alguna diferencia sustantiva ésta consistiría en que la nueva ingeniería genética vegetal permitiría la transferencia controlada y selectiva de un gen o de un grupo bien específico de genes con sus caracteres respectivos o funciones propias deseadas. Según ha puesto de relieve la SEBIOT: «Los alimentos producidos por estas dos tecnologías [la selección y el cruzamiento] tan sólo se diferencian en la técnica genética utilizada para mejorar los organismos utilizados en la elaboración del alimento. Tradicionalmente, para la mejora genética de las especies se ha venido utilizando la variación genética natural o la generada mediante mutagénesis, y aplicando dos técnicas genéticas: el cruzamiento y la selección de individuos con los caracteres de interés en las siguientes generaciones. Recientemente, a estas dos técnicas se les ha añadido la mejora mediante ingeniería genética, que permite trabajar con genes aislados de una forma más controlada, lo que supone grandes ventajas frente a la situación tradicional en la que se manejaban los genomas completos (miles de genes) de manera poco controlada. Ahora puede controlarse y conocerse mejor la modificación genética introducida y pueden obtenerse resultados más rápidamente. Pero aún más, con la ingeniería genética pueden realizarse mejoras que antes no eran factibles, ya que ahora es posible saltar la barrera de la especie, y así, por ejemplo, los genes útiles de una fresa pueden trasladarse a una

¹⁴⁰ Cfr. Audesirk, T. y Audesirk, G. (1996). «Genética molecular y biotecnología», en Audesirk, T. y Audesirk, G. (1996). *Biología. La vida en la Tierra*, México, Prentice-Hall Hispano Americana, pp. 260-279. La cita es de la p. 275.

patata, lo que tradicionalmente era imposible ya que obviamente no podía cruzarse una fresa con una patata»¹⁴¹.

De manera que la herramienta de la nueva ingeniería genética sólo añadiría más precisión, rapidez y control a una práctica que la humanidad ya vendría realizando desde tiempos casi inmemoriales. Haciendo posible un más alto grado de precisión y control, esta nueva técnica podría permitir que los mejoradores genéticos pudieran desarrollar unas variedades vegetales con los caracteres específicos deseables y sin incorporar a aquellos otros caracteres potencialmente perjudiciales. En consecuencia, se insiste en que todo ello indicaría con mucha claridad que realmente no existiría ninguna razón fuerte para que algunos expertos en particular y el público en general se preocuparan por las posibles consecuencias humanas o ambientales adversas asociadas a la libre proliferación mundial de los OMG. Como por ejemplo han señalado Gérard Waltz y Miguel Roca, expertos al servicio de la empresa transnacional AgrEvo: «Los trabajos de investigación en el campo van acompañados de una evaluación exhaustiva de todos aquellos aspectos del proyecto relacionados con la salud y la seguridad. En efecto, se han realizado los necesarios estudios toxicológicos de posibles residuos en las cosechas, de posibles impactos sobre seres vivos representativos del medio natural y de otra índole muy diversa, con objeto de estar en condiciones de responder a esta pregunta: ¿existen riesgos para los agricultores, los consumidores de los alimentos provenientes de esas cosechas o el medio ambiente? Los estudios realizados muestran claramente que los riesgos no superan aquéllos que pueden presentar los cultivos normales que nos han venido alimentando hasta ahora, la mayoría de ellos obtenidos con las técnicas de mejora clásica»¹⁴².

II

No obstante, una gran parte de los esfuerzos de los grupos sociales detractores de la nueva ingeniería genética han estado encaminados a cuestionar el carácter supuestamente lógico, natural o determinado de las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. Para estos

¹⁴¹ SEBIOT. (2003). *Biotecnología y alimentos. Preguntas y respuestas*, Madrid, Artes Gráficas G3, p. 7. Los corchetes son añadidos.

¹⁴² Waltz, G. y Roca, M. (1997). «La biotecnología aplicada a los cultivos», en *Vida Rural*, 50, p. 34.

colectivos sociales, por ejemplo, el concepto de segunda revolución verde debería emplearse sobre todo para referirse, por un lado, a diversas variedades de cultivo supuestamente muy productivas y rentables, como en los casos del trigo, el arroz o el maíz, y, por otro lado, al conjunto de los fertilizantes, los herbicidas, los insecticidas y los sistemas de riego asociados a estos mismos cultivos. De modo que sostener que la segunda revolución verde fue la respuesta poco menos que filantrópica, solidaria o altruista del complejo ciencia y tecnológica a las necesidades sociales más urgentes surgidas tras la IIª Guerra Mundial representaría una clara y absoluta tergiversación de la realidad. Pues aunque la segunda revolución verde supondría algo así como un segundo salto cualitativo en la historia de las relaciones entre la agricultura, la ganadería y la sociedad, esta segunda ruptura habría consistido en gran medida en una campaña masiva de persuasión impulsada sobre todo por los intereses económicos de algunas empresas transnacionales y de algunos de los gobiernos occidentales con el norteamericano al frente.

De esta manera, la segunda revolución verde pudo implicar algunos beneficios relevantes pero también toda una serie de consecuencias muy perjudiciales y escasamente explicitadas. Por ejemplo, las nuevas semillas serían más exigentes que las semillas tradicionales. Pues éstas absorberían una cantidad mayor de agua y de fertilizantes. De forma que si estas semillas no se trataran de una manera especial las respectivas cosechas podrían llegar a ser muy pobres. De igual modo, se denuncia que si no se poseyeran unas grandes extensiones de terreno difícilmente podría pensarse en utilizar los necesarios equipos de maquinaria pesada para la siembra, el riego, el fumigado o la cosecha de los distintos cultivos. Por otro lado, se afirma que los pesticidas serían muy caros para la mayor parte de los agricultores y los ganaderos de los países menos industrializados y, además, que éstos se mostrarían potencialmente tóxicos para las personas, los insectos útiles y el medio ambiente en general¹⁴³.

En este contexto, la segunda revolución verde supondría el reemplazo de una multitud de cultivos locales o indígenas por unas pocas variedades vegetales muchas veces traídas de otros territorios. De

¹⁴³ Cfr. Shiva, Vandana. (1991). *The Violence of the Green Revolution*, Pennag, Red del Tercer Mundo.

forma que la tendencia al monocultivo crearía unos ecosistemas simplificados, inestables y muy sujetos a las enfermedades y las plagas. Esta importante transformación implicaría, por tanto, un posible rendimiento económico muy alto de los nuevos productos a corto plazo pero también acarrearía el surgimiento y la consolidación de sólidas dependencias económicas de las comunidades locales en relación con los costosos insumos de fertilizantes y pesticidas químicos vinculados a este nuevo modelo de producción industrial. Por ello, el resultado neto de la simplificación de la biodiversidad para los propósitos agrícolas sería la creación de un ecosistema artificial que requeriría una constante y progresiva intervención humana. La situación general, por tanto, se traduciría a medio y a largo plazo en unas pérdidas enormes tanto para las comunidades locales como para el medio ambiente. De hecho, se critica que muchas de las variedades tradicionales cultivadas podrían haberse perdido para siempre. En consecuencia, se sostiene que si estos problemas son ciertamente graves, más graves se tornarían todavía cuando se advierte que éstos difícilmente podrán ser corregidos o subsanados¹⁴⁴.

De manera similar, para los colectivos sociales detractores de la libre proliferación mundial de los OMG, los productos obtenidos por medio de la nueva ingeniería genética entrañarían toda una serie de costes y riesgos particulares. Conjunto de costes y riesgos particulares que siempre debería ser seriamente evaluado y valorado en relación con las hipotéticas aportaciones positivas respectivas. De forma que los productos de la nueva ingeniería genética no deberían concebirse tanto como un conjunto de productos inherentemente beneficiosos o positivos sino como un conjunto de productos que entrañarían importantes perjuicios, ambivalencias e incertidumbres tanto sociales como ambientales que siempre deberían ser rigurosamente estudiados, evaluados y gestionados¹⁴⁵.

¹⁴⁴ Como se habría indicado en un Informe de la FAO, realizado en el año 1996, la causa principal de la erosión genética de las plantas cultivadas en 154 países habría apuntado, en más de 80 de estos países, al reemplazo de las variedades locales. Cfr. Spinney, Laura. (1998). «Biotechnology in Crops. Issues for the Developing World», en *Research Paper Compiled for Oxfam GB*, mayo de 1998.

¹⁴⁵ Cfr. Rifkin, Jeremy. (1999/1998). *El siglo de la biotecnología*, Barcelona, Paidós, por ejemplo, pp. 19-49; Rifkin, Jeremy. (2001). «El lado oscuro de la revolución genética», en *El País*, a 6 de octubre de 2001.

De igual modo, se pone de manifiesto que la tercera revolución verde no supondría la consecuencia lógica, natural o determinada del progresivo dominio y sometimiento de la naturaleza exterior. De esta forma, esta tercera revolución no sería el mero resultado de un conocimiento científico y técnico realmente desinteresado y avalorativo. En cambio, esta nueva forma de relacionarse con la naturaleza y con las sociedades en general habría estado protagonizada por los intereses económicos particulares de determinadas compañías empresariales. Por consiguiente, se denuncia que esta tercera revolución verde no podría entenderse al margen de la economía de libre mercado y del respectivo imperativo de la búsqueda constante, y muchas veces a toda costa, de la exclusiva rentabilidad económica de las plantas, los animales y, en último término, las propias personas. Con lo cual, para estos grupos críticos quedaría claro que lo que estas grandes empresas transnacionales buscan no son tanto unos productos de una mayor calidad genérica sino más bien unos productos de una mayor rentabilidad económica. De manera que los supuestos avances científicos y tecnológicos no serían fruto de una actividad claramente desinteresada y avalorativa. Pues estos supuestos avances no beneficiarían de una manera muy significativa a los grupos sociales más desfavorecidos del planeta sino, sobre todo, a un grupo muy reducido de empresarios que tienen en propiedad las acciones en bolsa de las compañías transnacionales del sector agroalimentario¹⁴⁶.

¹⁴⁶ El propio Príncipe de Gales también se habría pronunciado en público sobre este tipo de cuestiones y problemas. Según habría declarado éste: «Siempre he creído que la agricultura debe realizarse en armonía con la naturaleza, reconociendo que hay límites naturales a nuestras ambiciones. [...] Creo que esta clase de modificación genética lleva a la humanidad a campos que pertenecen a Dios, y sólo a Dios. Aparte de ciertas aplicaciones médicas altamente específicas y beneficiosas, ¿tenemos derecho a experimentar y comerciar con los elementos básicos de la vida? Vivimos en una era de derechos —me parece que es hora de que nuestro Creador tenga también algunos derechos». Cfr. Príncipe de Gales, S. M. (1998). «Semillas del desastre», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, pp. 6-7. La cita es de la p. 6. En respuesta a estas manifestaciones críticas, la empresa transnacional Monsanto habría señalado lo siguiente: «Aunque [el Príncipe de Gales] es un hombre inteligente y perfectamente capaz de decidir si desea comer esos alimentos [...] *este campo es competencia de las agencias reguladoras*». La cita se ha tomado del trabajo: Goldsmith, Zac. (1998). «¿Ecoguerrilleros o vándalos? ¿Quiénes son los auténticos terroristas?», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can*

En consecuencia, para los grupos sociales detractores de la nueva ingeniería genética los argumentos científicos y técnicos por medio de los cuales se pretendería legitimar determinadas prácticas sociales, políticas o económicas resultarían del todo ajenos al verdadero o auténtico conocimiento científico y técnico. Porque, para empezar, la manipulación genética de las plantas o los animales sería totalmente diferente a los procesos tradicionales de selección y cruzamiento genético. Es decir, que las prácticas tradicionales que se habrían empleado de una manera muy habitual para la mejora de las plantas y los animales no obedecerían propiamente al concepto de manipulación genética sino a los procesos de selección y cruzamiento genético. Por tanto, los esfuerzos destinados sobre todo a consolidar la idea de que la nueva ingeniería genética constituye sólo una mera extensión de las prácticas fitomejoradoras tradicionales, representarían el intento constante de ocultar el hecho científicamente incuestionable de que las actuales técnicas recombinantes entrañarían todo un potencial de riesgos en gran medida novedosos y, por tanto, desconocidos. Con lo cual, según estos colectivos sociales críticos, las técnicas actuales de la ingeniería genética serían realmente novedosas y cualitativamente diferentes en relación con las prácticas biotecnológicas tradicionales de selección y cruzamiento genético¹⁴⁷.

En esta misma línea, por un lado, la industria y los expertos de la nueva ingeniería genética dicen ampararse en las investigaciones científicas más racionales y objetivas cuando reclaman los respectivos derechos de propiedad intelectual para sus creaciones e invenciones. De este modo, por ejemplo, se sostiene que los alimentos transgénicos serían unos organismos realmente novedosos y diferenciados que no existirían en la naturaleza sino que habrían sido claramente generados como resultado del trabajo intenso de los respectivos hombres de laboratorio. Sin embargo, por otro lado, los expertos y los grupos sociales detractores de los alimentos transgénicos no alcanzarían a

We Survive Genetic Engineering?, vol. 28, nº 5, pp. 62-65, en particular, p. 64. Los corchetes son añadidos, pero las cursivas son del original.

¹⁴⁷ Cfr. Khor, Martin, et al. (1995). «La manipulación de las percepciones a través del lenguaje», en Khor, Martin, et al. (1995). *La necesidad de mayor reglamentación y control sobre la ingeniería genética. Declaración de científicos preocupados por las tendencias actuales en la nueva biotecnología*, Jutaprint, Penang (Malasya), Red del Tercer Mundo, en especial, p. 14.

comprender y explicar, cuando menos desde un punto de vista exclusivamente lógico o racional, por qué estos mismos especialistas y esta misma industria se molestarían tanto cuando se dice en público que los alimentos transgénicos serían unos organismos realmente novedosos y diferenciados que, por tanto, podrían acarrear unos riesgos de igual modo novedosos, desconocidos y, por tanto, preocupantes. Como por ejemplo ha señalado Vandana Shiva: «Cuando se reclaman derechos de propiedad sobre organismos vivos, el fundamento es que éstos son nuevos, novedosos, y que no se dan en la naturaleza. Pero cuando de lo que se trata es de asumir responsabilidades por las consecuencias de liberar organismos modificados genéticamente (OMG), resulta que, de pronto, estos organismos vivos ya no son nuevos. Son naturales, y por tanto su liberación no entraña riesgos. [De este modo] las cuestiones de bioseguridad se intentan soslayar. Así, cuando de lo que se trata es de adueñarse de los organismos biológicos, se pretende [hacer creer] que no son naturales; pero cuando los ecologistas piden cuentas por las repercusiones ecológicas de la liberación de los OMG, los mismos organismos se convierten en algo completamente natural. Este vaivén de la noción de natural demuestra que la ciencia, a pesar de afirmar la máxima objetividad, en realidad es muy subjetiva y oportunista en su tratamiento de la naturaleza»¹⁴⁸.

En cualquier caso, para éstos quedaría claro que las técnicas de la nueva ingeniería genética serían algo bien diferente de lo que los grupos sociales partidarios de este tipo de productos y prácticas acostumbran a defender en público. De este modo, si bien resulta cierto que el hombre siempre habría incidido en la evolución natural de las especies y las variedades animales y vegetales, bien sea por selección o por cruzamiento genético, de igual modo sería cierto que siempre se habrían respetado las barreras naturales que existirían entre las diferentes especies y variedades. Es decir, que siempre se habrían respetado las barreras biológicas que de una manera natural, por un lado, impedirían el cruce entre los ejemplares o los individuos de unas poblaciones realmente diferentes y, por otro lado, habrían hecho que

¹⁴⁸ Shiva, Vandana. (2001/1997). *Biopiratería. El saqueo de la naturaleza y del conocimiento*, Barcelona, Icaria Antrazyt, pp. 42-43. Los corchetes son añadidos. Consúltese de igual modo el trabajo: Iranzo Amatriaín, Juan Manuel. (2002). «Un error cultural situado. La dicotomía naturaleza/sociedad», en *Política y Sociedad*, vol. 39, nº 3, pp. 615-625.

estas mismas especies evolucionaran de una manera relativamente aislada e independiente a lo largo de toda la historia natural. Como por ejemplo ha puesto de relieve Francisco Javier Garrido, profesor de ecología humana en la Facultad de Ciencias Políticas y Sociología de la Universidad Complutense de Madrid: «Frente a quienes sostienen que se trata simplemente de un cambio de grado, de un avance en el proceso de hibridación de animales y plantas que se viene realizando desde hace más de 10.000 años, es preciso destacar que tales prácticas tradicionales están restringidas por la separación natural de las especies, por unas limitaciones naturales estrictas que se basan en la diferenciación de especies. La ingeniería genética supera estas limitaciones, sobrepasa los mecanismos naturales de evolución»¹⁴⁹.

De modo que, frente a los métodos tradicionales de selección y cruzamiento genético, estas novedosas prácticas permitirían vulnerar las barreras naturales que al parecer existirían entre las diversas especies para así mezclar el patrimonio genético de individuos y especies biológicamente muy alejados entre sí. Se denuncia así que la manipulación genética saltaría por encima de estas barreras biológicas que separarían claramente a las distintas especies. Pues ésta tendría lugar al margen de los mecanismos que definirían la evolución natural de los organismos. De igual modo, se critica que este tipo de prácticas intervendría en las interacciones genéticas de los organismos de una forma hasta ahora totalmente novedosa, desconocida y, por lo tanto, preocupante. En opinión de Jorge Riechmann: «*Nunca se insistirá lo suficiente en el salto cualitativo que supone pasar de las biotecnologías tradicionales a la manipulación genética: estamos haciendo cosas nuevas con técnicas que antes nunca estuvieron a nuestro alcance. Aunque los seres humanos hemos modificado activamente la naturaleza durante milenios, nunca antes estuvieron a nuestra disposición herramientas para rediseñar la naturaleza con la velocidad y la profundidad que permiten las biotecnologías modernas. Por eso, afirmar —como se repite machaconamente en la propaganda de las transnacionales del sector o de los propagandistas de sus intereses— que no hay de qué preocuparse porque no existen diferencias entre cruzar dos variedades de trigo e insertar en un tomate genes de un pez,*

¹⁴⁹ Cfr. Garrido, Francisco Javier. (2002). «Biotecnología, S. A. Una aproximación sociológica», en *Política y Sociedad*, vol. 39, núm. 3, pp. 641-659. La cita es de la p. 644.

ya que todos somos transgénicos y hemos comido genes desde siempre, es confundir intencionadamente a la gente»¹⁵⁰.

De manera que, según estos colectivos sociales, en la naturaleza la diversidad genética se comportaría siempre de acuerdo con ciertas reglas y límites. Por este motivo, por ejemplo, se señala que una rosa podría cruzarse con otro tipo diferente de rosa, pero difícilmente una rosa podría cruzarse con un roble, con un animal de granja o con un ser humano. De modo que, entre las biotecnologías tradicionales de selección y cruzamiento genético y las prácticas de la nueva ingeniería genética sí existiría una discontinuidad cualitativa muy importante, arriesgada y, por tanto, preocupante. Como por ejemplo ha insistido Jorge Riechmann: «*Estamos haciendo cosas nuevas con técnicas que antes nunca estuvieron a nuestro alcance: pisamos terreno nuevo, y las posibilidades y riesgos que surgen son también inéditos en la historia humana*»¹⁵¹.

III

Llegados a este punto, pasaré ahora a las conclusiones. Como he mostrado en este apartado, el relato de los múltiples acontecimientos difícilmente podría entenderse como un relato inocente e inofensivo del tipo así fueron las cosas y así se las hemos contado. De una manera bien diferente, cabe interpretar que estos dos relatos históricos y sociales alternativos irían de la mano de un conjunto de supuestos, estrategias e implicaciones más o menos interesadas y valorativas que por lo general no acostumbran a ser explicitados en la plaza pública. Por un lado, existe el relato más habitual según el cual la nueva ingeniería genética representaría sólo un paso más en la progresiva y constante domesticación de los genes, las especies y la naturaleza que, por lo tanto, no demandaría unas prácticas de regulación política específicas o diferenciadas. Por otro lado, en cambio, está el relato alternativo en virtud del cual la nueva ingeniería genética representaría más bien un salto cualitativo en nuestra forma de relacionarnos con la naturaleza que sí requeriría de unas prácticas de regulación política bien diferenciadas.

¹⁵⁰ Riechmann, Jorge. (2000). *Cultivos y alimentos transgénicos. Una guía crítica*, Madrid, La Catarata, p. 56. Las cursivas son del autor.

¹⁵¹ Riechmann, Jorge. (2002). *Qué son los alimentos transgénicos*, Barcelona, RBA-Integral, p. 18. Las cursivas son del autor.

De modo que para los grupos sociales partidarios de los alimentos transgénicos, estas novedosas técnicas de producción de alimentos deberían ser socialmente asumidas, debido en gran medida a que éstas serían el resultado infranqueable del constante y progresivo desarrollo científico y tecnológico. Se estaría en presencia de la metáfora del imperativo científico y tecnológico en virtud de la cual queda implícito que lo que puede hacerse debe hacerse y será hecho. Los alimentos transgénicos son científica y técnicamente posibles y, por lo tanto, todo lo que es científica y técnicamente posible será, más tarde o más temprano, transformado en una realidad irresistible. De forma que la consolidación mundial de los productos transgénicos sería sólo una mera cuestión de tiempo. De nada serviría, pues, una momentánea resistencia social o política, alentada por el miedo supuestamente irracional e injustificado ante el cambio, la novedad o el progreso, si el destino científico y tecnológico que rige el acontecer humano ya se encuentra determinado¹⁵².

Con lo cual, cabe interpretar que la consolidación mundial de la tercera revolución verde, lo mismo que las otras dos revoluciones verdes precedentes, sería tan necesaria como histórica y socialmente inevitable o irremediable. De forma que uno de los supuestos principales de esta opción teórica e interpretativa, como por ejemplo ha señalado Iranzo Amatriaín, sería que el devenir de la historia sólo podría suceder de una manera y que existirían objetos sacros cuya fabricación o descubrimiento determinaría casi totalmente el futuro del acontecer humano¹⁵³.

El discurso principal adoptado de un modo más o menos deliberado o estratégico por los colectivos sociales detractores de los productos de

¹⁵² Cfr. Winner, Langdon. (1979/1977). *Tecnología autónoma*, Barcelona, Gustavo Gili; Sanmartín, José. (1990). «La ciencia descubre. La industria aplica. El hombre se conforma». Imperativo tecnológico y diseño social», en Medina, M. y Sanmartín, J. (Eds.). (1990). *Ciencia, tecnología y sociedad. Estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública*, Barcelona, Anthropos, pp. 168-180; Lizcano Fernández, Emmánuel. (1996). «La construcción retórica de la imagen pública de la tecnociencia. Impactos, invasiones y otras metáforas», en *Política y Sociedad*, 23, pp. 137-146.

¹⁵³ Cfr. Iranzo Amatriaín, Juan Manuel. (2001). «Una revolución tecnológica sin transformación social», en *IV Encuentro de Teoría Sociológica*, Oviedo, en especial, p. 18 [Este texto se encuentra también en el trabajo: García Blanco, J. M^a. y Navarro Sustaeta, P. (2002). (Eds.). *¿Más allá de la modernidad?*, Madrid, CIS, pp. 549-576].

la nueva ingeniería genética sería bien diferente del que acabo de exponer en el párrafo anterior. Para estos grupos, el futuro no estaría fatalmente determinado por los diversos objetos del mundo de la ciencia y la tecnología sino que sería algo que siempre quedaría si no por inventar o construir en sentido total, sí cuando menos por reinventar, reconstruir o reconducir por los diversos actores sociales implicados en cada situación espacial y temporal específica. En esta misma línea, sostener, como sostienen los agentes sociales partidarios del paradigma establecido de la nueva ingeniería genética, que las sociedades actuales estarían poco menos que abocadas, condenadas o determinadas a realizar todo aquello que es científica y técnicamente posible parecería ser no sólo una clara falsedad histórica y social sino, sobre todo y antes de nada, un argumento y una posición de muy difícil justificación política. En consecuencia, la meta de este tipo de estrategias sociales erigidas con arreglo al discurso de lo histórica y socialmente infranqueable o irresistible consistiría en procurar sortear otro tipo de requisitos fundamentales referidos sobre todo a los imperativos de la legitimidad y de la democracia representativa.

De forma que, por resumir y analizar dos de las estrategias discursivas más habituales, defender la tesis del determinismo científico y tecnológico implica poco menos que negar toda posible incidencia de los llamados factores sociales en la configuración interna de ese mismo complejo científico y tecnológico. De manera inversa, tomar por cierta o válida la tesis del determinismo social de los hechos científicos y los artefactos tecnológicos supone negar toda posible incidencia del complejo ciencia y tecnología en relación con el condicionamiento de esos mismos factores sociales. Sin embargo, en virtud de las aporías que puedan presentar ambos modelos de análisis, de igual modo duros, fatales o deterministas, bien sea el modelo del determinismo científico y tecnológico, bien sea el modelo del determinismo social, considero que siempre existe la posibilidad de optar por el discurso más prudente, moderado y quizá plausible de las alternativas y de los procesos de interconexión. Pues queda claro que entre un extremo, el del reino del determinismo y la necesidad, y otro extremo, el de un mundo fruto en exclusiva de la voluntad humana y de

la libre toma de decisiones particulares, siempre pueden adivinarse toda una infinidad de tonos grises y de procesos de interdependencia¹⁵⁴.

De este modo, resulta por ejemplo que diversos grupos sociales detractores de la nueva ingeniería genética pretenden poner de relieve que siempre serían las personas concretas en general las que comandan o reorientan, más que determinan de un modo poco menos que absoluto, los distintos procesos del desarrollo, la evaluación y el comercio de los productos y los artefactos del complejo ciencia y tecnología. En relación con este caso concreto, por ejemplo, algunos colectivos sostienen que la tercera revolución verde ya estaría, por así decir, delante de nuestros ojos. Empero, estos mismos colectivos afirman que esta etapa revolucionaria específica no debería identificarse tanto con el paradigma establecido de la nueva ingeniería genética sino más bien con el paradigma emergente de lo que podría acordarse en llamar una nueva ecología genética. En este sentido, una de las cuestiones más complejas y controvertidas consiste en si, en efecto, los productos obtenidos por medio de la nueva ingeniería genética representan o no un avance científico y técnico real, auténtico o verdadero. De forma que una de las cuestiones quizá más sustantivas se remonta, una vez más, a la discusión que considero ciertamente medular sobre hasta qué punto los distintos productos transgénicos representarían o bien una mejora genética o bien una degradación genética de las diversas especies vegetales y animales. De lo que se trata aquí es, en suma, de procurar comprender y explicar desde el punto de vista de la sociología la capacidad humana para estabilizar o consensuar de una forma más o menos racional y objetiva si los alimentos transgénicos representan o bien una revolución en positivo o bien una revolución degradante¹⁵⁵.

En tercer lugar, quisiera poner de relieve cómo cada uno de estos dos discursos interpretativos alternativos fomentaría o legitimaría determinadas posiciones y cursos de acción. La primera estrategia interpretativa se sirve sobre todo, como he señalado, del discurso de lo científica y técnicamente determinado y, por tanto, de lo histórica y

¹⁵⁴ Cfr. Smith, M. R. y Marx, L. (1996/1994). (Eds.). *Historia y determinismo tecnológico*, Madrid, Alianza, en especial, pp. 11-17.

¹⁵⁵ Cfr. Encyclopédie des Nuisances. (2000/1999). *Observaciones sobre la agricultura genéticamente modificada y la degradación de las especies*, Barcelona, Alikornio, por ejemplo, pp. 71-99.

socialmente inevitable o irresistible. La segunda estrategia interpretativa se sirve, en cambio, del discurso de lo histórica y socialmente determinado y, por tanto, de lo científica y técnicamente franqueable y maleable. En consecuencia, esta flexibilidad interpretativa fundamental dejaría en claro hasta qué punto ninguno de estos dos relatos históricos y sociales alternativos representan la forma correcta de narrar los acontecimientos reales, es decir, la forma desinteresada y avalorativa de narrar lo sucedido y de, en cierto modo, predisponer lo por suceder. De forma que la historia real es así desplazada en parte por la interpretación narrativa de la historia real, proceso interpretativo éste que siempre es histórica y socialmente posibilitado y condicionado. De modo que todo indicaría que no existiría algo así como una forma verdadera o correcta de contar la historia real de las relaciones entre la ciencia, la tecnología, la sociedad y la naturaleza. Pues, sépanlo o no los distintos actores sociales implicados en esta controversia y actúen o no en consecuencia, cada una de estas dos opciones narrativas posibilitarían o justificarían determinadas posiciones y cursos de acción específicos.

En cualquier caso y relativamente al margen del análisis de estas estrategias discursivas, en este apartado he mostrado lo poco acertado de la hipótesis teórica habitual que afirma que, por un lado, la mayoría de los científicos y técnicos expertos partidarios del paradigma establecido de la nueva ingeniería genética serían un grupo de personas del todo incapaces de reconocer que estas nuevas técnicas implicarían una serie de riesgos añadidos o específicos o que, por otro lado y en un sentido inverso, la mayoría de los especialistas detractores de los productos transgénicos serían unas personas lúcidas e inteligentes en grado extremo que estarían realmente capacitadas en exclusiva para acceder a este tipo de conocimientos. De manera bien diferente, considero que la más que probable vigente situación de incertidumbre científica indica que en ningún caso se trataría de procurar diferenciar con cierta precisión entre las personas más o menos inteligentes o competentes, o entre los argumentos más o menos racionales o consecuencia inequívoca de los intereses o los valores aparentemente extracientíficos o no-epistémicos. De hecho, me gustaría concluir este apartado poniendo de relieve por ejemplo cómo la negativa firme de los grupos sociales partidarios del paradigma dominante de la nueva ingeniería genética a reconocer los posibles riesgos añadidos o específicos derivados de pasar por alto las llamadas barreras biológicas

o naturales que existirían entre las diferentes especies vegetales y animales resulta una actitud que difícilmente puede llegar a comprenderse y explicarse en términos, en principio, exclusivamente racionales o empíricos.

9. La polémica sobre qué son y cómo se comportan los genes

Cerraré este capítulo con la exposición y el análisis de la polémica científica y técnica medular en torno a qué se supone que son los genes. En este apartado, por tanto, me interrogaré de una manera principal sobre qué se supone que son los genes y sobre qué tipo de comportamiento específico debería atribuirse a estos mismos genes. Pues, como ya se ha señalado, si la materia prima principal de la revolución industrial pudo ser el petróleo, una de las materias primas más importantes de la llamada tercera revolución verde podrían ser los genes¹⁵⁶. No obstante, debe quedar claro que la discusión científica y técnica más importante que se esfuerzan en procurar resolver los distintos especialistas y expertos implicados consiste en gran medida en procurar dilucidar tanto la definición correcta de los mismos genes como la definición correcta de su posible interacción con el entorno intracelular y extracelular.

De forma que mi propuesta analítica pone de relieve que este forcejeo científico y técnico particular radicaría sobre todo en consensuar de un modo dialogado si, por un lado, los genes son unas entidades muy estables que actúan de una manera relativamente aislada y predecible o si, por el contrario, los genes son unas entidades muy abiertas y flexibles que interactúan de una manera compleja y constante tanto entre sí mismas como con el entorno ambiental en general. La labor principal consiste en mostrar hasta qué punto las múltiples controversias científicas y técnicas particulares en torno al conocimiento y la evaluación de las posibles consecuencias humanas y ambientales adversas derivadas de la libre proliferación mundial de los productos transgénicos germinarían y se consolidarían con arreglo a la discusión científica y técnica particular acerca de qué tipo de aliado se supone que es un gen.

¹⁵⁶ Cfr. Rifkin, Jeremy. (1999/1998). *El siglo de la biotecnología*, Barcelona, Paidós, por ejemplo, pp. 145-167.

En consecuencia, la existencia de esta disputa teórica específica no debería sorprender en exceso. Pues si hasta ahora he descrito y analizado las discusiones particulares más tensas e importantes sobre la sociedad, la política y la economía y sobre la ciencia y la tecnología en torno a la libre proliferación mundial de los OMG, resulta un hecho bien significativo y relevante que, como mostraré a continuación, el propio concepto de gen no sería de momento una categoría científica y técnica muy nítida, cerrada o consolidada sino más bien una categoría incierta y líquida todavía sin solidificar o estabilizar, como por ejemplo dirían autores como Callon o Latour¹⁵⁷.

Lo que realmente estaría en juego, en suma, no sería tanto la mera identidad científica y técnica de los propios genes o de los propios organismos transgénicos sino también, antes y sobre todo, como por ejemplo cabría decir de acuerdo con Bourdieu, la identidad estática y dinámica de todos aquellos científicos y técnicos expertos en particular y de todos aquellos actores sociales, políticos y económicos en general que interactúan, negocian y forcejean en el muchas veces tenso espacio de la sociedad, la política y la economía para apoderarse del monopolio de las representaciones científicas y técnicas legítimas tanto de la evaluación de las posibles consecuencias humanas y ambientales adversas derivadas de los distintos alimentos transgénicos como del mundo social y natural del que todo y todos formamos parte¹⁵⁸.

I

De acuerdo con la terminología movilizada por Kuhn, cabe subrayar que en los diversos textos de iniciación al paradigma hegemónico de la nueva ingeniería genética se sostiene por ejemplo que el código genético estaría inserto en unas estructuras que se hallarían en el interior de los núcleos de las células. Se indica así que estas estructuras se llaman cromosomas y que éstas estarían compuestas

¹⁵⁷ Cfr. Callon, Michel. (1995/1986). «Algunos elementos para una sociología de la traducción. La domesticación de las vieiras y los pescadores de la bahía de Saint Brieu», en Iranzo Amatriaín, Juan Manuel, et al. (1995). (Eds.). *Sociología de la ciencia y la tecnología*, Madrid, CSIC, pp. 259-282; Charvolin, F. y Schwartz, C. (1996). «¿Una liberación peligrosa?», en Theys, J. y Kalaora, B. (1996/1992). (Eds.). *La Tierra ultrajada. Los expertos son formales*, México, FCE, pp. 85-90.

¹⁵⁸ Cfr. Bourdieu, Pierre. (2003/2001). *El oficio de científico. Ciencia de la ciencia y reflexividad*, Barcelona, Anagrama, por ejemplo, pp. 197-198.

básicamente por largas cadenas de ADN. Como se ilustra en estos manuales, pues, el ADN tendría el aspecto de una doble hélice enrollada en forma de espiral. De manera que los eslabones de la espiral de ADN estarían formados por cuatro pequeñas moléculas llamadas nucleótidos. Estas moléculas serían de cuatro tipos, esto es, adenina, guanina, citosina y timina. De modo que el ADNr sería una secuencia nueva de ADN que habría sido creada por la unión en laboratorio de porciones de ADN con orígenes diferentes. Con lo cual, se pone de relieve que un OMG sería aquel organismo cuyo material genético habría sido modificado de una forma artificial insertándole ADN de otro u otros organismos diferentes. En consecuencia, un OMG sería aquel organismo cuyo material genético habría sido modificado de una manera que no se produce nunca con arreglo a las formas tradicionales de selección o cruzamiento genético.

Oficialmente, podría decirse que las investigaciones con ADNr se iniciaron como consecuencia de dos episodios ciertamente importantes. Por un lado, en el año 1970 se produjo el descubrimiento de las conocidas como las enzimas de restricción. Estas enzimas serían parte de la defensa de las bacterias contra unos virus que las atacarían y que son conocidos por lo general como bacteriófagos. Las enzimas de restricción actuarían a modo de tijeras moleculares cortando el ADN del virus en trozos antes de su replicación dentro de la bacteria y, por tanto, impidiendo su multiplicación. Lo realmente interesante desde el punto de vista de la nueva ingeniería genética sería que, al parecer, cada enzima de restricción casi siempre cortaría por el mismo lugar en una molécula de ADN. Por otro lado, en 1973 se produjo el primer experimento de inserción de genes como consecuencia del desarrollo de la habilidad para el aislamiento de éstos.

En este contexto, por tanto, podría sostenerse que las nuevas técnicas del ADNr permiten la incorporación en los organismos progenitores de diversos segmentos de ADN foráneo. Para realizar esto, lo primero que debería hacerse es cortar un gen y extraerlo de un cromosoma. En segundo lugar, deberían hacerse las copias respectivas de ese mismo gen. Por último, en tercer lugar, debería introducirse ese gen concreto en el cromosoma de un nuevo organismo. La nueva ingeniería genética haría referencia, por tanto, al conjunto de las técnicas y los métodos que se utilizarían para construir las distintas moléculas de ADNr para luego introducir éstas en el interior de las células receptoras. Como he señalado, el proceso de transferencia de

los genes se compondría de dos fases principales. La primera fase, realizada en tubos de ensayo, consiste en la extracción de un segmento de ADN perteneciente a las células de un organismo donante. De lo que se trata en esta fase primera es de tomar el segmento de un gen de una cadena de ADN utilizando unas enzimas específicas a modo de tijeras moleculares para así cortar en los lugares precisos de la cadena de ADN. Con posterioridad, se procede a la construcción de una molécula portadora, un vector, que contiene el gen que interesa. La segunda fase consiste en implantar el vector, que normalmente son plásmidos o virus, en el interior del organismo receptor. El especialista utiliza en este caso las mencionadas tijeras moleculares para abrir un espacio en el vector que va a utilizar para introducir el gen de interés en la célula. Debido a que los extremos cortados son químicamente adherentes, tanto en el plásmido como en el segmento de gen, estos extremos se unen formando un nuevo plásmido que contiene el nuevo gen. Para completar el complejo proceso, los científicos y técnicos utilizan otra enzima para asegurar que el nuevo gen quede fijado en el lugar deseado.

De forma que lo realmente significativo del hecho de que los productos transgénicos sean unos organismos que contienen genes que han sido extraídos de unos organismos diferentes mediante la utilización de este tipo de mecanismos totalmente artificiales consistiría en que estos procedimientos pueden llevarse a cabo tanto entre unas plantas de especies biológicamente no relacionadas como entre un micro-organismo, una planta o cualquier animal. Dicho en otras palabras, lo realmente significativo o relevante de las nuevas técnicas del ADNr sería que con este tipo de técnicas se habrían roto las barreras naturales para la reproducción de los diversos seres vivos. Pues en condiciones naturales sólo sería posible la selección o el cruzamiento genético de las plantas o los animales pertenecientes a una misma especie. Sin embargo, cabe recordar que los grupos sociales partidarios de la libre proliferación mundial de los productos transgénicos sostienen en público que las técnicas de la nueva ingeniería genética que habrían culminado de una manera muy exitosa en la domesticación del gen en modo alguno se opondrían a las leyes de la naturaleza¹⁵⁹.

¹⁵⁹ Cfr. Callon, Michel. (1995/1986). «Algunos elementos para una sociología de la traducción. La domesticación de las vieiras y los pescadores de la bahía de Saint

En este sentido, como por ejemplo ha señalado la propia SEBIOT: «La ingeniería genética es un conjunto de técnicas que permiten alterar las características de un organismo mediante la modificación dirigida y controlada de su genoma, añadiendo, eliminando o modificando alguno de sus genes. Así, entre otras aplicaciones, la ingeniería genética permite eliminar una característica indeseable de un organismo (por ejemplo, la producción de una toxina) anulando el gen correspondiente de ese organismo. Igualmente permite introducir una nueva característica en una especie (por ejemplo, la resistencia a un insecto) copiando el gen correspondiente de una especie resistente a ese insecto e introduciéndolo en el genoma de la especie susceptible. Gracias a la universalidad del código genético, la ingeniería genética puede utilizar la información existente en todos los seres vivos. El intercambio de información genética entre distintos seres vivos no es una invención humana y ocurre con cierta frecuencia entre micro-organismos (por ejemplo bacterias) en la naturaleza. De hecho, la ingeniería genética se basa en mecanismos que operan normalmente en la naturaleza»¹⁶⁰.

De esta forma, buena parte de los expertos partidarios de la nueva ingeniería genética argumentan que no sería cierto que, como sostienen algunos expertos y colectivos sociales detractores, el hecho de saltarse las barreras naturales que existirían entre las distintas especies animales y vegetales implicaría de una forma casi necesaria el surgimiento de posibles riesgos humanos o ambientales adversos y específicos. Pues estos mismos especialistas sostienen que todos los seres vivos que habitan en el planeta participarían de un mismo patrimonio genético fundamental. En opinión por ejemplo de José Ignacio Cubero, catedrático de genética en la Universidad de Córdoba: «La biotecnología representa un paso más en la mejora: la *domesticación del gen*, que termina, por ahora, el proceso de domesticación de especies y de variedades que comenzó con el nacimiento de la primera agricultura. Domesticación del gen que tiene dos interesantes repercusiones conceptuales: una, que desde el momento en que una bacteria es capaz de interpretar correctamente un gen humano y una planta de algodón el de una bacteria, se demuestra experimental y

Brieuc», en Iranzo Amatriáin, Juan Manuel, et al. (1995). (Eds.). *Sociología de la ciencia y la tecnología*, Madrid, CSIC, pp. 259-282.

¹⁶⁰ SEBIOT. (2000). *Plantas transgénicas. Preguntas y respuestas*, Madrid, Artes Gráficas G3, p. 7.

masivamente, y no sólo con cuidadosos ensayos planificados *ad hoc*, que *todos los seres vivos tenemos acceso al mismo patrimonio genético: todos, pues, pertenecemos a una misma familia*. La segunda, que por la misma razón, esto es, el hecho de que un gen de una planta silvestre puede expresarse correctamente en maíz, *todo es recurso natural de todo*, lo que le da a la conservación de la naturaleza una firme base objetiva y no puramente romántica»¹⁶¹.

Este supuesto teórico fundamental afirma, como ya he indicado, que la unidad de información genética estaría contenida en los genes de los organismos. De modo que los genes serían los portadores de la información biológica más relevante. Éstos serían considerados como trozos de ADN que portarían una serie de instrucciones muy específicas en relación con el desempeño de una o varias funciones muy concretas y estables. En esta línea, se considera que los diferentes genes o los diferentes grupos de genes podrían definir cada una de las diversas funciones del organismo en su nivel más fundamental. De forma que cada uno de los caracteres específicos de un organismo se encontraría registrado en forma de código en cada gen o en cada grupo de genes particulares. Con lo cual, se entiende que la transferencia guiada de unos genes concretos de unos organismos a otros tendría como resultado único la transferencia de las funciones específicas supuestamente bien estudiadas y controladas.

Desde el punto de vista del modelo del determinismo genético de los organismos, en primer lugar, se sostiene que los múltiples genes que conformarían a un organismo vivo tendrían unas funciones propias muy específicas, estables y poco menos que independientes del resto de los distintos factores intracelulares o extracelulares. En segundo lugar, se supone que los diferentes genes o grupos de genes concretos determinarían los distintos caracteres fenotípicos de una manera muy férrea, lineal y como causa única. Por último, en tercer lugar, se afirma que los genes serían unas entidades moleculares esencialmente estables, constantes y por tanto susceptibles de un conocimiento científico que haría muy posible los enunciados preventivos respectivos.

En consecuencia, como vengo expresando, la tesis más importante que acostumbran a defender con mucha fuerza tanto los expertos como

¹⁶¹ Cubero, José Ignacio. (2000). «Historia biotecnología vegetal», ponencia presentada en *I Jornadas sobre Productos Transgénicos en Agricultura*, del 13 al 15 de noviembre de 2000, pp. 8-9. Las cursivas son del autor.

los grupos sociales partidarios de la nueva ingeniería genética consiste en que el comportamiento de los genes sería muy constante, regular y bien conocido. Los posibles riesgos humanos o ambientales adversos asociados a la nueva ingeniería genética, de existir éstos, serían siempre perfectamente evaluables, predecibles y controlables. Por ese mismo motivo, no existiría en realidad ninguna razón lo suficientemente sólida o justificada en virtud de la cual los distintos expertos y las sociedades actuales en general deberían preocuparse. Como por ejemplo ha afirmado Pere Puigdomenech, investigador del CSIC: «La manipulación genética de las semillas, para conseguir especies que mejoren la producción y la calidad de los productos, comporta algunos posibles riesgos que son perfectamente controlables. [...] Los riesgos predichos en todos estos casos son muy remotos o fácilmente identificables. Existe una cantidad considerable de controles que se han llevado a cabo tanto en Europa como en Estados Unidos y que han demostrado la inocuidad de estas plantas y la inexistencia de riesgos intrínsecos a la tecnología [del ADN_r]¹⁶²».

Así, las distintas preocupaciones de una buena parte de la opinión pública serían del todo irracionales e injustificadas desde un punto de vista exclusivamente racional o empírico. Porque quienes se oponen a la nueva ingeniería genética, cierto es que aunque no sean plenamente conscientes de ello, también estarían oponiéndose a los avances mismos de la ciencia y la tecnología. De forma que oponerse a los productos y las prácticas de la nueva ingeniería genética equivaldría poco menos que a oponerse a la innovación, el desarrollo y el progreso del conjunto de la sociedad¹⁶³. Este tipo de preocupaciones político-sociales y científico-técnicas estaría fundado sobre todo en una muy mala comprensión de las verdaderas prácticas realizadas con arreglo a la nueva ingeniería genética. En este mismo contexto, se comprende muy bien que algunos de los representantes oficiales de la empresa transnacional Monsanto acostumbren a acusar a sus críticos más importantes de actitudes tan poco nobles o respetuosas como las siguientes: «Divulgar información falsa, teorías vudú, vandalismo,

¹⁶² Cfr. Puigdomenech, Pere. (1997). «Semillas transgénicas», en *Vida Rural*, 50, pp. 26-27. La cita es de la p. 26. Los corchetes son añadidos.

¹⁶³ Cfr. Borlaug, Norman E. (1999). «Los ecologistas extremistas impiden erradicar el hambre», en *El País*, a 28 de octubre de 1999.

oscurantismo, proferir continuas amenazas y resaltar supuestos peligros»¹⁶⁴.

II

Sin embargo, como cabría suponer, para los diferentes expertos y grupos sociales detractores de la nueva ingeniería genética, el anterior retrato del estado de las cosas distaría mucho de corresponder con la auténtica realidad. Para éstos, por ejemplo, los productos transgénicos no representarían una evidente mejora genética sino más bien una verdadera degradación genética de las distintas plantas y animales¹⁶⁵. En concreto, la característica más importante y preocupante de estos nuevos organismos sería que no habrían pasado por la prueba de la evolución y que, por tanto, éstos deberían considerarse como meros absurdos evolutivos. De este modo, uno de los argumentos más utilizados por estos grupos denuncia que, por ejemplo, los alimentos transgénicos no serían científicamente viables o seguros. Pues se pone de relieve que se desconocería qué factores influirían en el funcionamiento adecuado o inadecuado de la totalidad de los genes que componen cada uno de los distintos alimentos. Por todo ello, esto es, si resulta poco menos que incuestionable que en la actualidad no se dispone del suficiente conocimiento acerca de qué son y acerca de cómo se comportan los genes, se afirma que no menos evidente resultaría el hecho de que el saltarse las barreras naturales que existirían entre las diferentes especies vegetales y animales podría implicar unas consecuencias tan impredecibles como incontrolables. Como por ejemplo han indicado Álvaro Campos y Riechmann: «Si bien la ingeniería genética es una herramienta potentísima para la manipulación de los genes, actualmente existe un gran vacío de conocimiento sobre el funcionamiento genético de la planta o animal que se va a manipular. ¿Qué genes se activan y se desactivan a lo largo del ciclo vital del organismo, cómo y por qué lo hacen? ¿Cómo influye el nuevo gen introducido en el funcionamiento del resto del genoma?

¹⁶⁴ La referencia se ha tomado del trabajo: Bruno, Kenny. (1998). «El fracaso del “marketing” de Monsanto», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, pp. 39-45, en particular, p. 39.

¹⁶⁵ Cfr. Encyclopédie des Nuisances. (2000/1999). *Observaciones sobre la agricultura genéticamente modificada y la degradación de las especies*, Barcelona, Alikornio, por ejemplo, pp. 71-99.

¿Cómo altera el entorno el encendido o el apagado de los genes de la planta cultivada? Actualmente, todas estas preguntas se encuentran, en gran medida, sin respuesta»¹⁶⁶.

De manera que de acuerdo con la posición detractora de la nueva ingeniería genética, el conocimiento acerca del comportamiento de los genes sería sumamente pobre y limitado. En este mismo sentido, por ejemplo, sostener, como sostiene la mayoría de los expertos partidarios de la nueva ingeniería genética, que en torno al 95% del material genético de los distintos organismos vivos debería llamarse ADN basura, ADN chatarra o ADN inútil, aunque sólo sea por los meros términos empleados al respecto, sólo podría comprenderse y explicarse como un acto de clara prepotencia científica y técnica consecuencia sobre todo del desconocimiento generalizado acerca de la función de este tipo de material genético en relación con los otros genes o con la totalidad del organismo¹⁶⁷.

En consecuencia, el proceso por medio del cual se procede al traspaso de ADN de un organismo determinado a un organismo segundo receptor con el que éste apenas podría guardar relación natural alguna sería algo que estaría poco menos que abocado a provocar toda una serie de efectos imprevistos, parte de los cuales podrían ser humana y ambientalmente muy negativos. De forma que la predicción necesaria del comportamiento específico de los transgenes que han sido liberados al medio ambiente sería, cuando menos en la actualidad, una cuestión mucho más compleja y arriesgada de lo que la mayoría de los expertos y de los grupos sociales partidarios de la nueva ingeniería genética acostumbran a pensar y declarar en público. De hecho, se argumenta, se tendría un conocimiento tan claramente inadecuado e insuficiente de cómo un organismo se desarrolla en virtud de su composición en ADN que la aparición futura de consecuencias tan imprevistas como indeseadas podría resultar poco menos que inevitable. Con lo cual, se pone de relieve que no se trataría tanto de dilucidar si surgirán o no unas consecuencias imprevistas e indeseadas sino de procurar esclarecer dónde, cuándo y cómo surgirán éstas. Según ha señalado por ejemplo Carlos Sentís, titular del área de genética en la Universidad

¹⁶⁶ Álvaro Campos, G. y Riechmann, J. (1998). «Más vale prevenir que curar», en *El País*, a 4 de febrero de 1998.

¹⁶⁷ Cfr. Shiva, Vandana. (2001/1997). *Biopiratería. El saqueo de la naturaleza y del conocimiento*, Barcelona, Icaria Antrazyt, en especial, pp. 41-42.

Autónoma de Madrid: «Sin querer entrar más a fondo en otro buen número de incógnitas que rodean el funcionamiento del ADN génico y no génico, el panorama general que aparece nítidamente es nuestra ignorancia sobre el funcionamiento global de los genomas y nuestra imposibilidad para determinar cuál o cuáles pueden ser los efectos de un cambio en una de las partes del genoma, por ejemplo, la introducción de un transgén, sobre el organismo en su conjunto»¹⁶⁸.

En opinión de los científicos y técnicos expertos partidarios del paradigma dominante de la nueva ingeniería genética, el conocimiento esencial acerca del comportamiento de los genes y de los organismos ya habría sido adecuadamente revelado o descubierto. Sin embargo, como he mostrado en ocasiones reiteradas, para los expertos detractores de la libre proliferación mundial de los alimentos transgénicos, apenas se estaría comenzando a entender la complejidad enorme que caracterizaría a los genes y a su comportamiento con el entorno. En este sentido, uno de los supuestos más importantes en los que descansa la crítica de la nueva ingeniería genética consiste en que la relación que existe entre los genes y las funciones de los organismos no sería algo tan determinante o lineal como algunos expertos acostumbran a sostener en público. En esta línea, por tanto, se denuncia que la nueva biotecnología estaría impulsada sobre todo por una desfasada ciencia unidimensional y determinista que presupone que las distintas funciones de los organismos estarían determinadas de una forma lineal y directa por uno o varios genes concretos. Como por ejemplo se hace constar en la nota editorial del polémico número monográfico de la revista *The Ecologist*, si alguna ciencia reúne las condiciones de posibilidad para ser considerada racional y objetiva esa ciencia no sería precisamente aquella que se afanan en promover los científicos y técnicos expertos que trabajarían al servicio de los intereses comerciales de las grandes empresas transnacionales ligadas al paradigma hegemónico de la nueva ingeniería genética: «Porque la

¹⁶⁸ Cfr. Sentís, Carlos. (2002). «Ingeniería genética. Insuficiencias teóricas y la aplicación del principio de precaución», en *Política y Sociedad*, vol. 39, núm. 3, pp. 627-639. La cita es de la p. 630.

demagogia es ciencia sólo cuando hablan Monsanto y las otras mega-compañías»¹⁶⁹.

De manera que los genes no serían tan constantes e invariantes como algunos expertos piensan y sostienen. Por esta razón, se afirma que estos mismos genes no deberían ser susceptibles de ser manipulados de una manera tan arbitraria y precipitada sólo para ponerlos al servicio de diversos intereses sociales, políticos o económicos. En este sentido, uno de los supuestos fundamentales de la nueva ingeniería genética sería que cada uno de los caracteres específicos de un organismo se encontraría registrado en forma de código en cada uno de sus genes de una manera específica y estable. De tal forma que la transferencia de unos genes específicos tendría como resultado necesario la transferencia de unas funciones o unos caracteres concretos. No obstante, diversos expertos han criticado que los estudios múltiples que parten de tales supuestos teóricos serían en exceso reduccionistas. Pues en éstos apenas se tendrían en cuenta las complejas interacciones intracelulares y extracelulares que influirían de una forma decisiva en el desarrollo de los caracteres y las funciones de los organismos. Según ha puesto de relieve por ejemplo la bióloga Mae-Wan Ho: «El gen por sí mismo no tiene una continuidad ni fronteras bien definidas, ya que la expresión de cada gen depende en última instancia de todos los otros genes en el genoma y está ligada a ellos»¹⁷⁰.

De modo que, según los expertos detractores de los productos de la nueva ingeniería genética, la modificación del medio que rodea a los genes podría provocar unas modificaciones en cadena en gran medida desconocidas, imprevistas, incontroladas y perjudiciales para la salud humana y el medio ambiente¹⁷¹. En esta línea, se afirma que los últimos descubrimientos científicos habrían desmentido con mucha claridad cualquier hipótesis respaldada por el modelo del determinismo

¹⁶⁹ Cfr. The Ecologist. (1998). «Nota editorial. Multinacionales y debate democrático», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, pp. 3-4. La cita es de la p. 3.

¹⁷⁰ Ho, Mae-Wan. (2001/1998). *Ingeniería genética. ¿Sueño o pesadilla?*, Barcelona, Gedisa, p. 132.

¹⁷¹ Cfr. Capra, Fritjof. (2003/2002). *Las conexiones ocultas. Implicaciones sociales, medioambientales, económicas y biológicas de una nueva visión del mundo*, Barcelona, Anagrama, en especial, cap. 6, pp. 205-263.

genético. De forma que, según ha indicado Mae-Wan Ho, la nueva ecología genética favorecería una perspectiva científica mucho más compleja y holista en todo lo que atañe al conocimiento de los genes y de su comportamiento. Pues el genoma no sería tan constante e invariable como se presuponía sino que sería una entidad muy fluida y dinámica que interactuaría de una manera permanente con toda la fisiología del organismo y el medio ambiente. En palabras de la propia Mae-Wan Ho: «Básicamente, los ingenieros genéticos creen que manipulando los genes pueden resolverse todos los problemas importantes del mundo. Razonan que, dado que los genes determinan los caracteres de los organismos, al cambiar los genes apropiados es posible diseñar organismos capaces de satisfacer todas nuestras necesidades. Esto sólo puede ser verdad si los genes determinan los caracteres de los organismos de un modo nada complicado, de manera que al identificar un gen puede predecirse un carácter deseable o indeseable; al cambiarlo se modifica el carácter; y al transferirlo se transfiere el correspondiente carácter, de una vez para siempre. En otras palabras; *la biotecnología de ingeniería genética sólo tiene sentido si se cree en el determinismo genético*»¹⁷².

Como de una forma muy similar ha puesto de relieve por ejemplo el profesor de genética Carlos Sentís: «Uno de los pilares básicos del paradigma determinista es la relación causal entre la acción de los genes y el fenotipo como conjunto de caracteres observables de un organismo, de modo que un gen determina un carácter y sus variantes —alelos— las variaciones de tal carácter. Sin embargo, si bien es cierto que los genes suelen tener consecuencias fenotípicas concretas en una especie en unas condiciones dadas, las relaciones funcionales entre genes y fenotipo son difíciles de desentrañar, ya que genes homólogos no especifican necesariamente estructuras y funciones homólogas en organismos distintos y, a la vez, dos estructuras homólogas pueden estar codificadas por genes no homólogos. Es decir, que la función genética depende de su propio entorno genómico (y quizá de otros factores), y la supuesta independencia de acción de los genes es simplemente falsa: no son unidades independientes que determinan los caracteres, sino que el fenotipo surge de la interacción entre los genes y

¹⁷² Ho, Mae-Wan. (2001/1998). *Ingeniería genética. ¿Sueño o pesadilla?*, Barcelona, Gedisa, p. 80. Las cursivas son de la autora.

el resto del ADN en un contexto concreto tanto celular, como orgánico. Las consecuencias prácticas de este hecho implican que la manipulación genética, por ejemplo, la introducción de un gen de otra especie, puede afectar no sólo al carácter que deseamos modificar o añadir, sino también a otros cuya observación, además, puede ser evidente o ser imposible —al menos a corto plazo»¹⁷³.

En suma, se afirma que la capacidad técnica para transferir determinadas características moleculares bien identificadas de un organismo a otro sería ciertamente deficiente, limitada y arriesgada. De hecho, la capacidad técnica disponible en la actualidad para realizar este tipo de transferencias genéticas no constituiría una demostración suficientemente fiable de sistema alguno para predecir todos los posibles efectos secundarios asociados a estos nuevos productos y prácticas. De forma que cuando se cuelga un nuevo gen en un cromosoma de un organismo receptor cualquiera, se sabrían muy pocas cosas con cierta seguridad o solvencia acerca de las interacciones posibles de este nuevo gen con la totalidad de la fisiología del nuevo organismo o con el medio ambiente en general. Motivo sustantivo por el cual en un gran número de ocasiones habría sido enormemente complejo y arriesgado predecir las posibles repercusiones humanas y ambientales adversas derivadas de la transferencia de uno o varios genes de un organismo a otro organismo receptor biológicamente no-emparentado¹⁷⁴.

III

Una vez expuesto el importante debate teórico acerca de qué tipo de aliado se supone que es un gen, como por ejemplo dirían Callon o Latour, procedo a continuación a redactar algunas notas más o menos concluyentes. En esta línea, una de las primeras cosas que merece ser puesta de relieve consiste en lo poco inocente, por así decir, que resulta la utilización de algunos conceptos o expresiones lingüísticas. Por

¹⁷³ Cfr. Sentís, Carlos. (2002). «Ingeniería genética. Insuficiencias teóricas y la aplicación del principio de precaución», en *Política y Sociedad*, vol. 39, núm. 3, pp. 627-639. La cita es de la p. 630.

¹⁷⁴ Cfr. Khor, Martin, et al. (1995). *La necesidad de mayor reglamentación y control sobre la ingeniería genética. Declaración de científicos preocupados por las tendencias actuales en la nueva biotecnología*, Jutaprint, Penang (Malasya), Red del Tercer Mundo, en especial, p. 7.

ejemplo, cuando diversos expertos o actores sociales se sirven del término de ingeniería genética, háganlo de un modo más o menos intencional o estratégico, queda claro que éstos se están sirviendo de un concepto con notables connotaciones relativas a las ideas de precisión, seguridad y control. De forma que con la utilización de este tipo de conceptos o de terminologías se omiten los posibles elementos de imprecisión, inseguridad, descontrol o incertidumbre que en muchos casos, como afirman los expertos y los colectivos sociales detractores de los productos transgénicos, también estarían presentes en la práctica real de las nuevas tecnologías del ADNr. De modo que en un caso se haría hincapié en el enorme conocimiento, precisión, seguridad y control del ingeniero genético, mientras que en el otro caso esa misma imagen del científico omnisapiente sería desplazada por la imagen del sastrecillo remendón que, de una manera más o menos torpe, esto es, sin un excesivo control o dominio de la situación, se dedicaría a cortar y pegar diferentes segmentos de ADN¹⁷⁵.

De igual modo, los investigadores y los grupos sociales partidarios de la nueva ingeniería genética acostumbran con mucha frecuencia a hablar de mejora genética para referirse a los diversos alimentos transgénicos obtenidos como consecuencia de la aplicación de estas novedosas técnicas de producción. Mientras, los expertos y los colectivos sociales detractores de estos mismos productos y prácticas acostumbran con frecuencia similar a movilizar conceptos tales como el de degradación genética para referirse a, en principio, estos mismos productos y prácticas¹⁷⁶. En este sentido, cabe señalar que para los grupos detractores de los productos transgénicos el conjunto de los múltiples organismos residentes en la naturaleza serían poco menos que perfectos. Pues se afirma que éstos habrían sufrido durante varios cientos de miles de años los procesos de la evolución y la adaptación al entorno ambiental. Sin embargo, para los colectivos partidarios de los distintos productos transgénicos, la naturaleza presentaría en algunas ocasiones ciertas características de error o de imperfección que, en diversos casos, podrían ser realmente subsanadas o corregidas por la

¹⁷⁵ Cfr. García Olmedo, Francisco. (1998). *La tercera revolución verde. Plantas que brillan con luz propia*, Madrid, Debate, en especial, pp. 140-142.

¹⁷⁶ Cfr. Encyclopédie des Nuisances. (2000/1999). *Observaciones sobre la agricultura genéticamente modificada y la degradación de las especies*, Barcelona, Alikornio, por ejemplo, pp. 71-99.

acción humana. En suma, cabe interpretar que unos defienden que la humanidad sólo podría degradar las cosas naturales ya existentes. Los otros, en cambio, afirman que sería la especie humana la encargada de rectificar las posibles imperfecciones de la naturaleza y de poner fin a esta obra de momento inacabada e imperfecta que sería la obra del Dios Creador¹⁷⁷.

El propio concepto de Organismo Modificado Genéticamente (OMG) tampoco sería un concepto realmente puro, limpio, transparente o inocente. En EEUU, por ejemplo, diversas personas y colectivos sociales partidarios de este tipo de productos y prácticas se habrían esforzado de una manera notable en sustituir el concepto de OMG por los conceptos alternativos de nuevos alimentos, alimentos modernos o *novel foods*. De modo que no hace falta ser un diestro experto en análisis del discurso ni poseer un espíritu especialmente agudo o despierto para percatarse que el concepto de *novel foods* resulta mucho menos inquietante o alarmante para el público en general que el concepto de OMG. Pues apenas puede relacionarse a éste de una forma directa con la manipulación o la modificación genética de los distintos alimentos vegetales y animales. Otro tanto cabría señalar, por supuesto, en relación con la estrategia empresarial de desplazar o sustituir los conceptos de biotecnología o de ingeniería genética por el, en principio, mucho más neutro y atractivo concepto de ciencias de la vida¹⁷⁸.

En este contexto, quisiera recordar que la labor principal para este apartado ha consistido en evidenciar de un modo empírico que, en relación con la controversia general sobre la libre proliferación mundial de los OMG, de momento no se ha podido consensuar de una manera dialogada qué tipo de aliado se supone que es un gen. Lo que quiero expresar con esta importante idea es que el propio concepto de gen representa una categoría lingüística abierta y flexible que, cuando menos de momento, aguarda ser solidificada o institucionalizada. De hecho, el propio escenario de incertidumbre científica, escenario diagnosticado por una buena parte de los científicos y técnicos expertos

¹⁷⁷ Cfr. Rifkin, Jeremy. (1979/1977). *¿Quién suplantarán a Dios?*, Madrid, Edaf.

¹⁷⁸ Cfr. Khor, Martin, et al. (1995). «La manipulación de las percepciones a través del lenguaje», en Khor, Martin, et al. (1995). *La necesidad de mayor reglamentación y control sobre la ingeniería genética. Declaración de científicos preocupados por las tendencias actuales en la nueva biotecnología*, Jutaprint, Penang (Malasya), Red del Tercer Mundo, en especial, p. 14.

implicados en esta controversia¹⁷⁹, se habría extendido o propagado incluso hasta la misma categoría de gen.

Categoría lingüística que, en efecto, representa el punto central o neurálgico de las polémicas particulares sobre la ciencia y la tecnología en torno a la libre proliferación mundial de los OMG. Lo cual, sería algo realmente sustantivo e interesante. Pues resulta que estoy exponiendo y analizando la discusión genérica sobre la libre circulación mundial de los distintos productos transgénicos y ciertamente los expertos y los actores sociales más relevantes implicados en esta disputa son de momento realmente incapaces de consensuar de una forma dialogada qué son los genes, cómo se comportan entre sí o cómo se relacionan éstos con el entorno intracelular y extracelular imperante. Empero, considero que lo realmente importante o significativo desde el punto de vista de este análisis sociológico no consiste tanto en que no se sepa de momento qué tipo de aliado se supone que es un gen sino más bien en que el respectivo conocimiento científico y técnico acerca de qué se supone que es un gen sería algo que todavía está por reinventar, negociar y estabilizar por los distintos expertos y por los diversos actores sociales, políticos y económicos implicados en este mismo debate.

De manera que unos expertos y colectivos sociales estarían convencidos de que realmente se poseería el control o el dominio de la situación. Es decir, que ya se sabría muy bien qué tipo de aliados son los genes. Mientras, otros especialistas y grupos sociales se esforzarían sobre todo en poner de manifiesto todo el gran trabajo que todavía quedaría por realizar. De igual modo, unos investigadores sostienen en público que lo sabrían prácticamente todo acerca de la transferencia genética. Mientras, otros expertos afirman que la ignorancia, el riesgo, la ambivalencia y la incertidumbre serían los auténticos dueños de la situación. De ahí que los primeros nieguen casi todo foco de posible incertidumbre. De ahí también que los segundos casi sólo posean la

¹⁷⁹ Cfr. Domingo Roig, José L. y Gómez Arnáiz, Mercedes. (2000). «Riesgos sobre la salud de los alimentos modificados genéticamente. Una revisión bibliográfica», en *Revista Española de Salud Pública*, 74, 3, pp. 255-261; Domingo Roig, José L. (2000). «Health Risks of GM Foods. Many Opinions but Few Data», en *Science*, 288, pp. 1748-1749, a 9 de junio de 2000; Wolfenbarger, L. L. y Phifer, P. R. (2000). «The Ecological Risks and Benefits of Genetically Engineered Plants», en *Science*, 290, pp. 2088-2092, a 15 de diciembre de 2000.

certidumbre plena de las muchas y enormes incertidumbres derivadas de la libre circulación mundial de los OMG. Como por ejemplo diría Mulkay, de un lado se estaría en presencia de la retórica de la esperanza en la dominación y en la emancipación progresiva de la naturaleza exterior. Del otro lado, en cambio, se estaría en presencia de la retórica del miedo, el riesgo, la ambivalencia y la incertidumbre sobre las posibles consecuencias imprevistas e indeseadas derivadas de las prácticas científicas y técnicas¹⁸⁰. De manera que ningún colectivo de expertos se avergonzaría de nada en absoluto. Pues cabe interpretar que todos tendrían en común hablar en nombre de la auténtica verdad de las cosas y de los objetos e intentar erigirse en los portavoces legítimos del mundo natural y social en el que todos vivimos, sobrevivimos y convivimos¹⁸¹.

De forma que una de las cuestiones más importante y complejas desde un punto de vista científico y técnico residiría en cómo dilucidar cuál debería ser la visión de la realidad natural más verdadera o válida. Si aquella visión primera que persiste en poner de relieve que la realidad biológica de un organismo sí podría ser entendida como un intrincado proceso perfectamente reducible a la comprensión de sus partes integrantes. O aquella visión segunda de corte mucho más holista, global o ecologista que se esforzaría en explicitar las enormes debilidades o aporías teóricas y metodológicas de esa visión primera de la realidad natural. Como por ejemplo dice Vandana Shiva: «Los genes no son entidades independientes, sino que constituyen partes que dependen de una entidad que forma un todo, y que les da sentido. Todas las partes de una célula interactúan, y las combinaciones de genes son por lo menos tan importantes como sus efectos individuales en el desarrollo de un organismo»¹⁸².

Las palabras siguientes ilustrarían también los supuestos teóricos y los interrogantes más importantes que definirían a este paradigma emergente de la nueva ecología genética. Dice así Carlos Sentís: «En general se pretende hacer que un organismo incorpore características

¹⁸⁰ Cfr. Mulkay, Michael. (1993-1994). «Retórica y control social en el gran debate sobre los embriones», en *Política y Sociedad*, 14-15, pp. 143-153.

¹⁸¹ Cfr. Latour, Bruno. (1993/1991). *Nunca hemos sido modernos*, Madrid, Debate, por ejemplo, pp. 50-51.

¹⁸² Shiva, Vandana. (2001/1997). *Biopiratería. El saqueo de la naturaleza y del conocimiento*, Barcelona, Icaria Antrazyt, p. 50.

útiles que no le son propias, mediante la incorporación de un gen de otra especie que sí presenta ese carácter y esto se fundamenta en dos pilares teóricos: los genes tienen una función en sí mismos y determinan linealmente los caracteres, de modo independiente de cualquier otro factor interno o externo al organismo. Muy al contrario, lo que nos demuestran los recientes estudios en genética, biología celular, fisiología vegetal o micro-biología es la complejidad de los seres vivos y su interdependencia del ambiente en que se desarrollan, pero sobre todo, que nuestro conocimiento es muy limitado e incompleto. De hecho, ahora que ya hemos desentrañado varios genomas completos, incluido el propio genoma humano, seguimos muy lejos de entender cómo funcionan en la organización de la vida. No conocemos los intrincados niveles de interrelación entre los genes, ni entre los genes y el resto del genoma ni, desde luego, cómo consiguen los seres vivos mantener la constancia de los caracteres que los definen a la vez que muestran una permanente adaptación a los continuos cambios en las condiciones ambientales»¹⁸³. De modo que de acuerdo con esta perspectiva teórica y metodológica que otorgaría una importancia mucho mayor a la totalidad, la complejidad y la interdependencia entre las diversas partes que conformarían los distintos sistemas naturales globales: «Es necesario abandonar la actitud reduccionista imperante por un enfoque que considere los organismos como sistemas y los estudie en su globalidad, asumiendo que los seres vivos, desde las bacterias hasta los multicelulares más complejos, viven en comunidad, y en relación de interdependencia con el medio natural»¹⁸⁴.

De un lado, esto es, del lado del paradigma hegemónico de la nueva ingeniería genética, las propiedades principales de la totalidad (los organismos) serían comprendidas y explicadas sobre todo en virtud de la suma de las propiedades de las partes (los genes). Del otro lado, es decir, del lado del paradigma emergente de la nueva ecología genética que procura cuestionar, desplazar y sustituir al paradigma dominante señalado, las propiedades más importantes de las partes (los

¹⁸³ Sentís, Carlos. (2002). «Transgénicos. Cara y cruz», en *El Cultural*, de *El Mundo*, pp. 56-57, a 22-28 de mayo de 2002.

¹⁸⁴ Cfr. Sentís, Carlos. (2002). «Ingeniería genética. Insuficiencias teóricas y la aplicación del principio de precaución», en *Política y Sociedad*, vol. 39, núm. 3, pp. 627-639. La cita es de la p. 633.

genes) serían comprendidas y explicadas sobre todo con arreglo a las propiedades de la totalidad (los organismos). El problema, en principio, exclusivamente científico y técnico que es ciertamente complejo y revelador consistiría, en suma, en cómo dilucidar si, por un lado, debe concederse un mayor interés o un mayor valor teórico y práctico a la comprensión y la explicación de cómo son y cómo funcionan las diversas partes o las diversas unidades biológicas integrantes, como en el caso de los genes o de los grupos de genes particulares, o si, por el contrario, debe otorgarse tal protagonismo teórico y práctico a la comprensión y la explicación de cómo son y cómo funcionan tanto los organismos vivos y los sistemas biológicos totales como los complejos procesos de interacción, interconexión e interdependencia de los cuales estos mismos organismos y sistemas serían tanto las causas como las consecuencias.

Capítulo 5: Los modelos de interpretación

El objetivo principal de este capítulo consiste en exponer y analizar cómo es posible que, cuando menos de momento, no se haya asistido al cierre de la controversia general sobre el conocimiento de las posibles consecuencias humanas y ambientales adversas derivadas de la libre proliferación mundial de estos híbridos humanos y no-humanos que son los Organismos Modificados Genéticamente (OMG). De modo que una de las cuestiones sociológicas más importantes no consiste en procurar dilucidar qué posición científica y técnica lleva más o menos razón o posee más o menos verdad, como se interroga la mayoría de los expertos y de los grupos sociales implicados en esta polémica, tales como los políticos, los empresarios, los agricultores, los ecologistas, los periodistas o los consumidores. En cambio, cabe decir que una de las cuestiones prioritarias radica en cómo desde la teoría sociológica actual puede llegar a comprenderse y explicarse de una manera adecuada o plausible la existencia y la persistencia de unas posiciones científicas y técnicas tan divergentes e incluso contradictorias respecto del problema medular del diagnóstico de las posibles consecuencias adversas tanto presentes como futuras derivadas de la libre proliferación mundial de los distintos OMG.

De forma que con la finalidad prioritaria de proporcionar una respuesta plausible a este interrogante sustantivo, en este capítulo

presento tres modelos de interpretación fundamentales que, si bien en ciertos aspectos son más o menos complementarios, como en el caso de las propuestas segunda y tercera, resultan en gran medida no sólo alternativos sino incluso quizá hasta excluyentes, como en el caso específico de la propuesta primera en relación con las propuestas segunda y tercera.

No obstante, debería quedar claro que con estas tres propuestas de análisis no pretendo agotar todas las posibilidades analíticas sino más bien dar cuenta de los modelos de interpretación que, considero, son los más sustantivos y clarificadores. En este sentido, como por ejemplo ha ilustrado el médico francés Bernard, algunas propuestas teóricas sobre todas las cosas aún por saber desempeñan una función de anexión prevista muy similar a la de las profecías astrológicas dispuestas casi siempre a dirigir el acontecimiento de una manera retrospectiva¹. Así pues, no pretendo recopilar todas las interpretaciones alternativas posibles sino expresar aquello que entiendo como lo más importante y significativo. En consecuencia, de acuerdo por ejemplo con aquella muy inteligente y bella parodia borgiana sobre la supuesta perfección del arte de la cartografía y de la representación, considero que la ciencia no debería procurar reproducir la realidad social y natural de un modo en extremo exacto y completo sino más bien intentar construir determinados modelos de interpretación que, en lo posible, ayuden a las personas a orientarse en ésta².

De este modo, considero que la posible clausura futura de esta controversia podría ser, en primer lugar, básicamente racional y

¹ Cfr. Bernard, Claude. (1947/1865). *Principes de Médecine Experimentale*, París, PUF, p. 255. Tomado del trabajo: Bourdieu, P., Chamboderon, J-C. y Passeron, J-C. (2001/1973). *El oficio de sociólogo. Presupuestos epistemológicos*, Madrid, Siglo XXI, en especial, nota 18, p. 24.

² Sin embargo, de acuerdo por ejemplo con autores como Baudrillard, Hacking o Lamo de Espinosa, considero que no debería olvidarse que los mapas, los esquemas y los modelos interpretativos no sólo desempeñan la función de representar la realidad social y natural ya existente sino que también contribuyen a transformarla, reconstruirla e incluso sustituirla hasta el punto de resultar realmente complejo en algunas ocasiones diferenciar con relativa claridad entre las representaciones reales de la realidad inicial y la realidad inicial misma objeto de estas representaciones. Cfr. Baudrillard, Jean. (1998/1978). *Cultura y simulacro*, Barcelona, Kairós; Hacking, Ian. (1996/1982). *Representar e intervenir*, México, Paidós; Lamo de Espinosa, Emilio. (1990). *La sociedad reflexiva. Sujeto y objeto del conocimiento sociológico*, Madrid, CIS.

empírica, en segundo lugar, principalmente interesada y sujeta a nítidas e intensas relaciones de fuerza o, por último y en tercer lugar, esencialmente cultural y valorativa. Con lo cual, la primera de estas interpretaciones alternativas, la realista o positivista, sostiene que si la discusión científica y técnica en torno al conocimiento de las posibles repercusiones humanas y ambientales adversas derivadas de la libre proliferación mundial de los distintos productos transgénicos de momento no ha podido cerrarse se debería sobre todo a determinadas carencias racionales y empíricas. La segunda variante interpretativa fundamental, la materialista, afirma en cambio que si de momento no se ha producido esta misma clausura se debería no tanto a la hipotética existencia de determinadas carencias racionales y empíricas en sentido estricto, como sostiene la propuesta realista o positivista anterior, sino más bien a que, en realidad, se estaría en presencia de un muy claro y sólido conflicto entre unos intereses sociales, políticos y económicos ciertamente divergentes e incluso contradictorios. La última opción interpretativa principal, la idealista o culturalista, que, por cierto, sería claramente compatible con la opción anterior, reivindica además la conveniencia notable de ir un poco más allá de la interpretación materialista dada la presencia de una fuerte tensión entre los valores, las ideas, las creencias y dos visiones del mundo típico-ideales en competencia.

De manera similar, en este capítulo propondré la conveniencia de retomar con decisión la discusión clásica en la teoría social relativa a la tensión micro vs macro y a las consecuencias imprevistas e indeseadas de la acción social. Sin embargo, la meta central de estas reflexiones no consiste tanto en resolver esta polémica muy persistente en la teoría social actual como en mostrarla con claridad suficiente para así exponer las implicaciones más relevantes de esta cuestión medular en relación con el estudio de la posible presencia constitutiva de los intereses y de los valores en la controversia general sobre la libre proliferación mundial de los OMG.

1. Las insuficiencias racionales y empíricas

La meta principal de este apartado consiste, como acabo de indicar, en mostrar hasta qué punto la metáfora recurrente en virtud de la cual la verdad siempre se descubre, se destapa, sale a flote o se hace camino se torna más o menos adecuada a la hora de procurar dar cuenta de la

naturaleza del objeto empírico de estudio particular que aquí me ocupa. De acuerdo con esta muy extendida metáfora positivista o realista, por tanto, no serían los científicos y técnicos expertos quienes construyen, reconstruyen, negocian y estabilizan cuál podría ser la auténtica verdad del mundo de la naturaleza, de las cosas y de los objetos. De modo bien diferente, se presupone o cuando menos se sostiene en público de una manera muy habitual que serían los propios científicos y técnicos expertos quienes, de repente, se topan o se encuentran de una forma poco menos que irremediable con una verdad que simplemente les preexiste y se manifiesta a través de ellos.

Como por ejemplo escribió de un modo bien ilustrativo Galileo Galilei: «Si esta disputa fuese sobre un punto de ley o de otros estudios humanos, en los cuales no hay verdad ni falsedad, podría confiarse bastante en la sutileza del ingenio y en la presteza del decir y en la mayor práctica de los escritores, y confiar en que aquello que se excediese de tales cosas fuese para hacer aparecer y juzgar su razón superior; pero en las ciencias naturales, cuyas conclusiones son verdaderas y necesarias, no tiene nada que hacer el arbitrio humano, y es preciso guardarse de no ponerse a defender lo falso, porque mil Demóstenes y mil Aristóteles quedarían en mal lugar contra todos los mediocres ingenios que hayan tenido la suerte de toparse con la verdad»³.

Con lo cual, se trata aquí en gran medida de procurar esclarecer hasta qué punto la controversia general sobre la libre proliferación mundial de los productos transgénicos puede comprenderse y explicarse en exclusiva como un problema de insuficiencias racionales y empíricas. De acuerdo con esta concepción dominante, por tanto, se entiende que los científicos y técnicos expertos respectivos se reúnen, examinan y discuten acerca de la evidencia experimental disponible con arreglo casi siempre a la recta razón y el recto entendimiento humano. El fruto usual de todo este quehacer muy complejo y laborioso sería así la obtención del consenso y la redacción de unos informes o dictámenes finales. De este modo, se da por sentado que todas estas

³ Cfr. Galileo Galilei. (1995/1632). *Diálogo sobre los dos máximos sistemas del mundo, ptolemaico y copernicano*, Madrid, Alianza. Tomado del trabajo: Easlea, Brian. (1981/1973). *La liberación social y los objetivos de la ciencia. Un ensayo sobre objetividad y compromiso en las ciencias sociales y naturales*, Madrid, Siglo XXI, p. 11.

actividades serían llevadas a buen término sin dejarse contaminar o condicionar por aquellos otros factores supuestamente ajenos a la racionalidad científica y a la práctica experimental, como en los casos de los intereses y de los valores sociales, políticos y económicos en competencia. Con posterioridad a la redacción de estos informes o dictámenes finales, por tanto, se asumiría que serían los distintos agentes sociales, políticos y económicos los colectivos encargados de tomar las decisiones más oportunas o convenientes. Es decir, que serían estos mismos grupos sociales, políticos y económicos quienes, de acuerdo con la ya muy clara y aporreada información proporcionada por los distintos órganos de asesores o de expertos más ilustres y competentes, diseñarían, gestionarían y comunicarían los respectivos cursos de acción en virtud de sus intereses y de sus valores respectivos.

En consecuencia, frente a este tipo de concepciones ciertamente ingenuas e idealizadas acerca del quehacer de los científicos y técnicos expertos en las sociedades occidentales actuales, el argumento principal que defiende en este apartado sostiene que si el material empírico mostrado y analizado con anterioridad cuestiona con cierta claridad y contundencia la interpretación realista o positivista propia por ejemplo del ya comentado modelo del déficit cognitivo ello no se debería tanto a supuestas carencias racionales o empíricas sino sobre todo a que la actual situación de fuerte incertidumbre científica imperante, relativa al conocimiento y la evaluación de las posibles consecuencias humanas y ambientales negativas derivadas de la libre proliferación mundial de los OMG, provoca o favorece de una manera notable la presencia o el enrolamiento de diversos intereses y valores, en principio, claramente extracientíficos o no-epistémicos.

No obstante, con esta propuesta no pretendo trasladar la idea seguramente no muy acertada de considerar que en una situación que no esté tan claramente sujeta a nítidas y sólidas presiones sociales, políticas o económicas y que no admita ser designada con cierta claridad con arreglo a, por ejemplo, la incertidumbre científica, la ciencia controvertida, la ciencia reguladora o la ciencia post-normal la presencia de estos mismos intereses y valores supuestamente extracientíficos o no-epistémicos sea muy débil, casi irrelevante o

incluso nula⁴. De manera bien diferente, de acuerdo por ejemplo con autores como Wynne, considero que esta propuesta analítica también sería claramente aplicable a aquellas otras situaciones definidas mayormente en virtud de la certidumbre científica, la ciencia consensuada o estabilizada, la ciencia académica o la ciencia normal⁵. En consecuencia, entiendo que la vigencia de, por un lado, una fuerte presión social, política y económica y de, por otro lado, unos niveles tan elevados de incertidumbre científica relativos en particular al conocimiento y la evaluación de las posibles consecuencias negativas presentes y futuras derivadas de los productos de la nueva ingeniería genética hace únicamente mucho más clara y transparente a la percepción humana la presencia constitutiva de estos componentes sólo en apariencia externos o extraños a la labor efectiva de los científicos y técnicos expertos en las sociedades occidentales actuales.

I

En este sentido, quisiera recordar que la opción interpretativa que propone comprender y explicar en exclusiva la génesis, el desarrollo y la consolidación de las controversias científicas y técnicas particulares sobre la libre proliferación mundial de los productos transgénicos como la consecuencia poco menos que natural o lógica de determinadas carencias racionales y empíricas comparte los supuestos fundamentales del modelo del déficit cognitivo. De forma que una de las tesis quizá más importantes de este mismo modelo interpretativo, como ya he indicado en ocasiones diversas, consiste por ejemplo en que los posibles problemas sobre la libre proliferación mundial de estos productos y prácticas serían unos problemas exclusivamente científicos y técnicos que deberían dejarse siempre en las manos de los expertos más ilustres y competentes. De manera que, como por ejemplo he

⁴ Cfr. Jasanoff, Sheila. (1995). «Procedural Choices in Regulatory Science», en *Technology in Society*, 17, pp. 279-293; Funtowicz, S. O. y Ravetz, J. (1997). «Problemas ambientales, ciencia post-normal y comunidades de evaluadores extendidas», en González García, M. I., López Cerezo, J. A., Luján López, J. L. (1997). (Eds.). *Ciencia, tecnología y sociedad. Lecturas seleccionadas*, Barcelona, Ariel, pp. 151-160.

⁵ Cfr. Wynne, Brian. (1997/1992). «Incertidumbre y aprendizaje ambiental. Reconocer la ciencia y la política en un paradigma preventivo», en González García, M. I., López Cerezo, J. A., Luján López, J. L. (1997). (Eds.). *Ciencia, tecnología y sociedad. Lecturas seleccionadas*, Barcelona, Ariel, pp. 161-183.

mostrado en el caso de la discusión central acerca del arroz dorado de los investigadores Potrykus y Beyer, todo quedaría reducido al exclusivo espacio de la racionalidad científica y de la práctica experimental.

De igual modo, resulta realmente significativo que una gran parte de los investigadores provenientes tanto de las ciencias sociales como de las ciencias naturales que habrían estudiado el debate central sobre el conocimiento de las posibles repercusiones humanas y ambientales negativas derivadas de la libre circulación mundial de los OMG, guiados, en principio, por la simple pasión por la auténtica verdad de las cosas, se limitan a concluir de un modo ciertamente ingenuo y escasamente reflexivo que la resolución definitiva de esta polémica general debería pasar casi de una manera obligatoria por dejar completamente a un lado, como si tal cosa fuera realmente posible, los componentes supuestamente extracientíficos o no-epistémicos de esta misma disputa central para, sólo más tarde, poder afrontar este mismo problema sustantivo desde el espacio al parecer privilegiado de la pura argumentación racional y de la inequívoca práctica empírica. Como por ejemplo han concluido en un trabajo conjunto el doctor en filosofía Miguel Moreno Muñoz y el doctor en biología Enrique Iáñez Pareja: «El debate sólo tendrá contenido si los implicados hacen un esfuerzo por definir las respectivas posiciones y, tras la retórica, las metáforas y la demagogia, se muestran dispuestos a argumentar racionalmente»⁶.

II

Sin embargo, si la controversia general sobre la libre proliferación mundial de los distintos productos transgénicos no parece ofrecer signos excesivos acerca de una posible clausura futura, consecuencia en este caso del aparente exclusivo ejercicio de la racionalidad científica y de la práctica experimental, considero que ello podría deberse a diversos motivos o causas. En primer lugar, debo decir que el modelo del déficit cognitivo resulta ciertamente desacertado cuando se aplica, como en este caso concreto, a una situación definida en gran medida

⁶ Cfr. Moreno Muñoz, M. e Iáñez Pareja, E. (2001/1997). «Elementos para la resolución de controversias en el debate sobre biotecnología y sociedad», en Rodríguez Alcázar, F. J., Medina Domènech, R. M., y Sánchez Cazorla, J. A. (1997). (Eds.). *Ciencia, tecnología y sociedad. Contribuciones para una cultura de la paz*, Instituto de la Paz y los Conflictos, Universidad de Granada, pp. 289-313.

por la incertidumbre científica. De hecho, de acuerdo por ejemplo con algunas investigaciones recientes, los artículos científicos publicados referentes a los trabajos empíricos originales sobre lo seguro o lo inseguro de los distintos productos transgénicos para los seres humanos, los animales y el medio ambiente parecen realmente escasos e inconcluyentes. De esta forma, según habrían mostrado por ejemplo algunas de estas mismas investigaciones, la revisión de las diversas bases de datos más acreditadas tanto nacionales como internacionales habría revelado que en el año 2000 existiría un número muy escaso de artículos originales revisados por grupos de pares, sólo ocho según los estudios publicados por José L. Domingo Roig, que abordarían algún tipo de aspecto relativo a la seguridad alimentaria o ambiental de los alimentos manipulados genéticamente⁷.

En este contexto, cabe interpretar que la discusión central sobre la posible viabilidad de la libre proliferación mundial de los productos transgénicos reflejaría una clara situación de incertidumbre científica. Ello, claro está, no sólo a pesar sino más bien como consecuencia de que, desde una de las dos partes principales en controversia, se descarte de una forma radical casi todo posible foco de incertidumbre científica y que, del otro lado de este mismo debate, sólo se tenga la certeza firme de los múltiples y muy relevantes focos de incertidumbre científica derivados tanto de la identidad como del comportamiento presente y futuro de los distintos OMG. De manera que, cuando menos desde el punto de vista del análisis sociológico, cabe decir que la vigente situación de incertidumbre científica hace que el comentado modelo del déficit cognitivo no parezca ofrecer un marco interpretativo muy satisfactorio o plausible a la hora de procurar dar cuenta de las controversias concretas sobre la ciencia y la tecnología en torno a la libre circulación mundial de los OMG.

En este sentido, que el comentado principio de precaución sea considerado en gran medida por los grupos sociales detractores de los

⁷ Cfr. Domingo Roig, José L. y Gómez Arnáiz, Mercedes. (2000). «Riesgos sobre la salud de los alimentos modificados genéticamente. Una revisión bibliográfica», en *Revista Española de Salud Pública*, 74, 3, pp. 255-261; Domingo Roig, José L. (2000). «Health Risks of GM Foods. Many Opinions but Few Data», en *Science*, 288, pp. 1748-1749, a 9 de junio de 2000; Wolfenbarger, L. L. y Phifer, P. R. (2000). «The Ecological Risks and Benefits of Genetically Engineered Plants», en *Science*, 290, pp. 2088-2092, a 15 de diciembre de 2000.

productos transgénicos como la respuesta política más justa y adecuada para una situación en la que parece dominar la incertidumbre científica y que, de un modo inverso, para los colectivos sociales partidarios de estos nuevos productos este mismo principio resulte sobre todo una respuesta política notablemente injusta e inadecuada, constituye o representa una cuestión que a los grupos de expertos respectivos debería generarles un completo desinterés y una total indiferencia valorativa. Pero sólo, claro está, con arreglo a aquella concepción más habitual, ingenua y también ideológica acerca del quehacer de los científicos en las sociedades actuales cuyo núcleo más duro, en efecto, da por supuesta la posibilidad de distinguir con cierta claridad y nitidez los contextos internos de la justificación racional y empírica de los contextos externos del descubrimiento.

Por otro lado, como bien podría imaginarse, cabe poner de relieve que el modelo del déficit cognitivo puede ser, y en efecto así es, utilizado o movilizado con mucha intensidad y frecuencia por cualquiera de las dos posiciones principales en litigio. Dicho de otro modo, resulta que en las controversias particulares sobre la ciencia y la tecnología en torno a la liberación intencionada de los productos transgénicos no parecería importar en exceso quiénes hablan, escriben o actúan. Pues el argumento central supuestamente legitimador casi siempre sería el mismo. Se sostiene así que la causa principal de que existan determinadas personas y colectivos sociales que se opongan de una manera tan expresa y contundente a ciertos argumentos racionales y evidencias empíricas residiría sobre todo en que estas mismas personas y colectivos carecerían de la imprescindible información verdadera, correcta o válida. Sin embargo, cabe preguntarse con arreglo a cierta reflexividad sociológica sobre si no se está discutiendo precisamente acerca de qué debería considerarse la información verdadera, correcta o válida, o sobre por qué unas personas y grupos sociales reconocen en principio una misma información como la información verdadera, correcta o válida mientras otras personas y colectivos sociales catalogan esta misma información como la información errónea, incorrecta o inválida.

De manera similar y siguiendo aquí la propuesta que desde el punto de vista de una sociología fenomenológica habría realizado Schütz, reconozco sin ninguna duda que podrían construirse tres modelos típico-ideales del hombre o del ciudadano propio de las sociedades occidentales actuales. Una propuesta analítica realizada tanto en

relación con el problema fundamental de la comprensión del mundo social y natural de los distintos actores sociales como en relación con la cuestión central acerca de la distribución social del conocimiento. Según este autor, dicha tipología estaría formada por el experto, el hombre común y el ciudadano bien informado. En primer lugar estaría el conocimiento del experto o del especialista, que estaría muy limitado a un campo de la realidad ciertamente restringido pero que dentro de este campo específico resultaría notablemente claro y profundo. En segundo lugar, según Schütz, estaría el conocimiento del hombre común, que sería funcional para muchos campos o áreas pero que, por un lado, en la mayoría de los casos se contentaría con la vaguedad de un mero saber de recetas más o menos adecuado para las situaciones típicas y que, por otro lado, se dejaría arrastrar en gran medida por la supuesta irracionalidad de las emociones y de los sentimientos no clarificados. Por último, en tercer lugar, podría advertirse con Schütz la presencia del ciudadano bien informado o, para servirme aquí de una expresión también empleada por Schütz y que seguramente es algo más adecuada que la anterior, del ciudadano que aspira a estar bien informado. El ciudadano bien informado se situaría, por tanto, a medio camino entre la forma típico-ideal del hombre experto y la forma típico-ideal del hombre común. En consecuencia, este tipo de hombre sería un ciudadano que aspiraría a obtener, como bien precisa Schütz, unas opiniones y unas creencias razonablemente fundamentadas⁸.

Sin embargo, a pesar de la pertinencia notable de la tipología analítica propuesta por Schütz, considero muy oportuno presentar un interrogante que, entiendo, puede ser ciertamente sustantivo. Este interrogante central, dicho de una forma muy resumida, haría alusión a qué significa en realidad estar bien informado. Pues resulta que estar bien informado equivaldría, simple y llanamente, a tener la información correcta, verdadera o válida. De manera que, me pregunto, cómo pueden saber los distintos ciudadanos particulares cuál es la información correcta. Cómo lo pueden saber, por un lado, si se tiene bien presente por ejemplo que son muchos los científicos y técnicos expertos actuales que, como en el caso de la controversia general sobre la libre proliferación mundial de los distintos productos transgénicos,

⁸ Cfr. Schütz, Alfred. (1974/1964). «El ciudadano bien informado. Ensayo sobre la distribución social del conocimiento», en Brodersen, Arvid. (1974/1964). (Ed.). *Estudios sobre teoría social. Alfred Schutz*, Buenos Aires, Amorrortu, pp. 120-133.

dicen estar en posesión de la información correcta. Cómo lo pueden saber, por otro lado, si en muchas ocasiones los dictámenes de los múltiples expertos son no sólo divergentes sino incluso contradictorios. Cómo lo pueden saber, en suma, si el reconocimiento del estatuto de experto realmente solvente o competente resulta enormemente complejo, negociable, abierto y contingente. Pues este reconocimiento dependería en gran medida, cuando menos en principio, de si quien lo reivindica para sí mismo o para otros especialistas está o no en posesión de la información que se supone que es la información correcta. Cómo lo pueden saber los diversos ciudadanos, por último, si lo realmente complejo o problemático consiste precisamente en saber cuándo, dónde, quién, por qué, cómo y con arreglo a qué criterios principales se define, como por ejemplo diría el propio Schütz, la razonabilidad de las creencias o de las opiniones tenidas por razonablemente fundamentadas.

En este mismo contexto de discusión, como complemento a las reflexiones que desde esta óptica fenomenológica habría realizado Schütz, quisiera apuntar que la forma típico-ideal del ciudadano bien informado, cuyas opiniones considera Schütz que deberían predominar en las sociedades democráticas actuales en detrimento de las opiniones del hombre común que se encontraría escasa o inadecuadamente informado, no sería tanto la de aquel ciudadano que simplemente dispone, o aspira a disponer, de la información correcta, verdadera o válida sino más bien la de aquel ciudadano que ha aprendido e interiorizado en gran medida tanto a confiar como a desconfiar de las palabras y de las acciones de aquellos científicos y técnicos expertos que proclaman a la opinión pública que sólo ellos estarían en posesión de la auténtica información correcta, verdadera o válida. Con lo cual, una de las cuestiones sociológicas quizá más sustantivas no sería cuánto deberían confiar los ciudadanos en la opinión de los distintos expertos, si mucho, poco o nada, sino cómo estos mismos ciudadanos podrían dilucidar a qué colectivo de expertos deberían otorgarles una mayor confianza o credibilidad. Sobre todo en aquellas situaciones donde, como en el caso específico de la controversia general sobre el conocimiento de las posibles repercusiones humanas y ambientales adversas derivadas de la libre proliferación mundial de los productos transgénicos, muchos de los principales conflictos sociales, políticos y económicos actuales se traducirían de una forma más o menos intensa y

directa en unos enfrentamientos entre los múltiples colectivos de científicos y técnicos expertos.

Por último, quisiera subrayar también que el comentado modelo del déficit cognitivo parte de unos supuestos teóricos que difícilmente encontrarían, por así decir, una validación empírica muy sólida o aproblemática. Por ejemplo, según se habría constatado en diversos estudios sobre la percepción pública de los productos y las prácticas de la nueva ingeniería genética, tanto en España como en el conjunto de la UE, si bien puede resultar más o menos acertado sostener que el desconocimiento socialmente sancionado como tal de ciertos aspectos tenidos por meramente científicos y técnicos sería muy elevado, la cuestión decisiva sería que a medida que aumenta el relativo conocimiento de los ciudadanos sobre estos mismos asuntos crecen también sus recelos ante la manipulación genética de las distintas especies vegetales y animales. En este sentido, resulta que las personas de los países europeos con un mayor nivel educativo o formativo, tales como Dinamarca, Alemania o Suecia, serían también las personas que menos apoyarían las aplicaciones industriales de la nueva ingeniería genética especialmente en el sector agrícola, ganadero o alimentario en general. Por todo ello, resulta mucho más comprensible que diversos colectivos sociales sostengan con mucha frecuencia e intensidad que la oposición a la libre proliferación mundial de los distintos productos transgénicos no sería tanto una consecuencia poco menos que necesaria de la supuesta mera ignorancia en relación con ciertas cuestiones, en principio, exclusivamente científicas y técnicas sino más bien el resultado supuestamente razonable y previsible de un muy relativo mayor nivel de educación, de formación o de conocimiento⁹.

III

De acuerdo con lo expuesto en este apartado, cabe apuntar que la interpretación de corte claramente realista o positivista, que procura comprender y explicar por qué cuando menos de momento no se ha

⁹ Cfr. Moreno, L., Lemkow, L. y Lizón, A. (1992). *Biotecnología y sociedad. Percepción y actitudes sociales*, Madrid, MOPT; Luján, J. L. Martínez, F. y Moreno, L. (1996). *La biotecnología y los expertos. Aproximación a la percepción de la biotecnología y la ingeniería genética entre colectivos de expertos*, Madrid, Gabinete de Biotecnología (GABIOTEC), Fundación CEFI, IESA, CSIC; Luján, J. L. y Moreno, L. (2001). *La biotecnología, los actores y el público*, Madrid, IESA, CSIC.

asistido al cierre de la controversia general sobre la posible viabilidad de los distintos organismos transgénicos acudiendo en exclusiva a la presencia de determinadas carencias racionales y empíricas, podría adoptar una de las tres formas o expresiones fundamentales que resumo a continuación.

La primera posibilidad consiste en entender que ninguna de las dos posiciones científicas y técnicas principales en competencia sería realmente racional u objetiva. De este modo, las disputas científicas y técnicas particulares serían interpretadas y explicadas sobre todo como casos desviados, patológicos y excepcionales al margen del supuesto recto y buen hacer normal del complejo ciencia y tecnología. Sin embargo, si esto fuera realmente así, considero que en modo alguno se esclarece, por un lado, en qué debería consistir una ciencia realmente objetiva o racional o, por otro lado, por qué esta ciencia realmente objetiva o racional, que aguardaría no se sabe dónde a manifestarse, todavía no se habría hecho una realidad.

La segunda posibilidad afirmaría que sólo una de las dos posiciones científicas y técnicas principales en litigio sería realmente racional y objetiva. Con lo cual, mientras una de las dos posiciones en controversia observaría y representaría adecuadamente a la auténtica esencia de los distintos productos transgénicos, la otra posición sería víctima de una mirada si no completamente errónea sí cuando menos claramente deficiente, defectuosa o distorsionada. Como de un modo muy contundente e ilustrativo han señalado Joaquim Sempere y Jorge Riechmann: «No se trata de dos racionalidades posibles, de dos puntos de vista acaso válidos que difieren por arrancar de diferentes lugares, sino que *uno de estos dos puntos de vista es racional y el otro es irracional*»¹⁰.

No obstante, debo apuntar frente a este tipo de propuestas analíticas tan acríicas y asimétricas que si esto fuera realmente así, en modo alguno se mostraría, por un lado, con arreglo a qué criterios específicos se habría negado a una de las dos posiciones en litigio la condición de ciencia realmente racional y objetiva o, por otro lado, cómo sería posible que la posición a la que se habría catalogado de no-científica presente tantas reticencias a reconocer los argumentos racionales y las

¹⁰ Cfr. Sempere, J. y Riechmann, J. (2000). *Sociología y medio ambiente*, Madrid, Síntesis, en especial, pp. 307-329. La cita es de la p. 315. Las cursivas son de los autores.

evidencias empíricas de la posición a la que sí se habría atribuido la condición de ciencia realmente racional y objetiva. Por supuesto, queda bien claro que el diseño, el desarrollo y la evaluación de los diversos productos transgénicos derivados del paradigma dominante de la nueva ingeniería genética pueden comprenderse y explicarse mucho mejor con arreglo a ciertos intereses y valores sociales, políticos y económicos. Sin embargo, como vengo sosteniendo, no parece quedar muy claro cuando menos desde el punto de vista del análisis sociológico por qué el cuestionamiento de dichos productos y prácticas, realizado en gran medida con arreglo al paradigma emergente de la nueva ecología genética, debería comprenderse y explicarse al margen por completo de otros intereses y de otros valores sociales, políticos y económicos.

Por último, en tercer lugar, entiendo que existe la posibilidad de considerar que las dos posiciones científicas y técnicas principales en controversia son, en cierto modo, racionales y objetivas. Se estaría, así, en presencia de un conflicto interno a las propias comunidades de expertos que enfrentaría a dos tipos de racionalidad científica y de práctica empírica si no radicalmente contrapuestos e inconmensurables sí cuando menos claramente divergentes o alternativos. Empero, si se afirma que las dos posiciones en litigio son realmente científicas, quizá muchos observadores afines al positivismo o al realismo más ortodoxos coincidan en sostener y denunciar que seguramente podría estar desprestigiándose los conceptos sustantivos de racionalidad científica y de práctica experimental. En cualquier caso, si bien considero que esta opción interpretativa es claramente la más satisfactoria o plausible, resulta que en modo alguno se alcanzaría a comprender y explicar cómo y por qué esta misma controversia científica y técnica ha surgido, se mantiene y no parece ofrecer señales excesivas de una clausura futura dialogada acudiendo, por ejemplo, a una hipotética meta-racionalidad científica o a una imaginaria meta-práctica experimental por encima de estas dos expresiones más o menos divergentes o alternativas en competencia.

En consecuencia, reitero que esta última opción interpretativa sería la más adecuada o la más plausible. Con lo cual, quedaría muy patente la conveniencia de recurrir a otros marcos interpretativos más allá del aparente exclusivo espacio de la racionalidad científica y de la práctica experimental para procurar dar cuenta así del surgimiento, el desarrollo y la consolidación de esta misma controversia científica y técnica. De

hecho, la labor principal que he realizado en este apartado ha consistido en advertir no sólo que la discusión central sobre las posibles consecuencias humanas y ambientales adversas derivadas de la libre proliferación mundial de los productos transgénicos refleja una clara situación de incertidumbre científica sino también que esta misma situación de incertidumbre científica provoca y consolida la presencia constitutiva o inherente de determinados componentes sociales, políticos y económicos, en principio, claramente ajenos al quehacer de los distintos científicos y técnicos expertos. En suma, si la controversia general sobre la posible viabilidad de los alimentos transgénicos no presenta señales excesivas de una clausura futura en términos, en principio, exclusivamente racionales u objetivos, todo pondría de relieve la conveniencia notable de prestar atención a la posible incidencia de otros aspectos o factores en virtud de los cuales intentar responder de un modo satisfactorio por ejemplo al interrogante sustantivo acerca de si la teoría sociológica actual tendría algo realmente relevante que decir a la hora de procurar dar cuenta de la dimensión enunciativa de la ciencia en general y de las ciencias naturales en particular. Ésta será pues la tarea sustantiva que intentaré realizar en los dos apartados siguientes.

2. Las tensiones entre los intereses

En el apartado primero de este capítulo he expuesto y analizado la interpretación realista o positivista según la cual si la discusión en torno a la liberación voluntaria de los productos transgénicos de momento no ha podido clausurarse ello se debería sobre todo a determinadas carencias racionales y empíricas. De acuerdo con este modelo que también cabe llamar modelo de la transparencia, los científicos y técnicos expertos implicados sí pueden ser ciertamente objetivos y racionales. Pues al parecer éstos se dedicarían a representar de una manera directa una realidad preexistente que aguardaría a ser descubierta, destapada o desvelada. En este sentido, la labor principal ha consistido en ilustrar hasta qué punto esta controversia debería comprenderse y explicarse en exclusiva como un problema de insuficiencias racionales y empíricas. En concreto, si algo he procurado mostrar en el apartado primero es la conveniencia notable de recurrir a otros mecanismos, factores o recursos interpretativos que, más allá en principio del exclusivo espacio de la racionalidad científica y de la

práctica experimental, puedan proporcionar un análisis mucho más plausible acerca del surgimiento, el desarrollo y la consolidación de la discusión general sobre el conocimiento de las posibles consecuencias humanas y ambientales adversas derivadas de la libre proliferación mundial de los OMG.

En este apartado segundo, por su parte, presento y analizo la opción interpretativa que he llamado materialista. Según esta opción interpretativa, si no se ha asistido todavía al cierre de esta controversia central ello no se debe tanto a la existencia de determinadas carencias racionales y empíricas sino a que, en cambio, se está en presencia de un muy sólido y claro conflicto entre intereses sociales, políticos y económicos ciertamente divergentes e incluso excluyentes. Dicho con otras palabras, de lo que me ocupo a continuación es de esclarecer en alguna medida las complejas relaciones entre el saber y el poder o, de una manera algo más específica, de intentar dar cuenta de las relaciones que pueden tener lugar en este caso empírico particular entre el conocimiento científico y técnico y los diversos intereses sociales, políticos y económicos en juego. En primer lugar, por tanto, me ocuparé de mostrar que en este caso empírico la distribución social del poder sí puede estar relacionada en cierto modo con la distribución social del conocimiento científico y técnico. En segundo lugar, presentaré la tipología de los diversos intereses sociales, políticos y económicos supuestamente extracientíficos o no-epistémicos que estarían conectados de un modo constitutivo al conocimiento científico y técnico. Por último, en tercer lugar, explicitaré el doble plano analítico, el subjetivo y el objetivo, donde deberían estudiarse estos mismos intereses sociales, políticos y económicos en competencia en relación con la controversia central sobre el conocimiento de las posibles repercusiones humanas y ambientales negativas derivadas de la libre circulación mundial de los OMG.

I

Comenzaré diciendo que la apelación al concepto de interés para procurar dar cuenta tanto de las causas como de las consecuencias de los discursos y las prácticas humanas constituye una estrategia ciertamente recurrente en el ámbito de las ciencias de la sociedad en general. En parte de la teoría social del conocimiento, por ejemplo, se recurre de una manera muy habitual al concepto de interés para procurar dar cuenta de la esencia de determinados procesos de

interpretación, validación y aceptación social de los conocimientos. Empero, más allá de los dominios disciplinares de las ciencias sociales, tampoco resulta sorprendente en exceso percatarse de que también una buena parte de la llamada sociología espontánea se sirve de esta misma idea fundamental cuando afirma que el origen o la causa primera de las diversas disputas existentes entre los diversos científicos y técnicos expertos, a las que puede haberse tenido acceso de una forma directa o indirecta gracias a los diferentes medios de comunicación de masas, se encontraría en gran medida en los heterogéneos y hasta contradictorios intereses sociales, políticos y económicos en competencia. Si las múltiples controversias científicas y técnicas no se cierran o clausuran, se afirma en sendos casos, ello se debería sobre todo a la naturaleza esencialmente tensa o incluso contradictoria de los respectivos intereses sociales, políticos o económicos puestos en circulación.

La relación entre el saber y el poder expresa pues que nuestra noción de verdad no sería muy esclarecedora si no se la asociara con el concepto de poder. En esta línea, por ejemplo, a Bacon se le atribuye con mucha frecuencia la afirmación según la cual saber es poder. Ello se explicaría porque quien conoce las leyes de la naturaleza poseería en gran medida también los medios que le permitirían controlarla y dominarla. De hecho, ha de señalarse que el proyecto baconiano del saber consistió sobre todo en analizar la naturaleza exterior para recuperar así el derecho que el género humano supuestamente poseería sobre ella¹¹. En este contexto, cabe recordar también que, como he mostrado en el capítulo primero, para Marx y Engels quedaría bien claro que las ideas de los grupos sociales dominantes de una sociedad serían en gran medida las ideas dominantes en esa misma sociedad. De manera que el grupo social que ejercería el poder material dominante en una sociedad sería, al tiempo, el grupo social que ejercería el poder espiritual dominante en esa misma sociedad¹². En consecuencia, según la teoría marxista de la sociedad, la distribución social del poder guardaría mucha relación con la distribución social del conocimiento,

¹¹ Cfr. Bacon, Francis. (1985/1620). *La gran restauración*, Madrid, Alianza, por ejemplo, p. 383.

¹² Cfr. Marx, Karl. (1997/1844). *Manuscritos. Economía y filosofía*, Madrid, Alianza; Marx, K. y Engels, F. (1970/1845-1846). *La ideología alemana*, Barcelona, Grijalbo; Marx, Karl. (1971-1972/1857-1858). *Elementos fundamentales para la crítica de la economía política*, Buenos Aires, Siglo XXI.

como bien recordarán más tarde por ejemplo muchos de los autores que trabajan en el contexto disciplinar de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología. En este sentido, también puede recordarse cómo Benjamin sostuvo que la verdad de la historia de lo ocurrido consiste en muchas ocasiones en la narración que, tras el combate y el consiguiente derramamiento de la sangre, los vencedores escriben sobre los cuerpos aún calientes de los vencidos¹³.

Poder éste que poseería incluso la capacidad de poner fin a casi cualquier tipo de discusiones humanas. Con lo cual, como por ejemplo diría Zanco Panco, llamado también Humpty Dumpty, la cuestión primordial no sería tanto qué significan objetivamente las palabras sino quién tendría realmente el poder en una sociedad¹⁴. De ahí que, según se desprendería de la obra de Nietzsche, la verdad pudiera concebirse por ejemplo como la chispa que salta tras el choque de las espadas¹⁵. De ahí también que, según Foucault, las luchas más encarnizadas no se producirían tanto alrededor de la verdad, es decir, en torno a sus diversos usos sociales, políticos y económicos, sino más bien en torno a la verdad en sí misma, es decir, en torno a cómo decidir qué conjunto de reglas deberían tener la autoridad de discriminar lo verdadero de lo falso y lo racional de lo irracional¹⁶.

De hecho, como por ejemplo ha propuesto Bourdieu en virtud de su teoría del campo científico, las controversias científicas sí pueden llegar a comprenderse y explicarse de una manera muy plausible al modo de una competencia más o menos consciente o estratégica entre los diversos sujetos individuales y colectivos por la interpretación pública de la realidad objeto de estudio. En este sentido, sostiene Bourdieu, una de las labores más sustantivas de la sociología consistiría en mostrar que si existe alguna verdad, ésta sería que la propia verdad en cuanto tal consiste precisamente en la resultante, que no en la causante, de un envite de luchas de poder. En consecuencia, dice

¹³ Cfr. Benjamin, Walter. (1987/1972). «Tesis de filosofía de la historia», en Benjamin, Walter. (1987/1972). *Discursos interrumpidos I*, Madrid, Taurus, pp. 175-191, en especial, p. 181.

¹⁴ Cfr. Carroll, Lewis. (2001/1871). *A través del espejo y lo que Alicia encontró al otro Lado*, Madrid, Alianza, en especial, pp. 122-123.

¹⁵ Cfr. Nietzsche, Friedrich. (1998/1873). *Sobre verdad y mentira en sentido extramoral*, Madrid, Tecnos.

¹⁶ Cfr. Foucault, Michel. (1992/1991). *Microfísica del poder*, Madrid, La Piqueta, en especial, p. 188.

Bourdieu, el campo científico, al igual que el resto de los otros campos sociales, entre éstos el campo político, el campo económico, el campo cultural, el campo artístico o el campo religioso, debería entenderse al modo de una competencia más o menos estratégica orientada por la búsqueda de los beneficios específicos de este campo y conducida sobre todo en nombre de la búsqueda de unos intereses en principio no reducibles a los intereses económicos en su forma ordinaria, como los premios a la investigación, la prioridad en los descubrimientos o el prestigio personal, profesional y social, y, precisamente por todo ello, percibidos socialmente como unas prácticas no interesadas o como unas prácticas definidas más bien por el supuesto imperativo normativo del interés por el desinterés¹⁷.

Por todo ello, señala Bourdieu, el campo científico podría llegar a comprenderse y explicarse de un modo metafórico tanto al modo de un campo magnético como al modo de un campo de batalla. El campo científico, por tanto, consistiría en gran medida en el espacio de una lucha competitiva de apuestas personales, profesionales, comunitarias y sociales donde la cuestión primordial en juego se referiría sobre todo al monopolio de la autoridad científica y técnica. Una autoridad ésta que sería definida de una manera casi inseparable tanto en virtud del reconocimiento de la capacidad científica y técnica en sí misma como en relación con el poder social en general. De forma que sería en virtud de esta autoridad científica y técnica como se estaría en condiciones de dictaminar qué sería lo realmente racional y objetivo, qué debería publicarse en las revistas más importantes o de un mayor prestigio o qué programas de investigación deberían llevarse a cabo en detrimento de otros.

En un contexto de discusión en parte similar, autores como Barnes han afirmado también que el poder en una sociedad y la distribución social de la posesión de ese poder se encontrarían constituidos como aspectos de una distribución general del conocimiento¹⁸. De manera

¹⁷ Cfr. Bourdieu, Pierre. (1999/1994). «La doble ruptura», en Bourdieu, Pierre. (1999/1994). *Razones prácticas. Sobre la teoría de la acción*, Barcelona, Anagrama, pp. 84-90; Bourdieu, Pierre. (2003/2001). *El oficio de científico. Ciencia de la ciencia y reflexividad*, Barcelona, Anagrama.

¹⁸ Cfr. Barnes, Barry. (1977). *Interests and the Growth of Knowledge*, Londres, Routledge & Kegan Paul; Barnes, B. y MacKenzie, D. (1979). «On the Role of Interests in Scientific Change», en Wallis, Roy. (1979). (Ed.). *On the Margins of*

que la acción de los propios científicos y técnicos expertos también podría comprenderse y explicarse en relación con determinadas luchas de poder en búsqueda más o menos estratégica del reconocimiento y la credibilidad de las representaciones respectivas. De modo que, como han señalado muchos de los miembros de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología, la lucha que se establece en una controversia científica y técnica específica, entre quienes abogan por unas ideas y quienes las cuestionan o las rechazan, podría comprenderse y explicarse como una lucha por la confianza o la credibilidad. De forma que la ciencia no descubriría una realidad preexistente que aguardaría a ser desvelada o destapada, sino que consistiría de una manera principal en una práctica social que opera al modo de una lucha más o menos intencional o estratégica por representarla y transformarla. Con lo cual, se entiende que las discusiones científicas y técnicas no deberían reducirse pues a una simple competición entre los argumentos más racionales o irracionales, o entre los experimentos efectuados de un modo más o menos correcto o incorrecto. Pues, como por ejemplo diría Latour, la práctica científica real bien poco o nada tendría que ver con ese mundo científico tan puro, limpio y pacífico que presentan muchos de los epistemólogos y de filósofos de la ciencia tradicionales¹⁹.

De este modo, frente a esas mismas concepciones ciertamente ingenuas e idealizadas tan cuestionadas por ejemplo por los estudios sociales de la ciencia y la tecnología, me he servido en muchas partes de este trabajo de una metáfora específica para procurar facilitar la comprensión y la explicación de las múltiples disputas científicas y técnicas existentes entre los diversos expertos en relación con la controversia sobre la libre proliferación mundial de los OMG. La metáfora concreta que he movilizado con cierta frecuencia sería la metáfora de la guerra. En este contexto, quisiera apuntar antes que la utilización de las metáforas para traducir determinados estados de cosas no debería sorprender en exceso. De hecho, según han señalado autores como Nietzsche o Rorty, al fin y al cabo serían las imágenes y las metáforas más que las proposiciones y los enunciados formales las que

Science. The Social Construction of Rejected Science, Keele, University of Keele, pp. 49-66; Barnes, Barry. (1990/1988). *La naturaleza del poder*, Barcelona, Pomares, Corredor.

¹⁹ Cfr. Latour, Bruno. (1992/1987). *Ciencia en acción*, Barcelona, Labor, en especial, p. 166.

conformarían muchas de las convicciones humanas más poderosas acerca del mundo natural y social²⁰.

De acuerdo con esta metáfora bélica, por tanto, la práctica científica y técnica podría ser concebida como una lucha de poder por la conquista del propio poder. La meta prioritaria consistiría, en este caso, en procurar obtener el reconocimiento general de las diversas representaciones movilizadas y puestas en circulación. De manera que si el conocimiento científico y técnico no sería tanto desvelado como conquistado y negociado, el mundo de la ciencia y la tecnología se transformaría en el escenario por excelencia donde se librarían, de acuerdo con esta metáfora bélica, las batallas más violentas y encarnizadas tanto por participar como por salir victorioso de este mismo proceso de edificación o estabilización. Se trataría así de disponer del uso de la fuerza necesaria para procurar clausurar o resolver de la mejor forma posible cada uno de los múltiples enfrentamientos científicos y técnicos. En este sentido, la controversia científica y técnica específica de la que me ocupo en este estudio merecería ser concebida, cuando menos en parte, en relación con esta metáfora bélica que habla de luchas y combates, de amigos y enemigos, de vida y muerte. En este caso, la victoria o el territorio a conquistar consistiría en la obtención de grandes cuotas de credibilidad, tanto del resto de los científicos y técnicos expertos en particular como del conjunto de la sociedad, acerca del auténtico conocimiento de las posibles consecuencias humanas y ambientales adversas derivadas de la libre proliferación mundial de los OMG.

II

De modo que no resultaría muy desatinado o absurdo pensar que la distribución social del poder podría guardar algún tipo de relación con la distribución social del conocimiento científico y técnico. De hecho, la propia noción de interés sería tan decisiva en el discurso secular de las sociedades occidentales actuales que habría desplazado en parte a otros agentes motivacionales de las ideas y las prácticas humanas tales como los designios divinos, el destino histórico, las leyes de la naturaleza, las emociones o las pasiones. Por ello, quisiera precisar a

²⁰ Cfr. Rorty, Richard. (1989/1979). *La filosofía y el espejo de la naturaleza*, Madrid, Cátedra, en especial, p. 12.

continuación qué pretendo significar con el concepto de interés. De forma que por interés entiendo la relación que existe entre un sujeto individual o colectivo con un objeto o estado de cosas cuya adquisición, conservación o realización puede mejorar sus condiciones de existencia, o conservarlas si se considera que son las idóneas u óptimas. En este contexto, considero que el problema quizá más sustantivo consiste en hasta qué punto puede diferenciarse con relativa claridad y contundencia entre, por un lado, cómo un sujeto de conocimiento percibe la realidad social o natural en cuanto tal y, por otro lado, cómo le interesa a este mismo sujeto de conocimiento, sea de un modo más o menos deliberado o estratégico, que sea esta misma realidad para la obtención o el mantenimiento de determinados objetos o estados de cosas.

En esta línea, me gustaría subrayar una vez más que mi propuesta interpretativa no consiste en considerar a los intereses individuales o colectivos como algo totalmente externo o ajeno a la práctica científica interna. De hecho, debo recordar que para la mayoría de los filósofos de la ciencia popperianos y de los sociólogos de la ciencia mertonianos los intereses sociales, políticos y económicos serían algo así como unos componentes sociales que se adhieren al conocimiento bien sea antes o bien sea después de, pero casi nunca durante, esta supuesta lógica interna de la actividad científica. De manera bien diferente, mi propuesta de análisis pone de relieve sobre todo que estos mismos intereses sociales, políticos y económicos en juego podrían intervenir también en los mismos procesos de generación y de validación de las distintas creencias científicas tenidas por verdaderas o válidas. De ahí que los intereses no sólo puedan estar muy presentes en las preguntas que se permiten plantear o no, en los programas de investigación que se decide financiar o no o en los usos sociales, políticos y económicos de los distintos productos disponibles. Pues considero que estos mismos intereses también estarían presentes de una manera constitutiva en los propios procesos de generación y de validación de los contenidos cognitivos de las prácticas científicas y técnicas. En consecuencia, entiendo que una de las tareas quizá más importantes para este apartado consiste en procurar dilucidar cómo determinados intereses sociales, políticos y económicos en competencia posibilitan y condicionan los procesos de desarrollo y de validación de las diversas prácticas científicas y técnicas movilizadas en la controversia general sobre la libre proliferación mundial de los OMG.

III

En esta sección, por su parte, presento y analizo una tipología de los intereses sociales, políticos y económicos que podrían posibilitar y condicionar la generación y la validación de los diversos productos y artefactos del complejo ciencia y tecnología. Comenzaré señalando que de acuerdo por ejemplo con la propuesta habermasiana, erigida ésta sobre todo frente a la que él mismo llamará la ilusión objetivista o positivista, existirían tres categorías fundamentales de procesos de investigación científica donde se demostraría una conexión específica entre las diversas reglas lógicas y metodológicas y los distintos intereses que guiarían el conocimiento. En primer lugar y según este autor, por tanto, en el ejercicio de las ciencias naturales o las ciencias empírico analíticas intervendría de una manera específica un interés técnico o instrumental del conocimiento orientado sobre todo hacia el control, la manipulación, la explotación y la predicción de los diversos fenómenos u objetos en general. En segundo lugar, en el ejercicio de las ciencias sociales, las ciencias del espíritu o las ciencias histórico hermenéuticas intervendría un interés práctico del conocimiento orientado en gran medida hacia la obtención de un hipotético consenso dialogado entre los hombres acerca de lo que éstos han sido y son. Por último, en tercer lugar, la propuesta habermasiana sostiene que en el ejercicio de aquellas ciencias sociales orientadas de un modo especial hacia la autorreflexión y hacia la crítica de las diversas formas de dominación social intervendría sobre todo un interés del conocimiento de carácter liberador o emancipatorio²¹.

En esta línea, cabe recordar que la propuesta habermasiana habría sido cuestionada por diversos autores y desde distintos frentes. Léanse así las múltiples críticas realizadas por autores como Gadamer, Ricoeur o Giddens. De un modo muy genérico, estas críticas podrían resumirse indicando que, por un lado, toda crítica de la dominación social requeriría casi de una manera necesaria de la comprensión y que, por otro lado y en un sentido inverso, toda comprensión contiene en sí

²¹ Cfr. Habermas, Jürgen. (1988/1967). *La lógica de las ciencias sociales*, Madrid, Tecnos; Habermas, Jürgen. (1999/1968). *Ciencia y técnica como "ideología"*, Madrid, Tecnos; Habermas, Jürgen. (1989/1968). *Conocimiento e interés*, Madrid, Taurus; Habermas, Jürgen. (1992/1981). *Teoría de la acción comunicativa*, Madrid, Taurus.

misma un enorme potencial crítico. Sin embargo, teniendo bien presente que, claro está, el interés mayor de la propuesta habermasiana no residiría precisamente en procurar dar cuenta de los procesos sociales de generación y de validación de los conocimientos de las ciencias naturales o de las ciencias empírico analíticas, la labor central que realizaré aquí consiste en procurar cuestionar en qué medida debería asociarse, como por ejemplo se asocia en la propuesta de Habermas, el conocimiento propio de las ciencias naturales o de las ciencias empírico analíticas con el exclusivo interés técnico o instrumental. Es decir, que una de las tareas más importantes podría consistir por ejemplo en procurar esclarecer hasta qué punto las prácticas científicas y técnicas asociadas tanto con el paradigma dominante o hegemónico de la nueva ingeniería genética como con el paradigma emergente de la nueva ecología genética deberían comprenderse y explicarse en gran medida con arreglo al mero interés técnico o instrumental.

De modo que, según Habermas, el interés técnico consistiría sobre todo en un interés cognitivo orientado hacia la exclusiva disponibilidad técnica de los procesos objetivados. Se trataría así de un interés relativo a la predicción, la manipulación y el control de los objetos. De igual modo, cabe decir que estos intereses técnicos posibilitarían distintos intereses cognitivos y epistémicos específicos relativos por ejemplo a la búsqueda y la elaboración de unos conceptos, unos principios y unas leyes muy útiles o poderosas. Sin embargo, como por ejemplo ha sostenido el propio Habermas, cabe diagnosticar que buena parte de las formas que adoptarían las ideologías occidentales actuales podrían entenderse como el resultado de la reducción tanto del interés hermenéutico como del interés comunicativo a este tipo de interés técnico o instrumental general. De ahí que Habermas concluya constatando que la razón humana, consolidada sobre todo tras la Ilustración francesa, no guiaría de una manera necesaria a las sociedades occidentales modernas hacia la tierra de la felicidad, la libertad y el progreso social, coincidiendo así con los diagnósticos realizados por otros autores de la Escuela de Frankfurt tales como Horkheimer, Adorno o Marcuse. Pues la racionalidad humana también podría conducir a aquellas sociedades hacia una tierra definida de una manera principal por la mera razón instrumental con arreglo a la cual ejercer las diversas formas de poder y dominación social. De hecho, como muestra el título de uno de los trabajos del propio Habermas,

cabe subrayar que es en este mismo sentido en el que cobraría mayor significado la tesis frankfurtiana de entender la ciencia y la técnica como una de las formas que podrían adoptar las ideologías en las sociedades occidentales actuales.

De acuerdo con esta concepción propia del modelo técnico o instrumental, cabría suponer que el conocimiento científico y técnico experto puede concebirse al modo de una pura mercancía u objeto de intercambio en las sociedades del libre mercado. Pues, me pregunto, acaso los distintos científicos y técnicos expertos no podrían llegar a ser objeto de múltiples relaciones de dominación, control y transacción en la economía de libre mercado. En cualquier caso, una vez presentada a grandes rasgos la propuesta habermasiana, considero oportuno señalar que el modelo técnico o instrumental, defendido por ejemplo por Habermas para las ciencias naturales o empírico analíticas, constituye algo así como un mero subproducto del modelo realista o positivista general que he descrito y analizado con anterioridad. Pues la tesis fuerte de esta interpretación técnica o instrumental radica en que, en efecto, el conocimiento científico y técnico experto sí podría ser completamente racional y objetivo. Lo único quizá muy lamentable que podría ocurrir sería que, con más o menos frecuencia e intensidad, este conocimiento fuera instrumentalizado más tarde por los diversos grupos sociales, políticos y económicos en competencia con la finalidad prioritaria y más o menos consciente o estratégica de legitimar determinados discursos o prácticas, en principio, del todo ajenas al complejo ciencia y tecnología. Con lo cual, entiendo que el modelo técnico o instrumental no sólo resulta perfectamente compatible con el modelo realista o positivista sino que, incluso, éste puede llegar a desempeñar unas funciones claramente complementarias en relación con el modelo de la transparencia general.

En esta misma línea, considero conveniente también exponer y analizar a continuación, bien es cierto que con cierta brevedad, la pertinente crítica que han dirigido autores como Gadamer o Ricoeur a la propuesta analítica de Habermas²². De acuerdo con la tradición hermenéutica, se pone de relieve que difícilmente los procesos de generación y de validación del conocimiento científico y técnico

²² Cfr. Gadamer, Hans-Georg. (1984/1975). *Verdad y método*, Salamanca, Sígueme; Ricoeur, Paul. (1989/1986). *Ideología y utopía*, Barcelona, Gedisa.

podrían desprenderse por completo del peso específico de los intereses y los valores sociales, políticos y económicos en juego. De modo que el conocimiento científico no se encontraría plenamente fuera de los prejuicios, el lenguaje, la ideología y la tradición, como por ejemplo sostiene Habermas, sino que éste siempre se encontraría posibilitado y limitado en gran medida por aquéllos. Según Gadamer, por ejemplo, los prejuicios humanos no serían una barrera frente al conocimiento científico sino más bien una de las condiciones de posibilidad para el surgimiento y el desarrollo de éste. Con lo cual, se considera que las posiciones filosóficas más positivistas y herederas de la Ilustración francesa habrían sobreestimado la competencia de la reflexión y de la racionalidad científica. De manera similar, se insiste en que estas posiciones filosóficas se habrían equivocado cuando por ejemplo conciben los prejuicios como algo totalmente negativo que debería ser progresivamente neutralizado y superado. Es decir, que no se conocería a pesar de los prejuicios humanos sino que se conocería a través y gracias a estos mismos prejuicios. De forma que los prejuicios no deberían entenderse como un mero obstáculo para la constitución de los auténticos productos de la ciencia. Pues estos prejuicios representarían la precondition y el medio para el desarrollo de la ciencia misma y para la edificación de un criterio que permita diferenciar con relativa claridad lo verdadero de lo falso y lo racional de lo irracional. De ahí que para Gadamer la ciencia en general difícilmente pueda liberarse nunca y por entero de los prejuicios, de la ideología y de las diversas formas de dominación social.

En este sentido, como por ejemplo ha denunciado Habermas, quizá podría reconocerse en parte que en diversas ocasiones algunos autores como Gadamer habrían idealizado en exceso el peso del lenguaje y de la tradición en los complejos procesos de generación y de validación de los conocimientos en general y de los conocimientos científicos en particular. En cualquier caso, frente a las propuestas teóricas y metodológicas defendidas de una manera especial por autores como Popper, Merton o el propio Habermas, considero mucho más razonable o plausible concluir en este punto con autores como Gadamer o Ricoeur sosteniendo así que tampoco las ciencias naturales o las ciencias empírico analíticas podrían situarse, por mucha reflexión, racionalidad o metodología científica que se movilice o se diga movilizar para tales fines, plenamente al margen de la ideología, de la dominación y de lo

que estos autores llaman el problema hermenéutico o interpretativo fundamental.

No obstante, el interés instrumental no constituye el único interés atribuido por la teoría social actual a los procesos de producción y de evaluación de los productos del complejo ciencia y tecnología. Pues de acuerdo por ejemplo con Marx y Engels, las ideas de los grupos dominantes en una sociedad serían en gran medida las ideas dominantes en esa misma sociedad. Del mismo modo, la mayoría de los autores pertenecientes a la Escuela de Frankfurt habrían coincidido en afirmar que no existiría teoría de la naturaleza o de la sociedad que no contenga o traduzca determinados intereses sociales, políticos y económicos particulares. Con lo cual, el posible contenido de verdad o de validez inserto en las distintas prácticas científicas y técnicas debería comprenderse y explicarse no tanto en el marco de una reflexión supuestamente racional y objetiva sino más bien con arreglo a la actividad histórica y social concreta. De hecho, como ya he indicado, una de las conclusiones más poderosas y contundentes de estos autores afirmarían que el propio concepto de razón técnica estaría convirtiéndose en las sociedades occidentales actuales en pura ideología.

De manera similar, para los estudios sociales de la ciencia y la tecnología el interés ideológico resultaría un interés social, político o económico encubierto con mucha frecuencia bajo el rentable paraguas de la racionalidad científica y de la eficiencia tecnológica. Según Barnes, por ejemplo, los intereses ideológicos serían aquellos intereses sociales encubiertos relativos a la organización social concreta en la que se genera y se valida el conocimiento científico respectivo²³. Los intereses ideológicos serían unos intereses secundarios debido a que no estarían socialmente explicitados y a que los criterios por los que se asignan unos intereses y unos valores a las creencias se encontrarían ocultos o camuflados. De este modo, si bien estos intereses ideológicos intervendrían también en la génesis y la validación de las creencias científicas y técnicas en general, su incidencia sería todavía más clara y relevante en las controversias científicas y técnicas erigidas en torno a

²³ Cfr. Barnes, Barry. (1977). *Interests and the Growth of Knowledge*, Londres, Routledge & Kegan Paul; Barnes, B. y MacKenzie, D. (1979). «On the Role of Interests in Scientific Change», en Wallis, Roy. (1979). (Ed.). *On the Margins of Science. The Social Construction of Rejected Science*, Keele, University of Keele, pp. 49-66.

la evaluación de determinadas prácticas o productos finales. De forma que la incidencia de los diversos intereses ideológicos podría ser realmente importante en el caso específico de los procesos de evaluación de las repercusiones humanas y ambientales adversas derivadas de la libre proliferación mundial de los OMG. Serían, por tanto, unos intereses sociales más o menos encubiertos dirigidos sobre todo a la persuasión tanto de los múltiples expertos como del conjunto de la sociedad. Sin embargo, de acuerdo con estos autores, que un enunciado sea susceptible de un uso ideológico no significaría que se haya producido una distorsión más o menos intencional o estratégica de los contenidos racionales y objetivos que se hubieran adecuado antes a la auténtica realidad objeto de estudio. Pues lo único que habría ocurrido sería que este uso ideológico en concreto promovería o legitimaría diversos estados de cosas o cursos de acción.

En este mismo sentido, de acuerdo por ejemplo con autores como Shapin o MacKenzie, cabe afirmar que los intereses ideológicos podrían ser de tres tipos fundamentales²⁴. En primer lugar, estarían los intereses ideológicos profesionales. Estos intereses afectarían a los individuos y a los distintos grupos profesionales específicos dentro de la comunidad científica y serían exclusivamente internos a éstas. En segundo lugar, estarían los intereses ideológicos comunitarios, que vincularían las comunidades científicas y técnicas particulares respecto a otras comunidades y en relación con el contexto social más próximo. Por último, en tercer lugar, estarían los intereses ideológicos sociales en sentido estricto. Estos intereses ideológicos sociales serían así el tipo más representativo de los intereses ideológicos. No obstante, éstos podrían actuar en un sentido doble. Por un lado, mediante la utilización en la ciencia de unos patrones, unos modelos y unas actitudes culturales que funcionarían en la sociedad. Este primer caso ocurriría cuando ciertas creencias científicas y técnicas de los fenómenos fueran

²⁴ Cfr. Shapin, Steven. (1982). «History of Science and its Sociological Reconstructions», en *History of Science*, 20, pp. 157-211; Shapin, Steven. (1994). «El conocimiento frenológico y la estructura social del Edimburgo de principios del diecinueve», en Solís, Carlos. (1994). (Ed.). *Razones e intereses. La historia de la ciencia después de Kuhn*, Barcelona, Paidós, pp. 179-218; MacKenzie, Donald. (1994). «Teoría estadística e intereses sociales», en Solís, Carlos. (1994). (Ed.). *Razones e intereses. La historia de la ciencia después de Kuhn*, Barcelona, Paidós, pp. 126-178.

influidas por las concepciones dominantes en las sociedades actuales en general. Por otro lado, los intereses ideológicos sociales también podrían actuar mediante el uso social de la naturaleza. Este segundo caso consistiría en el uso ideológico y más o menos estratégico del conocimiento que en cierto modo comprende y explica la naturaleza para la justificación o la legitimación de determinados discursos y prácticas sociales, políticas y económicas.

En cualquier caso, quisiera poner de relieve una vez más que, cuando menos para el caso específico de la controversia general sobre el conocimiento de las posibles repercusiones humanas y ambientales negativas derivadas de la libre proliferación mundial de los OMG, estos vínculos constitutivos más o menos sólidos e intencionales entre los distintos intereses profesionales, comunitarios y sociales y las diversas formas de conocimiento científico y técnico serían no en su totalidad pero sí de una manera principal de naturaleza material o económica. Pues cabe afirmar que la mayor parte tanto de los discursos como de las prácticas científicas y técnicas movilizadas en este mismo contexto de discusión central estarían posibilitadas y condicionadas con mucha fuerza y claridad por qué colectivo, empresa, institución u organismo financie económicamente los respectivos proyectos de investigación o de evaluación y, de una forma muy similar, garantice de un modo más o menos directo y estratégico las distintas posiciones profesionales, comunitarias y sociales ocupadas. Por supuesto, cabe precisar una vez más que estas fuertes dependencias económicas más o menos directas y estratégicas se producirían tanto en relación con los diversos productos que se diseñan, se fabrican y se aprueban de acuerdo con los supuestos del paradigma hegemónico de la nueva ingeniería genética como en relación con las anomalías, las críticas o las objeciones teóricas y empíricas que se presentan sobre todo con arreglo a los supuestos del paradigma emergente de la nueva ecología genética.

IV

En esta otra sección, por tanto, daré cuenta de un problema típico en los debates de teoría social actual que en pocas ocasiones ha dejado de estar presente en la descripción y el análisis de la controversia sobre la libre proliferación mundial de los OMG. En particular, me refiero al problema sustantivo de la existencia de un doble plano de análisis desde el que estudiar de una forma bien plausible los distintos intereses sociales y sus más que probables relaciones tanto con los discursos

como con las prácticas científicas y técnicas derivadas de la nueva ingeniería genética. Este doble plano de análisis hace referencia a la existencia de, por un lado, los intereses subjetivos o agenciales que los agentes directamente implicados perciben o consideran de una manera muy consciente como sus propios intereses y, por otro lado, los intereses objetivos o estructurales que, sépanlo los actores o no, les convienen o les son propios por estar vinculados de un modo objetivo o estructural a sus funciones o posiciones sociales específicas.

En este sentido, es casi obvio que éste es un problema muy presente y más o menos resuelto en la teoría social actual. De hecho, he de adelantar que con frecuencia me encontraré en la necesidad de recurrir a ciertas consideraciones claramente presentes en autores clásicos como Marx, Durkheim o Weber y en otros autores contemporáneos como Giddens o Bourdieu. Sin embargo, considero que no debería olvidarse que, no por muy presente y trabajado, el problema de la estructura vs la acción resulta menos importante o fundamental. De igual modo, entiendo que tampoco debería pasarse por alto que, en cualquier caso, la meta prioritaria de esta sección no consiste en procurar solucionar estas disputas constantes en la teoría sociológica clásica y contemporánea sino más bien en mostrar las implicaciones más importantes que este problema podría tener para la mejor comprensión y explicación de la labor central de los distintos científicos y técnicos expertos implicados en la controversia general sobre la libre proliferación mundial de los OMG.

En esta misma línea, por ejemplo, podría comenzarse por atender la propuesta analítica de Dahrendorf, erigida claramente y de una manera especial en el contexto de las consideraciones de autores como Marx, Freud y Merton. Pues para Dahrendorf, los intereses sociales serían de dos tipos fundamentales. Por un lado estarían los intereses manifiestos, que constituyen los motivos psicológicos principales en los que se inspira de una manera subjetiva y estratégica la acción de los diversos actores en sociedad. Por otro lado estarían los intereses latentes, que son más bien propios de las funciones y de las posiciones sociales en las que se encuentran situados los actores particulares y que, por tanto, posibilitan y condicionan en gran medida el discurso y la práctica de

los sujetos individuales sin que éstos sean necesariamente conscientes de aquéllos²⁵.

En consecuencia, debo precisar que con esta distinción analítica no pretendo equiparar la dimensión subjetiva con las formas incorrectas o falsas de la comprensión de los intereses sociales. De modo inverso, considero que tampoco debería asociarse la dimensión objetiva de los intereses sociales con los modos reales o verdaderos de la comprensión de estos intereses. De hecho, cabe apuntar que la realidad de las ilusiones mentadas no sería precisamente irreal por ilusoria. De forma que la dimensión subjetiva de lo social es también y en cierto modo objetiva, real y observable. De modo similar, la existencia de las apariencias no sería, por así decir, realmente irreal o inexistente. Pues, como por ejemplo advierte con claridad el teorema de Thomas, teorema que fue reformalizado y reformulado más tarde por Merton, si los actores sociales definen de un modo mentado o subjetivo una situación específica originariamente irreal como real u objetiva, ésta será real u objetiva cuando menos en sus consecuencias²⁶.

Con lo cual, cabe considerar que las formas sociales subjetivas o aparentes y reales u objetivas no se excluyen o contraponen en sentido estricto. Pues, por un lado, está la realidad que aparece a los actores implicados, mientras que, por otro lado, está la realidad que aparece a los observadores o analistas sociales. De manera que lo sustantivo de la distinción que aquí retomo y propongo es, por tanto, que en el caso de la visión subjetivista priman los intereses conscientes y estratégicos de los actores individuales y colectivos, y sólo en este sentido debería hablarse de las intenciones concretas de los agentes, mientras que en el caso de la visión objetivista lo que priman son las atribuciones de los intereses realizadas por los diversos observadores o analistas sociales al margen de los estados de conciencia de los actores objetivamente implicados en las situaciones específicas.

²⁵ Cfr. Dahrendorf, Ralf. (1979/1957). *Las clases sociales y su conflicto en la sociedad industrial*, Madrid, Rialp, en especial, pp. 213-220.

²⁶ Cfr. Merton, Robert K. (1992/1949-1968). «La profecía que se cumple a sí misma», en Merton, Robert K. (1992/1949-1968). *Teoría y estructura sociales*, México, FCE, pp. 419-434; Merton, Robert King. (1980/1936). «Las consecuencias imprevistas de la acción social», en Merton, Robert King. (1980/1976). *Ambivalencia sociológica y otros ensayos*, Barcelona, Espasa-Calpé, pp. 173-185.

En cualquier caso, queda claro que la dimensión más subjetiva del concepto de interés ha sido con cierta frecuencia motivo de reflexión para las ciencias sociales en general. Desde este punto de vista, serían los intereses subjetivos los que realmente condicionarían el discurso y la acción social. De hecho, sostiene el propio Weber, por acción social debería entenderse precisamente aquella conducta humana a la que los sujetos de la acción enlazan un sentido subjetivo. De forma similar, de acuerdo con sus textos metodológicos, por sociología debería entenderse aquella ciencia que se dedica a interpretar y comprender la acción social humana subjetivamente orientada, para así procurar explicarla causalmente en sus desarrollos y efectos. Con lo cual, según Weber, quedaría claro que la sociología debería centrar sus esfuerzos en comprender y explicar las creencias, las intenciones y los significados mentados y subjetivos de los actores. De modo que el punto metodológico de partida de la sociología comprensiva weberiana sería el individuo y el significado subjetivo atribuido a sus acciones en sociedad.

Desde este mismo punto de vista comprensivo y micro-sociológico, la mayor parte de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología habrían coincidido en poner de relieve que la ciencia sería en gran medida una práctica intencional, utilitaria y estratégica. Para muchos de estos autores, por tanto, la generación y la validación del conocimiento científico y técnico estarían orientadas de un modo subjetivo o utilitarista hacia la consecución de determinados intereses y valores de carácter extracientífico o no-epistémico. Se estaría resaltando así el carácter esencialmente activo de la cognición humana. De manera que, de acuerdo por ejemplo con autores como Barnes, Shapin o MacKenzie, la noción central de interés giraría sobre todo en torno a la idea medular de una ciencia orientada de un modo plenamente consciente y activo hacia la consecución de determinadas metas o fines. De esta forma, cabría interpretar que la práctica científica no debería entenderse siguiendo o reproduciendo de una forma inconsciente y pasiva las reglas, las normas o los valores que, como habrían señalado por ejemplo una buena parte de los sociólogos de la ciencia mertonianos, regirían de un modo muy férreo la labor de los distintos científicos en las sociedades occidentales actuales.

Sin embargo, en relativo contraste con estos postulados de corte comprensivo e interpretativo, debería advertirse, como bien indicara el propio Weber, la distancia muchas veces inevitable o insalvable entre la

voluntad subjetiva inicial de los individuos respecto a los efectos finalmente ocasionados por la puesta en marcha de sus acciones respectivas. Este hecho, por tanto, pondría de relieve algo así como un tipo de fractura constitutiva entre, por un lado, las consecuencias finales de las acciones humanas emprendidas y, por otro lado, las intenciones subjetivas iniciales de los agentes sociales enredados en cada una de las situaciones específicas. De hecho, como bien ha mostrado Bourdieu, el principio metodológico de la no-conciencia sería la condición *sine qua non* para el surgimiento, el desarrollo y la consolidación de la propia sociología como la ciencia de lo social²⁷. De ahí que, claro está, una de las cuestiones sociológicas quizá más complejas y sustantivas se refiera a qué implicaciones relevantes podrían derivarse de este tipo de principios metodológicos en relación expresa con el análisis de la controversia particular que aquí me ocupa de una manera especial.

Con lo cual, como han señalado varios autores, es casi obvio que nuestro concepto de acción social debería dar cuenta tanto de la acción particular con sentido subjetivo como de la acción social que, careciendo de tal componente de conciencia para el actor, se encuentra condicionada de un modo estructural por las acciones de los demás actores en sociedad²⁸. Esta fractura constitutiva mostraría que si bien en ciertas ocasiones es muy pertinente dirigir metodológicamente el estudio de la realidad social entendida ésta como el resultado estratégico de las acciones de los actores, en otras ocasiones es más conveniente subrayar los fenómenos sociales estructurales que no son analizables de un modo muy plausible desde el punto de vista exclusivo de las consecuencias intencionadas de las acciones de los actores. De modo que, si resulta acertado pensar que Marx, Durkheim y Weber hacen hincapié en uno de los dos momentos analíticos sustantivos de la realidad social, bien el momento del estudio macro de las estructuras sociales externas y coercitivas o bien el momento del estudio micro de las acciones humanas orientadas de un modo intencional y subjetivo, más razonable resulta aún sostener que ninguno de estos dos momentos

²⁷ Cfr. Bourdieu, P., Chamboderon, J-C. y Passeron, J-C. (2001/1973). *El oficio de sociólogo. Presupuestos epistemológicos*, Madrid, Siglo XXI, en especial, pp. 29-34.

²⁸ Cfr. Lamo de Espinosa, Emilio. (1990). *La sociedad reflexiva. Sujeto y objeto del conocimiento sociológico*, Madrid, CIS, en especial, p. 60.

analíticos pueden entenderse de una manera adecuada el uno sin el otro²⁹. Pues la realidad social parte del sentido subjetivo que los actores enlazan activamente a sus acciones respectivas pero, en efecto, como parecen olvidar en ciertas ocasiones algunos de los autores que desde una perspectiva metodológica quizá en exceso descriptiva y micro-sociológica trabajan en el contexto disciplinar de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología, prosigue mucho más allá de la voluntad estratégica de los actores y, por tanto, no debería reducirse exclusivamente a ésta.

De este modo, considero que en ningún caso debería subvalorarse esa otra dimensión del concepto de interés que he llamado objetiva o estructural. De hecho, como ya subrayaran los propios Marx y Engels, los distintos actores sociales entrarían en la producción social de su existencia en determinadas relaciones claramente objetivas y, por tanto, ajenas en gran medida a la voluntad estratégica de éstos. Sin embargo, cabe añadir que la dimensión objetiva del concepto de interés incorpora de una manera casi irremediable el problema sustantivo sobre qué sujeto de conocimiento se encontraría, en cada situación temporal y espacial específica, en las condiciones óptimas para el conocimiento o la imputación correcta de estos mismos intereses objetivos. Problema éste que, además, se produciría tanto en relación con los intereses privados de los individuos o los grupos concretos como en relación con el interés público o el interés general del conjunto de la sociedad. De hecho, buena parte de la tradición marxista más estructuralista podría entenderse como un intento más o menos logrado de hacer frente a esta dificultad central recurriendo, por ejemplo, a la clásica pero muy cuestionable idea del punto de vista de la totalidad.

En esta línea, como bien ha señalado Bourdieu en virtud de su interesante propuesta metodológica en torno al indisociable binomio conceptual del campo y el habitus, en clara discrepancia tanto del objetivismo más férreo de la tradición marxista y estructuralista como del subjetivismo más ingenuo de la tradición existencialista y fenomenológica, cabe decir que es sobre todo en el campo de las posiciones sociales donde debería ubicarse tanto los intereses

²⁹ Cfr. Pérez-Agote, Alfonso. (1989). *La sociedad y lo social. Ensayos de sociología*, Bilbao, Universidad del País Vasco, por ejemplo, pp. 65-76.

subjetivos como los intereses objetivos de los actores en sociedad³⁰. De modo que, según indica Bourdieu, la supuesta necesidad de optar o bien por las estructuras objetivas o bien por las intenciones subjetivas de los agentes debería entenderse como uno de los falsos problemas epistemológicos y metodológicos más importantes de la teoría social. Por un lado, el objetivismo metodológico más férreo sería ciertamente insatisfactorio al no percatarse de la importancia crucial de las representaciones subjetivas de los actores sociales. Por otro lado, el subjetivismo metodológico radical sería también muy inadecuado al no tener en cuenta las presiones que las estructuras sociales externas y objetivas ejercen sobre las acciones de los agentes. De forma que el devenir de las sociedades humanas no estaría totalmente determinado por las estructuras objetivas imperantes ni se encontraría plenamente subordinado a las intenciones subjetivas de los actores.

De manera similar a la propuesta metodológica de Bourdieu, la teoría de la estructuración de Giddens defendería que la constitución de las acciones concretas de los agentes y de las propiedades estructurales de los sistemas sociales no conformaría un par de conjuntos plenamente aislados o independientes. De esta forma, este par de conjuntos no representaría tanto un simple dualismo sino más bien una dualidad de las estructuras donde las propiedades estructurales de los sistemas son, al tiempo, el medio y el resultado de las prácticas que organizan los agentes de un modo subjetivo, activo y reflexivo. Con lo cual, según Giddens, las estructuras sociales no sólo reprimirían las acciones humanas sino que, además, constituirían las condiciones para el surgimiento y el desarrollo de éstas. De modo que, en suma, las macro-estructuras sociales posibilitan y reprimen los micro-procesos humanos al tiempo que los propios micro-procesos humanos posibilitan y condicionan, incluso sin realmente pretenderlo, la reproducción o la transformación de las macro-estructuras sociales³¹.

Cabe decir así que quizá una de las conclusiones más sustantivas a las que he llegado en esta sección indica que los intereses sociales movilizados de una manera activa y estratégica por los distintos

³⁰ Cfr. Bourdieu, Pierre. (2000/1984). *Cuestiones de sociología*, Madrid, Istmo, por ejemplo, p. 118.

³¹ Cfr. Giddens, Anthony. (1997/1976). *Las nuevas reglas del método sociológico*, Buenos Aires, Amorrortu; Giddens, Anthony. (1995/1984). *La constitución de la sociedad*, Buenos Aires, Amorrortu.

científicos y técnicos expertos implicados en esta controversia particular serían una causa necesaria pero quizá no suficiente en la constitución de los procesos de generación y de validación de los conocimientos científicos y técnicos. De esta forma, considero que no debería diferenciarse con una rotundidad excesiva entre unos intereses objetivos y unos intereses subjetivos ligados a los discursos y las prácticas derivadas tanto del paradigma hegemónico o dominante de la nueva ingeniería genética como del paradigma emergente de la nueva ecología genética. Por una parte, porque las definiciones subjetivas y estratégicas que los diversos actores atribuyen a los problemas están posibilitadas e influidas por las estructuras objetivas en las que éstas tienen lugar. Por otra parte, porque los intereses sociales estructurales también están posibilitados y condicionados por los intereses estratégicos que los actores reproducen y transforman de una manera más o menos estable o reflexiva.

V

En este apartado, he realizado una serie de tareas orientadas sobre todo a la mejor comprensión y explicación de la controversia general sobre el conocimiento y la evaluación de las posibles consecuencias humanas y ambientales adversas derivadas de la libre proliferación mundial de los OMG. En primer lugar, he procurado mostrar que la distribución social del poder está relacionada en cierto modo con la distribución social del conocimiento científico y técnico. En segundo lugar, he presentado los diversos tipos de intereses sociales, políticos y económicos de carácter supuestamente extracientífico o no-epistémico que están conectados de una manera constitutiva al conocimiento científico y técnico. Por último, en tercer lugar, he explicitado el doble plano analítico, el subjetivo y el objetivo, donde deberían ubicarse los diversos intereses sociales, políticos y económicos en competencia en relación expresa con la discusión sustantiva en torno a la libre circulación mundial de los OMG.

En este sentido, quisiera recordar que la labor principal no ha consistido en afirmar que todos los científicos y técnicos expertos ligados a la nueva ingeniería genética trabajan siempre honradamente para garantizar la pura acumulación de los conocimientos científicos y técnicos. Pues seguro que existen algunos expertos que trabajan en la resolución del debate general sobre la posible viabilidad humana y ambiental de los distintos productos transgénicos cuya preocupación

más sustantiva gira no tanto en torno a la clásica búsqueda desinteresada de la auténtica verdad de las cosas sino más bien en torno a cómo maximizar los beneficios económicos personales, profesionales, comunitarios o de las empresas y las organizaciones respectivas para las que ellos mismos trabajan. De igual modo, la meta sustantiva tampoco ha radicado en afirmar que todos los especialistas aquí involucrados trabajan siempre de una forma notablemente consciente y estratégica al servicio exclusivo de los intereses sociales, políticos y económicos en competencia. Pues seguro que existen algunos científicos y técnicos expertos que trabajan en la resolución de la controversia central sobre la posible viabilidad de los distintos productos transgénicos cuya intención subjetiva más importante consiste simplemente en llegar al auténtico conocimiento de si los diversos alimentos transgénicos entrañan o no una serie de posibles riesgos humanos o ambientales adversos específicos.

De esta forma, como he mostrado al ocuparme del problema medular de la tensión micro vs macro y de las consecuencias imprevistas e indeseadas de la acción social presente en la teoría social clásica y contemporánea, debo apuntar que una cosa es lo que los expertos quieren hacer y otra cosa es lo que los expertos finalmente hacen y desencadenan en términos sistémicos como resultado del desempeño de su propio trabajo. Por consiguiente, la finalidad prioritaria para este apartado ha consistido en mostrar que el quehacer de los científicos y técnicos expertos involucrados en la discusión genérica sobre la libre proliferación mundial de los productos transgénicos no debería comprenderse y explicarse al margen de los distintos intereses sociales, políticos y económicos en competencia que, de un modo más o menos consciente o estratégico, posibilitan y condicionan en gran medida tanto sus investigaciones particulares como sus respectivas posiciones profesionales, comunitarias y sociales.

3. Las tensiones entre los valores

Como he señalado con anterioridad, la meta prioritaria de este capítulo quinto consiste en exponer y analizar cómo es posible que, cuando menos de momento, no se haya asistido al cierre de la controversia general sobre el conocimiento y la evaluación de las posibles repercusiones humanas y ambientales negativas derivadas de la libre proliferación mundial de los OMG. Con la finalidad de

proporcionar una respuesta satisfactoria o plausible a este interrogante específico, he presentado de momento dos de las tres opciones interpretativas que, considero, son las fundamentales. La interpretación más realista o positivista afirma que si la discusión central sobre los productos transgénicos de momento no ha podido cerrarse ello se debería a determinadas carencias racionales y empíricas. Pero ya he mostrado en el apartado primero que, en suma, esta opción interpretativa resulta muy ingenua, superficial y acrítica y que, de hecho, genera muchas más preguntas que respuestas. Por su parte, cabe decir que la opción materialista sostiene que si de momento no se ha asistido a la clausura de esta misma controversia específica ello se debería no tanto a la existencia de determinadas carencias racionales y empíricas sino más bien a que se estaría sobre todo en presencia de un claro y sólido conflicto entre intereses sociales, políticos y económicos claramente divergentes o incluso contradictorios.

Sin embargo, considero que no piso en terreno muy falso cuando afirmo que tanto en las relaciones genéricas entre la ciencia, la tecnología y la sociedad como en el caso específico de la controversia central en torno al diagnóstico de la posible viabilidad humana y ambiental de los distintos alimentos transgénicos no todo son nítidas relaciones de fuerza o evidentes conflictos entre intereses alternativos en clara competencia. Por supuesto, siempre me queda el recurso analítico muy cómodo y recurrente de darme por satisfecho con este modelo interpretativo materialista y, frente a las posibles críticas, defenderme afirmando que los conceptos de poder e interés que estoy manejando son mucho más amplios y ricos de lo que frecuentemente se da por sentado. Empero, entiendo que si se estiran demasiado los conceptos de poder e interés se corre el riesgo no menor de tornarlos excesivamente ambiguos, frágiles y, por último, estériles. Con lo cual, sostengo a continuación que una de las cuestiones sociológicas quizá más sustantivas ya no sería tanto si la controversia central sobre la libre proliferación mundial de los productos transgénicos puede comprenderse y explicarse como la consecuencia de una fuerte tensión entre los intereses sociales, políticos y económicos en juego sino si esta misma polémica particular sólo puede comprenderse y explicarse como el resultado de una fuerte tensión entre los intereses sociales, políticos y económicos en competencia.

En consecuencia, en lo que sigue presento y analizo una tercera y última opción interpretativa fundamental que he llamado idealista o

culturalista. Esta opción interpretativa tercera, que sería claramente compatible con la opción anterior, reivindica la necesidad de ir un poco más allá de la interpretación materialista que pivota sobre los conceptos de poder e interés. El motivo más importante sería la posible presencia de una fuerte tensión entre los valores, las ideas, las creencias y dos visiones del mundo típico-ideales en competencia. En primer lugar, por tanto, expondré la actitud dominante en la sociología ante el estudio de los valores en general. En segundo lugar, ilustraré la tipología y el espacio de los valores presentes en la práctica científica y técnica. Por último, en tercer lugar, daré cuenta de lo que, considero, son las dos visiones del mundo típico-ideales presentes y dominantes en la discusión central sobre la libre proliferación mundial de los OMG.

I

En términos generales, cabe decir que el estudio de los valores ha despertado con cierta frecuencia un interés notable en diversos campos disciplinares, como en los casos de la filosofía, la moral, la psicología, la ciencia política, la economía o la propia sociología. Desde esta multiplicidad de perspectivas, se sostiene de una manera muy habitual que los valores se referirían a aquel conjunto de ideas o creencias que a un sujeto de conocimiento le permiten dilucidar si un objeto o un estado de cosas es bueno o malo en sí mismo, o mejor o peor que algo con lo que es comparado. Lo cual significa que, como diría el propio Weber, si bien los juicios de hecho hablarían acerca de cómo son las cosas consideradas éstas en sí mismas, los juicios de valor lo harían más bien acerca de cómo éstas deben ser. De modo que una de las cuestiones más sustantivas consistiría en cómo diferenciar con relativa claridad entre cómo es para un sujeto de conocimiento la realidad social y natural en cuanto tal y cómo le gustaría a este sujeto cognoscente, de un modo más o menos intencional o estratégico, que fuera esta misma realidad para la obtención o el mantenimiento de determinados objetos o estados de cosas.

No obstante, la propuesta de definición de valor que hago no debería diferenciarse o distanciarse en exceso de la propuesta de definición de interés ya realizada. De hecho, cabría subrayar por ejemplo que ambos conceptos se relacionan al modo de unas afinidades electivas. De manera que los intereses y los valores serían dos realidades dialécticamente interconectadas e interdependientes. Pues, considero, si bien cabe sostener que interesa lo que se valora,

asumiendo en este caso que los valores condicionan de una manera notable la constitución de los intereses, de igual modo puede afirmarse que se valora lo que interesa, entendiendo en este otro caso que son los intereses los que condicionan la formación de los valores.

En cualquier caso, debo apuntar que si la sociología ha estudiado poco menos que desde sus inicios fundacionales la relevancia social de los valores ello se debería a que el origen o la esencia de los valores no sería tanto de carácter divino, biológico, racional o psicológico sino de carácter histórico y social. De forma que, como por ejemplo habría indicado la tradición sociológica del funcionalismo estructural, primero con Durkheim y más tarde con Parsons, sin un sistema de normas y de valores bien constituido e interiorizado por los miembros de una sociedad, lo individual en cuanto tal resultaría poco menos que impensable o inimaginable. Lo cual sería claramente compatible, según han advertido por ejemplo autores como Joas, con la necesidad en teoría sociológica de no olvidar el estudio de aquella otra dimensión irreductiblemente creativa o innovadora de la acción social. Pues cabe poner de relieve que esta dimensión creativa expresaría una aporía teórica ciertamente importante tanto de los modelos económicos o utilitaristas del actor racional como de aquellas otras orientaciones sociológicas afines al funcionalismo o al estructuralismo más férreo y determinante³². De hecho, queda claro que las personas concretas no crean o inventan sus propios valores en sentido estricto sino que los recrean, los reinventan y los hacen propios en virtud del elenco de los valores histórica y socialmente posibilitados y constituidos. En segundo lugar, cabe señalar desde buena parte de la tradición sociológica que si algo caracteriza a los valores ello sería su fuerte impronta convencional y relativa. De ahí que, como por ejemplo ha indicado Bourdieu, si algo fuera tomado como valioso ello no se debería tanto a determinadas características racionales u objetivas sino más bien al propio acto de preferencia subjetiva o intersubjetiva que está histórica y socialmente posibilitado y condicionado.

³² Cfr. Joas, Hans. (1998/1992). *El pragmatismo y la teoría de la sociedad*, Madrid, CIS; Joas, Hans. (1996/1992). *The Creativity of Action*, Cambridge, Polity Press; Joas, Hans. (2000/1997). *The Genesis of Values*, Cambridge, Polity Press.

II

Como he adelantado, a continuación procuraré mostrar y analizar el espacio de los valores en la práctica científica y técnica. Para comenzar, cabe decir que de acuerdo con el núcleo duro de la concepción más habitual de las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, los únicos valores que podrían estar presentes de una forma legítima en el propio quehacer de los científicos serían los valores epistémicos o cognitivos. En términos generales, como por ejemplo habría mostrado el propio Kuhn, bajo el rótulo de los valores epistémicos y cognitivos podrían englobarse aquellos valores relativos sobre todo a la búsqueda de la verdad, la precisión, la coherencia, la amplitud, la simplicidad, la fiabilidad, la eficacia instrumental, la fecundidad en las predicciones o la revelación de nuevos fenómenos o relaciones de cosas³³.

Con lo cual, la meta principal de algunos filósofos de la ciencia consistiría en estudiar aquellos valores epistémicos y cognitivos relacionados de una manera directa con la evaluación racional de las diversas teorías científicas en competencia. La tarea más sustantiva consistiría, como por ejemplo diría Laudan, en procurar esclarecer el papel decisivo desempeñado por los valores cognitivos y epistémicos en el despliegue de la racionalidad científica en cuanto tal. De modo que si puede producirse la presencia de los valores en la empresa científica y técnica interna, se sostiene de una manera muy habitual que esta presencia en modo alguno se encontraría relacionada con determinados componentes relativos al ámbito de lo social, lo político o lo económico³⁴.

Sin embargo, cabría recordar cómo diversos historiadores y sociólogos del conocimiento y de la ciencia habrían coincidido en subrayar que en distintos campos de la investigación científica y tecnológica se estarían incorporando determinados intereses y valores no reductibles al ámbito de lo exclusivamente cognitivo o epistémico. En este sentido, si bien muy pocas personas ponen en duda que el complejo ciencia y tecnología genera muchos beneficios para la humanidad, lo cierto es que cada vez se insistiría más en los posibles

³³ Cfr. Kuhn, Thomas Samuel. (1987/1973). «Objetividad, juicios de valor y elección de teorías», en Kuhn, Thomas Samuel. (1987/1977). *La tensión esencial*, México, FCE, pp. 344-364.

³⁴ Cfr. Laudan, Larry. (1984). *Science and Values*, Berkeley, University of California, en especial, pp. XI-XII.

riesgos sociales y ambientales adversos asociados también a algunos de los productos o de las prácticas, como en los casos de las industrias relacionadas con el armamento, la alimentación, la medicina, la energía nuclear o las nuevas tecnologías de la comunicación. De este modo, el complejo ciencia y tecnología habría dejado de ser contemplado socialmente como una empresa definida sólo por la mera pasión por el auténtico conocimiento y la simple disponibilidad instrumental para ser percibido más bien como un conjunto de recursos muy capaces de transformar el mundo en general con arreglo a diversos intereses y valores extracientíficos y, muchas veces, escasamente explicitados. De hecho, ya he mostrado en ocasiones diversas cómo los productos y las prácticas derivadas del paradigma dominante de la nueva ingeniería genética podrían repercutir de una manera tanto positiva como negativa en determinados colectivos humanos y ambientales.

No obstante, al margen de estas consideraciones genéricas, quisiera indicar que la presencia de los valores en el complejo ciencia y tecnología podría ubicarse en relación con diferentes espacios de análisis. En primer lugar, por ejemplo, cabría resaltar que el propio hecho de optar sobre qué, cuándo, dónde, cómo o para qué estudiar determinadas cuestiones o problemas resulta siempre un espacio donde la presencia de los diversos valores individuales y colectivos desempeña un papel decisivo. De forma que la elección de determinados temas de investigación se haría siempre otorgando preferencia a unos temas sobre otros. De igual modo, siempre debería tenerse en cuenta la inversión en tiempo, en esfuerzos y en recursos tanto materiales como humanos. De manera que todo este elenco de elecciones en modo alguno podría realizarse si no se encuentra posibilitado y condicionado de una manera suficiente por determinados fines o valores específicos que no pueden ser plenamente reductibles a la mera expresión epistémica o instrumental de las distintas prácticas científicas y técnicas.

En segundo lugar, la presencia de los valores en el quehacer científico y técnico puede explicitarse en relación con los siempre contingentes y flexibles procesos de interpretación de los resultados empíricos. De este modo, cabe constatar cómo responder a interrogantes como hasta qué punto la información con la que se cuenta en cada situación espacial y temporal específica es suficientemente coherente, consistente o precisa para justificar que se establezcan determinadas generalidades o predicciones futuras, puede convertirse

en una tarea enormemente compleja si no es teniendo en cuenta los distintos procesos de interpretación posibilitados y condicionados de un modo claramente valorativo. En consecuencia, los valores estarían presentes de un modo constitutivo en los diversos procesos de gestión del llamado riesgo cognitivo. Es decir, que los valores estarían presentes en los diversos procesos de negociación colectiva acerca de, por ejemplo, qué tipo de pruebas empíricas o qué cantidad y calidad de estas mismas pruebas empíricas se requieren para consensuar o justificar lo razonable de determinados diagnósticos o evaluaciones científicas y técnicas relativas, por ejemplo y para este caso específico, a las posibles consecuencias humanas o ambientales negativas derivadas de la libre proliferación mundial de los OMG.

En tercer lugar, los valores no-cognitivos o no-epistémicos también se encontrarían muy presentes en la actitud de los propios trabajadores científicos y técnicos expertos. Por ejemplo, haciendo que éstos se guíen, por un lado, por la perseverancia en el trabajo, el cuidado por los detalles, la honradez y la honestidad intelectual o el rechazo de los posibles sobornos o, por otro lado, por la impaciencia, el completo desinterés por ser ciertamente rigurosos, la inmoralidad o la propensión de subordinar la supuesta imparcialidad de la comunidad científica respecto a determinados intereses sociales, políticos y económicos. De este modo, la tradicional búsqueda desinteresada y avalorativa de la auténtica verdad de las cosas se vería posibilitada y condicionada de una manera notable por determinados criterios y fines esencialmente interesados y valorativos.

Por último, en cuarto lugar, cabe decir que los valores en principio extracientíficos o no-epistémicos también estarían muy presentes en la práctica científica y técnica cotidiana en relación con las posibles consecuencias futuras de los productos y los artefactos respectivos. De este modo, los diversos investigadores particulares podrían desarrollar su trabajo alentados por los posibles beneficios más o menos materiales o inmateriales relacionados tanto con su propio bienestar personal y profesional como con el bienestar, la salud, la longevidad o la comodidad general de determinadas personas o colectivos. De hecho, en especial en espacios de investigación donde la innovación constante y la maximización de la rentabilidad económica conforman un todo casi insoluble, como en los casos de la medicina, la alimentación, la energía nuclear, las nuevas telecomunicaciones o, por supuesto, la nueva ingeniería genética, cabe constatar que determinados valores

supuestamente extracientíficos o no-epistémicos estarían posibilitando y condicionando de una manera notable la labor de los diversos científicos y técnicos expertos, por ejemplo, al diagnosticar y evaluar el nivel de los riesgos humanos y ambientales razonablemente aceptables asociados a una heterogeneidad de los productos y los artefactos.

III

Como he señalado, la meta prioritaria de este capítulo consiste en exponer y analizar cómo es posible que, cuando menos de momento, no se haya asistido al cierre de la controversia científica y técnica en torno a la libre proliferación mundial de los OMG. Desde este punto de vista, por tanto, considero que una de las cuestiones sociológicas más importantes no consiste tanto en procurar esclarecer qué posición lleva más o menos razón o posee más o menos verdad, como se interroga la mayoría de los expertos y de los actores sociales implicados en esta misma controversia, sino en cómo desde la teoría sociológica actual puede comprenderse y explicarse de una manera plausible la existencia y la persistencia de posiciones científicas y técnicas tan divergentes respecto al problema central de las posibles consecuencias humanas y ambientales adversas derivadas de la libre proliferación mundial de los OMG. En este sentido, una de las conclusiones más importantes a las que he llegado hasta aquí consiste en que, si de momento no se ha clausurado esta controversia ello no se debería tanto a determinadas carencias racionales y empíricas sino más bien a la existencia de una fuerte tensión entre los intereses y los valores sociales, políticos y económicos en juego. Lo cual, como he mostrado, no significa tanto que los intereses y los valores sociales, políticos y económicos invadan o contaminen de una manera claramente ilegítima o fraudulenta el espacio de la pura racionalidad científica y de la auténtica práctica empírica sino más bien que el espacio de la racionalidad científica y de la práctica empírica resultaría poco menos que inconcebible al margen por completo de estos mismos intereses y valores sociales, políticos y económicos en competencia.

De hecho, los científicos y técnicos expertos que trabajan por ejemplo con arreglo al paradigma hegemónico de la nueva ingeniería genética, como cualquier otro colectivo social, participarían de los mismos intereses y valores presentes y dominantes en las sociedades actuales que los posibilitan y los condicionan. De este modo, se ha señalado desde la antigüedad que el conocimiento de la propia

naturaleza de los seres humanos debería referirse a la natural socialidad de éstos. También, cabe añadir, en el caso de los diversos colectivos de científicos y técnicos expertos. Pues, como bien habría advertido por ejemplo aquel filósofo griego en relación con el *zoón politikón*, si el hombre no participa de las normas y los valores de la *polis*, éste o bien es menos que un hombre y entonces es un animal o bien es más que un hombre y entonces es un dios³⁵.

De manera que la dificultad notable de cerrar la polémica central en torno al conocimiento de las posibles consecuencias humanas y ambientales adversas derivadas de los distintos alimentos transgénicos recurriendo en exclusiva a la racionalidad científica y a la práctica experimental podría deberse a la presencia de determinados intereses y valores supuestamente extracientíficos o no-epistémicos cuyo perfil típico-ideal invitaría, según sostengo a continuación, o bien a recuperar los viejos términos de concepciones del mundo o de visiones del mundo³⁶, o bien a servirnos de los conceptos algo más recientes de maneras de pensar o de estilos de pensamiento³⁷. Con la recuperación de estas nociones clásicas, más atribuibles, aunque sólo en principio, al saber cotidiano del hombre común que al saber específico propio del científico y técnico experto, quisiera referirme a aquel conjunto de supuestos, ideas, creencias, intereses, valores u orientaciones cognitivas fundamentales que hablan de una forma casi indistinta acerca de cómo es y acerca de cómo debería ser el mundo natural en general y el mundo social que en él habita en particular. Se trataría, pues, del

³⁵ Aristóteles. (1998/1986). *La política*, Madrid, Alianza, libro primero, capítulo II, 1253a, pp. 47-48.

³⁶ Cfr. Dilthey, Wilhem. (1988/1911). *Teoría de las concepciones del mundo*, Madrid, Alianza; Jaspers, Karl. (1967/1919). *Psicología de las concepciones del mundo*, Madrid, Gredos; Mannheim, Karl. (1952/1923-1929). «On the Interpretations of Weltanschauung», en Mannheim, Karl. (1952/1923-1929). *Essays on the Sociology of Knowledge*, Londres, Routledge and Kegan. Consúltense de igual modo los trabajos: Redfield, Robert. (1952). «The Primitive World View», en American Philosophical Society, *Proceedings*, 96, pp. 30-36; Redfield, Robert. (1953). *The Primitive World and Its Transformations*, Ithaca, N. Y., Cornell Univ. Press.

³⁷ Cfr. Douglas, Mary. (1978/1970). *Símbolos naturales. Exploraciones en cosmología*, Madrid, Alianza; Douglas, M. y Wildavsky, A. (1982). *Risk and Culture. An Essay on the Selection of Technological and Environmental Dangers*, Berkeley, Un. of California Press; Douglas, Mary. (1996/1985). *La aceptación del riesgo según las ciencias sociales*, Barcelona, Paidós; Douglas, Mary. (1998/1996). *Estilos de pensar. Ensayos críticos sobre el buen gusto*, Barcelona, Gedisa.

conjunto de los supuestos cognitivos más relevantes acerca del origen, la esencia, el sentido o la finalidad última de la vida humana y del mundo natural en general.

En todo caso, si bien de una manera quizá en exceso esquemática, me gustaría enriquecer semánticamente estos mismos términos clásicos proponiendo cinco características, propiedades o funciones analíticas que, considero, son ciertamente importantes. En primer lugar, la capacidad de explicitar por qué algunos expertos o colectivos sociales en general infieren cosas realmente dispares o incluso contradictorias en virtud de la supuesta existencia de unos mismos datos empíricos. En segundo lugar, la capacidad de mostrar que los procesos de observación e interpretación del mundo difícilmente pueden entenderse al margen de los estándares respectivos de deseabilidad. En tercer lugar, cabe subrayar que este conjunto de supuestos cognitivos fundamentales opera tanto a un nivel consciente o estratégico como a un nivel inconsciente o estructural. En cuarto lugar, poner de relieve que las diversas concepciones o visiones del mundo posibilitan y condicionan tanto los intereses y los valores sociales, políticos y económicos en general como los intereses y los valores de los propios paradigmas científicos y técnicos en particular, como en el caso específico del paradigma establecido de la nueva ingeniería genética y en el caso del paradigma emergente de la nueva ecología genética que lo cuestiona y pretende desplazarlo. Por último, en quinto lugar, subrayar que si bien los intereses y los valores condicionan y posibilitan los procesos de observación e interpretación, también los discursos y las prácticas condicionan y posibilitan los procesos sociales de consolidación y transformación de estos mismos intereses y valores supuestamente extracientíficos o no-epistémicos.

De este modo, presento y analizo a continuación las dos visiones del mundo típico-ideales que posibilitan y condicionan de una manera notable la controversia sobre el conocimiento de las posibles consecuencias humanas y ambientales adversas derivadas de la libre proliferación mundial de los OMG. A la primera de estas dos formas típico-ideales la llamaré individualista y liberal. Mientras, a la segunda la denominaré comunitaria e igualitarista. Por supuesto, siguiendo por ejemplo una propuesta de análisis realizada por Bloor, desarrollada para describir y analizar en especial el debate tanto epistemológico como ideológico mantenido entre Popper y Kuhn, podría haber adoptado otros conceptos u otras denominaciones y, por un lado, llamar

por ejemplo a la posición partidaria de la libre proliferación mundial de los distintos productos transgénicos como la visión del mundo típico-ideal ilustrada y, por otro lado, llamar a la posición detractora de estos mismos productos y prácticas como la visión del mundo típico-ideal romántica³⁸.

No obstante, a pesar de su posible interés heurístico o analítico, considero que este tipo de propuestas conceptuales no acaba de expresar con claridad y fuerza suficientes algo que es quizá lo más importante y significativo. Estas carencias analíticas se deberían sobre todo a que, como ya he mostrado, tanto los componentes reconocidos con mucha frecuencia como científicos, racionales o ilustrados como aquellos otros componentes reconocidos con frecuencia similar como arracionales o acientíficos posibilitan, condicionan y están muy presentes en sendas posiciones fundamentales en controversia. En consecuencia, entiendo que este debate sustantivo no debería comprenderse y explicarse como una lucha de la ciencia, la racionalidad y el conocimiento auténticamente ilustrado contra la irracionalidad, el sentido y el romanticismo sino más bien y en todo caso como una lucha que tiene lugar entre dos estilos o dos maneras de científicidad, de racionalidad y de Ilustración.

Claro que la presentación de estas dos visiones del mundo típico-ideales puede parecer en exceso simplificadora, exagerada o incluso maniquea. Lo puede parecer porque, en efecto, podrían existir discursos o prácticas que se ajusten a estas dos o a ninguna de estas dos formas típico-ideales. De manera que optar por presentar estas dos formas típico-ideales, en lugar de optar por presentar tres, cuatro o cinco de estos modelos de interpretación, resulta una elección en cierto modo contingente o arriesgada. Sin embargo, es casi obvio que la finalidad principal de los mapas no consistiría tanto en reproducir por completo una realidad inicial como en reducirla y simplificarla a lo fundamental. La posible crítica, por tanto, no debería provenir de los ejemplos

³⁸ Cfr. Bloor, David. (1998/1976). *Conocimiento e imaginario social*, Barcelona, Gedisa, pp. 101-137, en especial, pp. 110-115. Consúltense en este mismo sentido los trabajos siguientes: Todt, Oliver. (2004). «El conflicto sobre la ingeniería genética y los valores subyacentes», en *Sistema*, 179-180, pp. 89-102; Herrera Racionero, Paloma. (2004). «Creer en los argumentos y argumentar las creencias. La “guerra de los OGMs”», en *VIII Congreso Español de Sociología*, Federación Española de Sociología, Alicante, septiembre de 2004.

concretos que supuestamente escapan a los modelos de análisis sino más bien de mostrar que estas dos formas típico-ideales no expresan, como digo, lo más importante o fundamental.

En consecuencia, comenzaré por mostrar la estructura principal de la visión del mundo típico-ideal que he llamado individualista y liberal. En primer lugar, según esta visión del mundo, la entidad humana básica no sería tanto la comunidad como el individuo concreto. Pues se asume que el individuo concreto estaría antes y por encima de la comunidad. De forma que la comunidad sería percibida como la suma de las relaciones individuales particulares. Así, si en un momento dado puede reconocerse la existencia de determinadas estructuras o instituciones sociales más allá de los individuos particulares, casi siempre se pone de relieve que éstas son, en todo caso, la consecuencia prevista y querida de la toma de unas decisiones individuales específicas. Los individuos concretos, por tanto, serían concebidos metafóricamente al modo de unos átomos muy acabados, poderosos y autosuficientes. Desde el punto de vista político, se trata sobre todo de establecer un régimen normativo que garantice los derechos de las personas concretas consideradas éstas de una forma esencialmente aislada e individual.

En segundo lugar, se participaría de un concepto de sociedad según el cual los individuos particulares tienden de una manera habitual a perseguir sus intereses privados. Lo cual, se supone, promovería el desarrollo o el bienestar de la comunidad social y natural en su conjunto. Por todo ello, se entiende que cuanto menos se intervenga políticamente en la vida de los individuos particulares mucho mejor. Pues se asume que las personas concretas al perseguir sus respectivos intereses privados o particulares contribuirían incluso sin darse cuenta de ello al bien general de la comunidad en su conjunto³⁹.

En tercer lugar, se partiría de un concepto de naturaleza según el cual ésta sería considerada básicamente una mercancía. Se entiende así que la sociedad y la naturaleza estarían claramente diferenciadas y que la naturaleza sería poco menos que la adversaria de la humanidad. El supuesto cognitivo central afirma que la naturaleza debería estar siempre al servicio de los seres humanos, tanto de sus necesidades primarias y secundarias como de sus respectivos intereses u objetivos.

³⁹ Cfr. Mandeville, Bernard. (1982/1714-1729). *La fábula de las abejas. Los vicios privados hacen la prosperidad pública*, México, FCE; Smith, Adam. (1985/1883). *La riqueza de las naciones*, Barcelona, Orbis.

La naturaleza, por tanto, sería percibida sobre todo como un obstáculo que debería superarse o como una barrera que debería derribarse. Por todo ello, se asume que el hombre debería hacer suya, como en el proyecto baconiano del saber, la meta fundamental de dominar, controlar, domesticar y mejorar la naturaleza exterior. En consecuencia, de acuerdo con esta visión del mundo típico-ideal que he llamado individualista y liberal, la naturaleza sería considerada un recurso a valorar en términos de utilidad. La naturaleza, por tanto, no tendría un valor propio o intrínseco sino más bien un valor claramente instrumental o utilitario.

En cuarto lugar, el imperativo normativo dominante sería la ley de la búsqueda constante, y casi a toda costa, de los intereses particulares. En relación por ejemplo con la controversia general que aquí me ocupa de una manera especial, se considera, por un lado, que deberían defenderse sobre todo los intereses particulares de las organizaciones y de las entidades empresariales ligadas a la nueva ingeniería genética y que, por otro lado, los distintos productos deberían producirse y comercializarse con una total libertad para así generar la máxima rentabilidad económica posible.

En quinto lugar, se defendería sobre todo un tipo de valores que afirma o ensalza la libertad política y económica de los individuos particulares. Más en concreto, ha de precisarse que se sería muy individualista en lo político y muy liberal en lo económico. La finalidad sustantiva consistiría así en procurar garantizar jurídicamente la libertad individual, la economía de libre mercado y la mano invisible que, de una manera poco menos que mecánica, natural, espontánea o mágica, transformaría supuestamente los intereses privados de los individuos en el bienestar de la comunidad social. Con lo cual, como he señalado, se daría por sentado que los individuos concretos al perseguir sus intereses particulares servirían incluso sin pretenderlo a la prosperidad de la colectividad social. De este modo, la forma óptima de la distribución, la jerarquización y la estructuración social sería aquella consecuencia de la meritocracia y de la libre competencia entre las diversas partes integrantes. De ahí que se suponga por ejemplo que cada cual tiene únicamente lo que se merece al mismo tiempo que cada cual se merece solamente lo que tiene.

En sexto lugar, el estilo de pensamiento típico-ideal que he llamado individualista y liberal acostumaría con mucha frecuencia a emplear proclamas del tipo: todo marcha bien y está bajo riguroso control, no

preguntes y consume los productos, relájate y disfruta, no te preocupes y sé feliz. La idea principal, por ejemplo en el caso de la controversia genérica en torno al conocimiento de las posibles consecuencias humanas y ambientales adversas derivadas de la libre proliferación mundial de los OMG, afirmaríá así que los actores individuales y colectivos no deberían tener ningún tipo de miedo irracional e injustificado por participar en la transformación biológica tanto de la naturaleza exterior como de la propia humanidad. De forma que las personas de las sociedades actuales en general no deberían mostrarse tan injustificada e irracionalmente temerosas ante la posibilidad de contribuir a la creación de una segunda, tercera o, por así decir, enésima naturaleza.

Por último, en séptimo lugar, esta visión del mundo típico-ideal se fundamentaría en un utopismo futurista asentado en la idea motriz del progreso de la humanidad. De manera que el progreso de las sociedades actuales en general dependería del crecimiento económico, y éste a su vez sería la consecuencia poco menos que necesaria del desarrollo científico y tecnológico. De hecho, sostienen por ejemplo los diversos colectivos sociales partidarios de los alimentos transgénicos, si los colectivos sociales detractores de la nueva ingeniería genética se oponen de una manera tan frontal y decidida a la libre proliferación mundial de los distintos productos transgénicos ello se debería sobre todo al fuerte temor irracional e injustificado ante el cambio, la novedad y el progreso.

En los párrafos anteriores he presentado los rasgos más importantes de la visión del mundo típico-ideal que he llamado individualista y liberal. En lo que sigue presentaré la estructura cognitiva central que define a la visión del mundo típico-ideal que he denominado comunitaria e igualitarista. En primer lugar, diré que, según esta visión del mundo, la unidad humana básica no sería el individuo concreto sino la comunidad social. Pues se da por sentado que la comunidad social estaría antes y por encima de los individuos particulares. En este sentido, se subraya que el todo estaría antes y sería algo más que la mera suma de las partes integrantes. De manera que las estructuras sociales serían previas y ejercerían un poder coercitivo notable sobre todas las acciones individuales específicas. En este sentido, se considera por ejemplo que no existiría una individualidad fuerte previa a la socialización y que, en cualquier caso, esta misma socialización

siempre debería guiarse con arreglo a la integración socialmente definida y orientada de los sujetos particulares.

En segundo lugar, se parte de un concepto de sociedad que admitiría que muchos de los individuos se dediquen a perseguir tanto los intereses generales o altruistas como los intereses particulares que, al parecer, pueden entorpecer de un modo más o menos consciente el desarrollo de la comunidad en su totalidad. De una forma muy esquemática, puede decirse que la vida social sería algo así como un conflicto casi permanente o estructural entre, por un lado, quienes movidos por la privacidad y el egoísmo se relacionan para imponer unas relaciones más o menos alienantes, enajenantes o anómicas a los demás y, por otro lado, quienes guiados por el altruismo, la cooperación y la solidaridad se asocian para procurar promover la emancipación de aquellas personas o colectivos más oprimidos. En cualquier caso, se entendería que los intereses particulares o egoístas casi siempre deberían sacrificarse, gestionarse o regularse en favor del bien superior del conjunto de la comunidad social y natural.

En tercer lugar, de acuerdo con esta visión del mundo típico-ideal, la naturaleza no debería considerarse una mera mercancía a valorar sobre todo en términos meramente instrumentales o utilitarios. De igual modo, ésta no debería percibirse como un claro adversario de la humanidad al que procurar controlar y someter. En cambio, la naturaleza debería considerarse sobre todo un valor en sí mismo. Por todo ello, el modelo vertical según el cual unos son quienes someten y otros quienes son sometidos sería desplazado por el modelo horizontal según el cual el hombre no debería intentar doblegar a la naturaleza exterior sino procurar saber vivir y convivir con ésta. En consecuencia, la concepción según la cual la humanidad y la naturaleza serían percibidas de acuerdo con una relación de antagonismo, dominación y verticalidad sería sustituida por una concepción alternativa donde el binomio sociedad vs naturaleza sería asumido como una clara relación de horizontalidad, hermandad, comunión y totalidad.

En cuarto lugar, por ejemplo en relación con la controversia sobre la libre proliferación mundial de los distintos alimentos transgénicos, se considera con mucha frecuencia que estos alimentos deberían ser, sobre todo, realmente seguros para el consumo humano y el medio ambiente y que, de igual modo, estos mismos productos y prácticas no deberían contribuir a incrementar las desigualdades o las injusticias sociales y naturales ya existentes. En este sentido, se asume que deberían

defenderse de una manera principal los intereses de los grupos humanos y no-humanos más oprimidos y desfavorecidos del planeta. Entre ellos, los intereses de los consumidores, las personas de los países menos industrializados y el medio ambiente en general. En cualquier caso, la meta prioritaria consistiría en la creación de unos espacios normativos para los distintos colectivos humanos y no-humanos orientados no tanto hacia la satisfacción de los intereses económicos y materiales privados sino más bien, como por ejemplo diría Inglehart, hacia la realización de unos valores postmateriales y de unos fines colectivamente mejor definidos y legitimados⁴⁰.

En quinto lugar, se denuncia por ejemplo que la economía de libre mercado no se fundamentaría en una mera relación lógica y natural entre los diferentes grupos sociales. La economía de libre mercado, por tanto, sería percibida como un constructo social más o menos intencional o estratégico y no como una simple consecuencia del orden natural y necesario de los sistemas sociales y naturales. Por todo ello, se entiende que lo que debería ser objeto de una fuerte garantía sería, por encima incluso de la libertad individual y de las transacciones comerciales, el bien común, la paz, la solidaridad, la seguridad, la igualdad y la justicia. La meta prioritaria consistiría en ejercer la necesaria regulación política sobre las injusticias sociales y ambientales que produciría, mantendría o incrementaría la libertad individual, la economía de libre mercado y la tan glorificada mano invisible. Mano invisible sobre la que ya no debería afirmarse que, de un modo poco menos que natural o espontáneo, transforma los vicios y los intereses particulares en las virtudes y los beneficios para la comunidad social en su conjunto. Con lo cual, de acuerdo por ejemplo con una ilustrativa expresión de Vázquez Montalbán, la disyuntiva global sustantiva podría formularse en los términos siguientes: o solidaridad o barbarie⁴¹.

Como sexto rasgo fundamental que define la estructura cognitiva de esta visión del mundo típico-ideal que he llamado comunitaria e igualitarista, podría decirse que las proclamas que se acostumbran a movilizar en público en el contexto de esta misma controversia específica se interrogan por ejemplo acerca de si se sabe en realidad lo

⁴⁰ Cfr. Inglehart, Ronald. (1991/1990). *Cambio cultural en las sociedades industriales avanzadas*, Madrid, CIS, Siglo XXI.

⁴¹ Cfr. Vázquez Montalbán, Manuel. (2001/1999). *Marcos. El señor de los espejos*, Madrid, Punto de Lectura, por ejemplo, p. 32.

que se está haciendo. De manera que del discurso tranquilizador y legitimador del tipo así son realmente las cosas se pasaría al discurso mucho más prudente y crítico que se pregunta acerca de si debería confiarse tanto en que así son realmente las cosas. De igual modo, del reconocido y optimista enunciado del tipo todo marcha bien y está bajo riguroso control se pasaría al interrogante cauteloso y prudente que se cuestiona acerca de qué pasaría si pudiéramos estar equivocándonos. Con lo cual, como por ejemplo dirían Mulkay o Ramos Torre, cabe sintetizar sendas posturas fundamentales diciendo que, por un lado, la retórica de la esperanza afirmarí­a sobre todo la dominación y la emancipación progresiva del mundo natural y social exterior mientras que, por otro lado, la retórica del miedo subrayaría el riesgo, la ambivalencia, la precaución y la incertidumbre sobre las posibles consecuencias imprevistas e indeseadas derivadas de, por ejemplo, la libre proliferación mundial de los distintos OMG⁴².

Por último, en séptimo lugar, debo indicar que las dimensiones ideológica y utópica de esta visión del mundo típico-ideal vendrían definidas por un cierto utopismo regresivo que no perseguiría el constante y acumulativo desarrollo científico, tecnológico y económico de ciertas personas, grupos sociales y países concretos claramente privilegiados sino más bien el equilibrio ambiental, la justicia social, la redistribución global de la riqueza económica y la toma de decisiones políticas de un modo mucho más democrático y participativo⁴³.

En cualquier caso, como por ejemplo ha indicado Alexander, podría constatarse incluso que, de un lado, los distintos productos derivados del paradigma hegemónico de la nueva ingeniería genética encarnarían con mucha fuerza el discurso mítico de la Salvación. Mientras, del otro lado, podría señalarse de un modo muy simétrico que la denuncia constante de las posibles consecuencias humanas y ambientales adversas derivadas de la libre proliferación mundial de los

⁴² Cfr. Mulkay, Michael. (1993-1994). «Retórica y control social en el gran debate sobre los embriones», en *Política y Sociedad*, 14-15, pp. 143-153; Ramos Torre, Ramón. (2004). «Imágenes del miedo», en *V Encuentro de Teoría Sociológica*, Valencia.

⁴³ Cfr. Shrader-Frechette, Kristin. (1997). «Amenazas tecnológicas y soluciones democráticas», en González García, M. I., López Cerezo, J. A., Luján López, J. L. (1997). (Eds.). *Ciencia, tecnología y sociedad. Lecturas seleccionadas*, Barcelona, Ariel, pp. 225-236.

productos transgénicos, realizada con arreglo al paradigma emergente de la nueva ecología genética, encarnaría con intensidad similar el discurso mítico del Apocalipsis⁴⁴.

No obstante, para finalizar este capítulo, quisiera incidir una vez más en la cuestión sociológica medular acerca de hasta qué punto los intereses y los valores sociales, políticos y económicos en juego pueden posibilitar y condicionar tanto los discursos como las prácticas de los múltiples científicos y técnicos expertos implicados en la polémica central sobre el conocimiento de las posibles consecuencias humanas y ambientales adversas derivadas de la libre proliferación mundial de los OMG. El interrogante sustantivo, por tanto, alude a la naturaleza y a la fortaleza de los lazos que vinculan o conectan los intereses y los valores sociales, políticos y económicos en circulación con el quehacer cotidiano de los distintos científicos y técnicos expertos involucrados en esta misma controversia.

En este sentido, debe quedar bien claro que la intención prioritaria no consiste en ningún caso en asentar la propuesta de análisis del determinismo científico y tecnológico. Sin embargo, tampoco procuro estabilizar la tesis de igual modo extrema del determinismo social de la ciencia y la tecnología. Pues este modelo último sostiene que, por ejemplo, las conciencias y las acciones de los diversos científicos y técnicos expertos implicados en el debate general sobre los productos derivados de la nueva ingeniería genética estarían determinadas de un modo poco menos que unidireccional y necesario por el contexto o la estructura social imperante en cada situación espacial y temporal específica. De manera bien diferente, por tanto, estimo que el material teórico y empírico que he presentado y analizado en este trabajo invitaría a apostar por una propuesta de interpretación mucho más moderada, bidireccional y reflexiva.

En consecuencia, de acuerdo con un modelo de análisis de tipo bidireccional, relacional y reflexivo, considero muy oportuno concluir que los intereses y los valores sociales, políticos y económicos en circulación posibilitan y condicionan de un modo básicamente inconsciente y no determinista las creencias y las acciones de los diversos expertos implicados en este mismo litigio general. Claro que,

⁴⁴ Cfr. Alexander, Jeffrey C. (2000/1995). «Ciencia social y salvación. Sociedad del riesgo como discurso mítico», en Alexander, Jeffrey C. (2000/1999). *Sociología cultural*, Barcelona, Anthropos, pp. 1-29.

en un sentido inverso, los discursos y las prácticas de los científicos y técnicos expertos implicados en este mismo contexto de discusión fundamental también generan y limitan de una manera básicamente inconsciente y no determinista la consolidación y la transformación de los intereses y los valores sociales, políticos y económicos en juego. Se percibe así una vez más que las propuestas analíticas de la sociología actual deberían desprenderse con cierta claridad de aquella concepción poco menos que determinista y necesaria de los discursos y de las prácticas humanas sin por ello, por supuesto, abandonarse plenamente al plano exclusivo de las meras motivaciones estratégicas de los diversos actores en sociedad.

Conclusión:

La espiral de la ciencia, la tecnología y la sociedad

1. Los resultados de la investigación

En esta sección final presento un conjunto de reflexiones orientadas, en primer lugar, a recapitular los resultados más importantes y específicos obtenidos en esta investigación que ha tratado sobre la controversia en torno al conocimiento de las posibles consecuencias humanas y ambientales adversas derivadas de la libre proliferación mundial de estos híbridos sociales y naturales que son los Organismos Modificados Genéticamente (OMG). En segundo lugar, se trata de analizar con cierta brevedad algunas de aquellas otras cuestiones que pueden haber quedado más o menos abiertas o que pueden haber surgido con arreglo a los resultados particulares aquí obtenidos. De modo que las conclusiones específicas más sustantivas a las que he llegado con esta investigación serían las siguientes¹.

¹ Existen dos versiones anteriores de este apartado: Larrión Cartujo, Jósean. (2004). «La teoría sociológica contemporánea y el problema de las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad», en *VI Congreso Vasco de Sociología*, Asociación Vasca de Sociología, Bilbao, febrero de 2004 [Este texto se encuentra disponible también en la página de Internet de Puresoc]; Larrión Cartujo, Jósean. (2004). «La espiral de la ciencia, la tecnología y la sociedad», en *VIII Congreso Español de Sociología*, Federación Española de Sociología, Alicante, septiembre de 2004.

En primer lugar, en relación directa con el objetivo general de este trabajo, es decir, abordar el problema sustantivo de las relaciones actuales entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, debo recordar que el viaje principal ha consistido en ir de las discusiones sobre los temas relativos a la sociedad, la política y la economía a aquellas otras discusiones directamente relacionadas con el mundo de la ciencia y la tecnología. No obstante, debido sobre todo a la dificultad de clausurar la controversia general en torno al conocimiento y la evaluación de las posibles repercusiones humanas y ambientales negativas derivadas de la libre proliferación mundial de los distintos productos transgénicos mediante el aparente exclusivo ejercicio de la racionalidad científica y de la práctica experimental, he tenido que retornar del mundo en apariencia limpio, transparente y puro de la ciencia y la tecnología al mundo supuestamente mucho más sucio, tenso e impuro de la sociedad, la política y la economía desde donde había comenzado esta misma investigación.

En este sentido, si algo he procurado mostrar con cierta claridad es que muchos de los debates sociales, políticos y económicos actuales no pueden comprenderse y explicarse de una manera adecuada sin atender a algunos de los debates sobre la ciencia y la tecnología y, de un modo inverso, que muchos de los debates sobre la ciencia y la tecnología actuales tampoco pueden comprenderse y explicarse de una manera plausible sin atender a algunos de los debates sociales, políticos y económicos respectivos. De forma que de lo que se ha tratado en gran medida es de comprender y explicar, por un lado, cómo desde los mundos de lo social, lo político y lo económico se recurre con mucha frecuencia y de un modo más o menos intencional o estratégico al mundo de la ciencia y la tecnología para buscar y encontrar cuotas muy importantes de legitimación y, por otro lado y en un sentido inverso, cómo desde el mundo de la ciencia y la tecnología se recurre también de una manera muy habitual y de un modo más o menos calculado o consciente a los mundos de lo social, lo político y lo económico para obtener un nivel relevante de reconocimiento o de justificación.

En consecuencia, debo subrayar que nuestro viaje principal ha consistido en abrir y en cerrar un círculo analítico que se retroalimenta de una manera creciente y constante. De manera algo más precisa, este viaje particular ha radicado en dar cuenta de la compleja, cambiante y reflexiva espiral tanto práctica como interpretativa conformada por los mundos altamente conexos e imbricados de la ciencia, de la tecnología

y de la sociedad. De este modo, si en un primer momento del análisis me he encontrado con una sociedad, una política y una economía muy cargadas de ciencia y tecnología, en un segundo momento analítico me he visto las caras con una ciencia y una tecnología repletas de sociedad, de política y de economía. De forma que la sociedad, la política y la economía estarían tan preñadas de la ciencia y la tecnología como la ciencia y la tecnología lo estarían de la sociedad, la política y la economía. Queda claro así una vez más que lo real, como en otro orden de cosas diría por ejemplo Bourdieu, no sería tanto esencialista como relacional. De ahí que en muchas ocasiones las fronteras se enturbien y los límites se tornen muy frágiles y abiertos a la interpretación².

Cabe afirmar entonces que las diversas partes constituyentes y constitutivas de lo social siempre serían relativamente aislables, pero sólo, como digo, relativamente aislables. Pues resulta obvio que éstas siempre serían causadas por, y generadoras de unas consecuencias para, el resto de las partes integrantes de esa misma realidad social fundamental. Lo cual, por supuesto, no significa que todo en el complejo ciencia y tecnología deba concebirse de un modo casi exclusivo como las traducciones necesarias de luchas muy nítidas e intensas entre los distintos intereses y valores en juego sino más bien que el problema medular de cómo predecir las posibles consecuencias humanas y ambientales negativas y de cómo evaluar y gestionar el enorme escenario de riesgo, de ambivalencia y de incertidumbre en relación con el comportamiento tanto presente como futuro de los distintos productos transgénicos derivados del paradigma hegemónico de la nueva ingeniería genética difícilmente puede afrontarse con independencia plena de los distintos intereses y valores sociales, políticos y económicos en competencia.

De acuerdo con este postulado analítico central que cabe tildar de bidireccionalidad, de interdependencia, de relacionalidad o de reflexividad, resulta que las sociedades actuales en general son en parte y al tiempo la causa y el efecto del complejo ciencia y tecnología, y que el complejo ciencia y tecnología es también en parte y al tiempo el antecedente y el consecuente de estas mismas sociedades. Con lo cual, de un modo en parte análogo a las clásicas reglas durkheimianas del

² Cfr. Bourdieu, Pierre. (1999/1994). *Razones prácticas. Sobre la teoría de la acción*, Barcelona, Anagrama, en especial, pp. 13-21.

método sociológico, cabría concluir que un hecho social específico como la disparidad enorme de las posiciones científicas y técnicas fundamentales en relación con el problema medular del diagnóstico de las posibles consecuencias humanas y ambientales adversas derivadas de la libre proliferación mundial de los productos transgénicos sería comprendido y explicado quizá no en su totalidad pero sí en gran medida en virtud de otro hecho social particular como la heterogeneidad de los intereses, los valores y las dos visiones del mundo típico-ideales en competencia³.

En segundo lugar, debo recordar que una de las metas más importantes de esta investigación ha consistido en mostrar, en debate por ejemplo tanto con la filosofía de la ciencia racionalista como con la sociología de la ciencia normativa, hasta qué punto determinados intereses y valores sociales, políticos y económicos en competencia posibilitan y condicionan tanto los discursos como las prácticas de los múltiples científicos y técnicos expertos implicados en la controversia general sobre la libre circulación mundial de los OMG. En este mismo sentido, debo traer a la memoria que el núcleo quizá más duro de la concepción más habitual, infantil, ingenua e ideológica de las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad sostiene por ejemplo que la posible disparidad parcial o, incluso, la posible incompatibilidad absoluta entre los informes finales de los distintos expertos involucrados en los múltiples y complejos debates actuales se comprende y se explica sobre todo como el resultado de la distorsión ilegítima de los discursos y de las prácticas científicas y técnicas en cuanto tales. Es decir, que la posible discrepancia parcial o incluso la también muy probable incompatibilidad plena entre los dictámenes oficiales de los diversos científicos y técnicos expertos se entiende en virtud de una presencia anómala o de una intromisión claramente fraudulenta de determinados factores sociales, políticos o económicos en principio del todo externos o ajenos al auténtico quehacer de los científicos y técnicos expertos.

De modo que si los resultados empíricos más importantes de los estudios oficiales realizados por ejemplo por dos colectivos de investigadores no parecen coincidir en absoluto, ello se debería sobre

³ Cfr. Durkheim, Émile. (1991/1895). *Las reglas del método sociológico*, Madrid, Akal, en especial, pp. 105-132.

todo a que cuando menos alguno de estos dos colectivos de investigadores es un mal colectivo de investigadores. Si los informes finales de los diversos científicos y técnicos expertos asesores que trabajan en la evaluación de los posibles riesgos humanos y ambientales adversos asociados a los alimentos transgénicos no parecen concordar, se afirma, sería porque quizás alguno de los expertos pudo ser presionado, sobornado o corrompido de un modo siempre ilegítimo por los múltiples grupos sociales, políticos o económicos en competencia. O, tal vez, se añade, porque alguno de los expertos implicados en este mismo debate medular no sería realmente un auténtico experto. En cualquier caso, de acuerdo con esta concepción en exceso realista o positivista, casi siempre se subraya que estos casos serían meros ejemplos de anomalía, de desviación o de mal comportamiento de los diversos expertos aquí involucrados y que, por tanto, estos mismos casos atípicos o excepcionales de ningún modo deberían interpretarse como fenómenos relevantes que cuestionan con mucha claridad y contundencia el estatuto epistemológico privilegiado propio al parecer del conjunto de las ciencias de la naturaleza. No obstante, quisiera recordar una vez más que los conceptos de anomalía, de desviación o de mal comportamiento han sido desde tiempos muy lejanos unos recursos retóricos o persuasivos muy rentables con los cuales las distintas comunidades de creyentes procuran salvar la supuesta solidez de ciertas normas, valores o concepciones sociales más o menos poderosas o dominantes.

En cambio, frente a este tipo de interpretaciones de corte muy realista o positivista, una de las labores principales de este estudio ha consistido en constatar que la presencia de los diversos intereses y valores sociales, políticos y económicos en el mundo de la ciencia y la tecnología no es una presencia atípica, anormal o malsana sino una presencia normal, estructural y constitutiva. Lo cual significa por ejemplo que la presencia de los intereses y los valores sociales, políticos y económicos en el campo disciplinar de la nueva ingeniería genética no sería tanto una presencia patológica o accidental, esto es, una presencia susceptible casi siempre de ser plenamente corregida, subsanada o erradicada, sino más bien una presencia normal, estructural o constitutiva con la que quizá debería aprenderse a vivir, sobrevivir y convivir.

De forma que el acto de reconocer la presencia constitutiva de los intereses y los valores sociales, políticos y económicos en el complejo

ciencia y tecnología en general no implica reconocer que una ciencia en concreto sea una mala ciencia. De ahí que ello tampoco suponga reconocer que una tecnología en particular sea una mala tecnología. Pues la presencia de estos intereses y valores sociales, políticos y económicos sería una característica claramente estructural o inherente a toda práctica tecnocientífica. En consecuencia, no se estaría ante un problema susceptible de ser plenamente neutralizado o erradicado mediante la movilización de una mayor cantidad o calidad de racionalidad científica y de práctica experimental. En este contexto, el espacio de las siempre añoradas soluciones humanas seguramente no debería orientarse hacia el proyecto emancipatorio muy ingenuo y poco menos que imposible de liberar el mundo de la ciencia y de la tecnología de los diversos intereses y valores sociales, políticos y económicos en competencia para, en última instancia, procurar restaurar o alcanzar un idealizado y utópico estado virginal, puro y originario.

En suma, de acuerdo por ejemplo con Douglas, la concepción alternativa de la ciencia y la tecnología a la que he procurado dotar de una estabilidad mayor no se refiere en ningún caso a un conjunto de conocimientos o de prácticas definidas por el fenómeno de la impureza en el sentido negativo y degradante. Impureza ésta, por tanto, fruto de la supuesta intromisión ilegítima de unos intereses y unos valores extracientíficos o no-epistémicos en apariencia sucios y contaminantes en el mundo limpio, transparente y puro de las prácticas científicas y técnicas ligadas, como en este caso específico, tanto al paradigma hegemónico de la nueva ingeniería genética como al paradigma emergente de la nueva ecología genética que procura cuestionarlo y reemplazarlo. De hecho, de acuerdo con la propuesta de análisis de esta antropóloga, el concepto de pureza, símbolo de la seguridad, de la fuerza, del orden y de la certidumbre que emanarían del origen, y el concepto de contaminación, símbolo del peligro, del desorden, del riesgo, de la ambivalencia y de la incertidumbre derivados de la degradación del origen, representarían una buena parte de los distintos recursos retóricos e interpretativos más importantes, rentables y recurrentes que muchos de los colectivos sociales movilizan cuando se encuentran en la necesidad poco menos que imperiosa de hacer pública,

para sí mismos y para los demás, la naturaleza de sus propias bases fundacionales⁴.

De modo bien diferente, por tanto, esta nueva imagen de la tecnociencia que he propuesto aquí hace alusión sobre todo a un conjunto de conocimientos y de prácticas que hacen de la impureza la única alternativa posible frente a, por así decir, la no-existencia. De manera que o se es parcial e impuro o, en efecto, ni se es, ni se ha sido, ni se puede llegar a ser. Con lo cual, las palabras sociedad y suciedad se encontrarían así muy sólidamente relacionadas⁵. Pues este hecho fundamental implicaría, como vengo diciendo, que ante esta presencia que no es patológica sino constitutiva, el proyecto humano de negación, de neutralización o de eliminación plena de estos mismos intereses y valores sociales, políticos y económicos en competencia estaría condenado al más contundente y estrepitoso de los fracasos humanos. Lo cual, por supuesto, no debería conducir a los distintos actores sociales a aplaudir de una forma en exceso conformista, acrítica o irreflexiva los diversos intereses y valores sociales, políticos y económicos que posibilitan y condicionan tanto los discursos como las prácticas de la poderosa tecnociencia actual sino más bien a ejercer las posibles denuncias o estrategias de cambio con mucha fuerza y decisión pero, esta vez, sin buscar un respaldo retórico en la imagen en muchas ocasiones tan ingenua como ideológica de una tecnociencia hipotética supuestamente imparcial, neutral o independiente.

En tercer lugar, por último, quisiera apuntar que la función o el papel de los científicos y técnicos expertos, en relación directa con la presencia constitutiva de los intereses y los valores sociales, políticos y económicos que entran en tensión efectiva en el marco general de la controversia sobre el conocimiento de las posibles consecuencias humanas y ambientales adversas derivadas de la libre proliferación mundial de los distintos alimentos transgénicos, puede adoptar tres formas típico-ideales fundamentales. En este sentido, podría recordarse que un trabajo comparativo que toma por objeto de investigación, por un lado, las condiciones sociales e históricas que habrían propiciado la aparición y el desarrollo de la función social de los científicos y, por

⁴ Cfr. Douglas, Mary. (1991/1966). *Pureza y peligro. Un análisis de los conceptos de contaminación y tabú*, Madrid, Siglo XXI, en especial, p. XXIII.

⁵ Cfr. Lizcano Fernández, Emmanuel. (1998). «Pureza, ciencia y suciedad», en *Archipiélago*, 33, pp. 105-109.

otro lado, las consecuencias sociales, políticas y económicas principales de las distintas actividades científicas en las sociedades occidentales, desde Grecia, Italia e Inglaterra hasta Francia, Alemania y, por último, EEUU, es el estudio realizado por Ben-David⁶. Empero, debo poner de relieve que en este tipo de trabajos, realizados con arreglo a los supuestos fundamentales de la sociología mertoniana de la ciencia, en ocasiones bien escasas se procede al estudio de los intereses y los valores sociales, políticos y económicos en juego posiblemente presentes en los mismos procesos de generación y de validación de los conocimientos científicos. De ahí que la propuesta de análisis que hago a continuación de ningún modo sigue o se identifica plenamente con este tipo de aproximaciones teóricas o de propuestas interpretativas. De manera que, después de realizar esta matización breve pero sustantiva, cabe decir que estas tres formas típico-ideales principales serían las siguientes.

En este contexto, resulta poco menos que obvio que la primera de estas formas típico-ideales sería la del hipotético experto plenamente racional y objetivo. Este tipo de experto estaría representado por aquella concepción muy habitual que transita con mucha frecuencia entre los dominios de la ingenuidad y de la ideología y que, quizá por todo ello, he cuestionado de una manera rotunda y constante en el contexto general de la disputa central en torno al diagnóstico de las posibles repercusiones humanas y ambientales negativas derivadas de la libre proliferación mundial de los OMG. Se trataría de un tipo de experto concebido como mero asesor racional y objetivo del todo ajeno a las posibles y efectivas tensiones entre los intereses, los valores y las dos visiones del mundo típico-ideales en competencia. En cualquier caso, queda claro que ningún científico y técnico experto que pudiera trabajar en cuestiones tan complejas relativas por ejemplo a la garantía de la salud humana o del equilibrio ambiental debería permanecer plenamente ajeno al hecho de que sus distintas investigaciones podrán llegar a utilizarse en diversas discusiones y conflictos de naturaleza social, política o económica. De hecho, si este experto hipotético así lo hiciera, se arriesgaría con mucha probabilidad a ser acusado en el menor de los casos de iluso, de ignorante, de incompetente o de

⁶ Cfr. Ben-David, Joseph. (1974/1971). *El papel de los científicos. Un estudio comparativo*, México, Trillas, en especial, caps. 1 y 9, pp. 11-33 y 207-225.

irresponsable. En consecuencia, de acuerdo por ejemplo con las diversas aportaciones críticas realizadas por autores como Feyerabend, Habermas, Barnes, Latour, Jasanoff o Wynne, considero que debería renunciarse a esta concepción muy ingenua, superficial e ideológica acerca del trabajo de los científicos y técnicos expertos en las sociedades actuales en virtud de la cual se asume que los diversos órganos de asesores o de consejeros supuestamente imparciales, racionales y objetivos se limitan simplemente a transmitir la auténtica verdad de las cosas y de los objetos naturales y sociales a las diferentes expresiones del poder social, político y económico.

De manera que la segunda de estas formas típico-ideales es la representada por el experto que podría llamarse alienado o anómico. Por un lado, se trata de un experto alienado, de acuerdo con la tradición marxista, debido a que permanece ajeno en gran medida a las diversas relaciones de dominación y de explotación social, política y económica que tienen lugar en las sociedades actuales a las que éste pertenece de una manera irremediable. De forma que el conocimiento científico y técnico experto se presenta en muchas ocasiones al modo de una pura mercancía o de un simple objeto de intercambio en las sociedades del libre mercado. Se trata así, de acuerdo por ejemplo con el propio Marx, de un experto que, trabajando dominado y explotado en la gran fábrica actual que podría representar ahora el complejo ciencia y tecnología, se encuentra alienado, enajenado o separado, primero, de los diversos productos de su propio trabajo, segundo, de su actividad científica y técnica, tercero, de las distintas sociedades actuales de las que él también forma parte integrante y, cuarto y último, de sí mismo como persona. De un modo muy análogo al soldado en el ejército o al hombre de la burocracia, y como consecuencia casi obvia del creciente e incesante proceso de la división social del trabajo, el científico y técnico experto alienado propio de las sociedades occidentales actuales puede ser así un experto perfectamente honesto, sincero, obediente y eficaz sin ser en ningún caso plenamente consciente o responsable ni de sus acciones u omisiones ni de las funciones o las consecuencias sistémicas presentes y futuras que desempeñan éstas dentro del conjunto de esas mismas sociedades⁷.

⁷ Cfr. Mills, C. Wright. (1996/1959). *La imaginación sociológica*, Madrid, FCE, pp. 178-188, en especial, pp. 180-181.

Por otro lado, se trata de un experto anómico, esta vez de acuerdo con la tradición durkheimiana, debido a que no orienta o encauza su comportamiento con arreglo a los marcos normativos legítimos o a que permanece ajeno a las normas morales principales de solidaridad orgánica que caracterizan a las sociedades hiperdiferenciadas de la actualidad. En cualquier caso, y considero que por desgracia para la mayoría de las personas y de los colectivos sociales, se trata de un experto típico-ideal que, siendo en parte víctima de una ceguera o de una deformación profesional notable, desarrolla su quehacer cotidiano sin hacerse plenamente responsable de las aplicaciones, las consecuencias o los usos sociales, políticos y económicos de su propio trabajo. En este caso, son los políticos, los empresarios, los agricultores, los consumidores, los periodistas o los miembros de los nuevos movimientos sociales quienes se encargan de una manera principal de demandar, manipular, seleccionar, instrumentalizar o beneficiarse de una forma más o menos consciente o estratégica de aquellos productos científicos y artefactos tecnológicos que promueven o legitiman en cierto modo sus propios discursos, acciones, intereses y valores particulares.

La tercera de estas formas típico-ideales fundamentales de la función de los múltiples expertos involucrados por ejemplo en la controversia general sobre el conocimiento y la evaluación de las posibles consecuencias humanas y ambientales adversas derivadas de la libre proliferación mundial de los distintos productos transgénicos es la representada por el experto que podría llamarse partidario o solidario. Cabe decir así que el experto partidario o solidario se hace perfectamente cargo de que su quehacer cotidiano resulta en gran medida parcial, interesado o valorativo. Ello haría que este experto se conciba a sí mismo no tanto como un juez pretendidamente objetivo o imparcial sino más bien como un defensor o un abogado científico y técnico experto al servicio de los diversos intereses y valores sociales, políticos o económicos en controversia. Este experto, por tanto, percibiría con cierta claridad por ejemplo que el debate científico y técnico que tiene lugar en torno al diagnóstico, la evaluación y la gestión de las posibles repercusiones humanas y ambientales negativas derivadas de la libre proliferación mundial de los productos transgénicos es un debate en apariencia racional y objetivo pero, como digo, sólo en apariencia. Pues cabe entender que este experto típico-ideal realizaría su labor cotidiana guiado por el esfuerzo constante,

estratégico y deliberado por otorgar una justificación científica y técnica mayor a determinados intereses y valores sociales, políticos y económicos particulares que él pudiera considerar más próximos, más justos o más legítimos. Con lo cual, sus heterogéneas y muy poco transparentes estrategias de lucha social, política y económica son así presentadas en la plaza pública bajo el muy rentable barniz, tan brillante y seductor éste como superficial y engañoso, de lo científica y técnicamente verdadero, correcto, eficaz, seguro o viable.

En este otro caso, a diferencia del experto que he llamado alienado o anómico, cabe decir que se estaría en presencia de un experto típico-ideal que es cuando menos en parte consciente de las consecuencias o de los usos sociales, políticos y económicos de sus distintos productos científicos y artefactos tecnológicos. Sin embargo, como bien ha señalado por ejemplo Dahrendorf, no debería caerse en el diagnóstico ingenuo y maniqueo de pensar que los expertos partidarios o solidarios son intrínsecamente mejores o peores, en un sentido moral, que el resto de las personas y de los colectivos sociales⁸. En cualquier caso, esta actitud genérica representa una fuente de poder no muy democrática ni muy transparente que influye de una manera decisiva y constante en el devenir de las sociedades occidentales actuales.

No obstante, al margen de la construcción de otros posibles tipos-ideales alternativos, quisiera indicar aquí que, si bien he presentado tres tipos-ideales fundamentales acerca de las posibles funciones desempeñadas por los diversos expertos en el marco general de la controversia sobre la libre proliferación mundial de los distintos OMG, con ello no quiero decir que exista algo así como una relación de sucesión, de gradación o de exclusividad entre unos expertos típico-ideales y otros. Pues resulta casi evidente que cada científico y técnico experto particular implicado en esta misma controversia genérica contiene y representa en grados distintos, de maneras diversas y para cada situación espacial y temporal específica tanto unas concepciones y unos comportamientos más propios del experto alienado o anómico como unas concepciones y unos comportamientos más propios del experto partidario o solidario.

⁸ Cfr. Dahrendorf, Ralf. (1971/1961). «Ciencia social y juicios de valor», en Dahrendorf, Ralf. (1971/1961). *Sociedad y libertad*, Madrid, Tecnos, pp. 36-53, en especial, pp. 52-53.

De manera similar, también puede llamar la atención que las tres formas típico-ideales de científicos y técnicos expertos que he presentado no aludan de una manera muy directa o explícita a las personas concretas del objeto empírico de estudio. Sin embargo, considero que debería tenerse bien presente que en sociología siempre resulta muy complejo penetrar en la dimensión más micro de las conciencias particulares para dilucidar con relativa claridad y solvencia, por ejemplo, cuándo los diversos científicos y técnicos expertos, por un lado, actúan de un modo muy honesto y sincero pero con arreglo a un componente muy elevado de irresponsabilidad, de abandono o de negligencia o, por otro lado, cuándo estos mismos expertos actúan en virtud de un componente muy fuerte de estratégica o de maquiavélica falsedad, mentira, engaño, fraude o mala fe. De modo que siempre resulta muy complejo esclarecer cuándo los distintos expertos particulares son unos expertos muy alienados o anómicos, esto es, unos expertos que producen y validan determinados resultados teóricos o empíricos sin hacerse cargo en absoluto de los usos o de las consecuencias sociales, políticas y económicas futuras de éstos, y cuándo los diversos expertos concretos son unos expertos muy partidarios o solidarios, es decir, unos expertos que producen y validan de una manera claramente intencionada o estratégica determinados resultados teóricos o empíricos.

En este contexto de discusión, de acuerdo con las aportaciones teóricas al debate central sobre la tensión micro vs macro en sociología realizadas por ejemplo por autores como Habermas, Giddens, Bourdieu o Joas, cabe decir que la función de los múltiples científicos y técnicos expertos involucrados en esta controversia en particular y en las sociedades occidentales actuales en general representa el siempre complejo y cambiante punto de engarce analítico entre la micro-sociología y la macro-sociología. Es decir, que estos roles sociales heterogéneos podrían representar el siempre complejo y cambiante punto de encuentro analítico entre la recreación o la reinención constante de las biografías de los científicos y técnicos expertos particulares y el condicionamiento más o menos férreo o determinante

de las estructuras sociales, políticas y económicas dominantes en cada situación espacial y temporal específica⁹.

2. Unas consideraciones finales

En este apartado último muestro y analizo con cierta brevedad algunos de aquellos otros problemas o cuestiones que pueden haber quedado más o menos abiertos o que pueden haber surgido con arreglo a los resultados particulares obtenidos. Con anterioridad he señalado por ejemplo que, cuando menos en el marco general de la controversia específica existente en torno a la libre proliferación mundial de los distintos productos transgénicos, los conceptos de racionalidad científica y de evidencia experimental no deberían comprenderse y explicarse al margen por completo de los diversos intereses y valores sociales, políticos y económicos en competencia. De esta forma, en primer lugar, cabría preguntarse también acerca de en qué sentido, si es que existe algún sentido al respecto, claro está, puede hablarse con cierto rigor acerca de la neutralidad o de la imparcialidad de esta misma investigación. Cabe interrogarse así acerca de en qué medida podría hablarse de la objetividad de este estudio de segundo orden donde, por así decir, se ha tratado de investigar precisamente qué, cómo y para qué se investiga acerca del mundo de las cosas y de los objetos.

En relación con este interrogante sustantivo, como por ejemplo ha indicado Bourdieu, quisiera poner de relieve que la objetividad, la imparcialidad y la neutralidad de la ciencia, para quienes, como es mi caso, seguir empleando estos mismos términos y otros más o menos afines continúa siendo, a pesar de todo, en cierto modo provechoso, útil o fructífero, no se obtendrían, construirían o ganarían tanto por la vía más habitual, ingenua e ideológica de procurar negar, ocultar o eliminar los distintos intereses y valores sociales, políticos y económicos en juego sino, más bien y en todo caso, por la vía mucho menos transitada y mucho más compleja de procurar transformar a estos mismos intereses y valores en algo socialmente más transparente o explícito. En ello consistiría, de hecho, tanto la muy conveniente objetivación de los

⁹ Cfr. Joas, Hans. (1998/1992). «Las teorías de roles y de la interacción en el estudio de la socialización», en Joas, Hans. (1998/1992). *El pragmatismo y la teoría de la sociedad*, Madrid, CIS, cap. 9, pp. 242-270.

distintos sujetos de conocimiento como la también muy oportuna subjetivación de los múltiples objetos de investigación¹⁰.

De este modo, por tanto, cabría preguntarse de una forma ciertamente coherente sobre cuáles han sido los intereses y los valores prioritarios que han posibilitado y condicionado la realización de esta misma investigación. En este sentido, debo decir que los intereses y los valores prioritarios que han motivado y, seguramente también, limitado este estudio no han girado en torno al simple amor por el auténtico conocimiento, la mera pasión por la verdad de las cosas o la pura voluntad de verdad. Pues éstos, según considero, habrían girado más bien en virtud del interés medular y del valor sustantivo otorgado a este mismo interés por desnaturalizar, por descosificar, por desfatalizar o por desmitificar el mito de la ciencia y la tecnología en las sociedades occidentales actuales. Por supuesto, no resultaría muy riguroso ni muy sincero negar ahora que el intento permanente por describir y analizar la controversia particular en torno a la posible viabilidad humana y ambiental de los productos transgénicos con plena imparcialidad y simetría contiene quizá muchas fisuras y comete tal vez múltiples injusticias. Pero también me interrogo acerca de qué pecado imperdonable ha podido cometer quien, a pesar del empeño intenso y constante por dejar a un lado los compromisos y por tomar relativa distancia respecto a su objeto de estudio, no ha podido hacer realidad el proyecto tal vez imposible de no ser al mismo tiempo sociólogo y actor social. Pues, además, resulta casi obvio que este mismo estudio no puede querer demandar para sí mismo aquello que precisamente niega claramente para los demás agentes sociales. No obstante, quisiera reiterar una vez más que mis críticas más importantes no estarían dirigidas ni contra el complejo ciencia y tecnología en su conjunto ni contra ninguna de las dos posiciones principales que han caracterizado a esta misma controversia en particular sino más bien frente al deslumbramiento, la ceguera y el aturdimiento tanto individual como colectivo que emanarían casi sin descanso como consecuencia poco menos que trágica de la percepción muchas veces ingenua, acrítica e irreflexiva del complejo ciencia y tecnología por una parte muy

¹⁰ Cfr. Bourdieu, Pierre. (2003/2001). *El oficio de científico. Ciencia de la ciencia y reflexividad*, Barcelona, Anagrama, en especial, pp. 149-195.

relevante de los distintos actores que producen y son producidos por las sociedades occidentales actuales.

En segundo lugar, quisiera recordar aquí cómo por lo general, según indicara por ejemplo el propio Weber, se acostumbra a considerar que existirían dos posiciones metodológicas fundamentales acerca de en qué debe consistir la labor prioritaria de la ciencia de las sociedades actuales que es la sociología. De forma que la primera de estas concepciones afirmaría que la labor principal de la sociología debe consistir sobre todo en producir interrogantes allí donde imperan las ideologías, la sociología espontánea o la ilusión de saber inmediato. La segunda concepción fundamental, que dicho sea de paso goza, y entiendo que no siempre para bien, de muchísimos más seguidores o partidarios que la anterior, afirmaría en cambio que la sociología no debe tanto procurar hacer transparentes las realidades sociales más o menos opacas o cosificadas sino más bien intentar proporcionar las respuestas o los cursos de acción a emprender por las generaciones presentes y futuras. De manera resumida, podría decirse que la actitud metodológica primera es constatativa o enunciativa. Pues ésta se esfuerza en gran medida por procurar hablar del mundo social para advertir lo que éste es en realidad. En cambio, la actitud metodológica segunda es no sólo enunciativa sino sobre todo performativa. Pues ésta encamina sus esfuerzos más sustantivos a procurar hablar del mundo social para decir no tanto lo que éste es sino más bien lo que éste debe ser. De un lado, la sociología del ser de lo social. Del otro lado, la sociología del deber ser de lo social.

En este sentido, me gustaría que quedara claro que en este estudio me he propuesto de una manera deliberada pertenecer más al grupo de la primera que al grupo de la segunda actitud metodológica. De esta forma, la labor principal como científico social ha consistido más en procurar observar, escuchar e interpretar de una forma muy crítica y reflexiva una realidad social más o menos cosificada u opaca que en intentar controlar, gestionar, legislar o solucionar desde una distancia social hipotética a dichas tensiones o aporías fundamentales. Se podría decir así, como por ejemplo ha indicado Bauman, que me he esforzado mucho más en escuchar y en traducir a los distintos conocimientos

científicos y técnicos que conforman a esta controversia general que en procurar validar o falsar dichos conocimientos¹¹.

Por supuesto, debo intentar ser muy coherente con los resultados de esta misma investigación y asumir sin reservas que todo proyecto de reflexión científica acerca de lo que existe incorpora de una manera estructural un proyecto más o menos explícito acerca de lo que debería existir, y también viceversa. Sin embargo, considero que una cosa es asumir la presencia constitutiva de los intereses y los valores sociales, políticos y económicos en la propia práctica científica de la sociología y actuar en consecuencia, como aquí he defendido, y que otra cosa bien diferente es pretender pasar por investigación sociológica lo que en realidad es en muchas ocasiones un conjunto de trabajos de naturaleza principalmente moral, política o reivindicativa obsesionados sobre todo por gritar a los cuatro vientos cómo sería deseable, justo o preferible que fueran las cosas. Claro que con esta distinción central no quiero trasladar la idea de que estos trabajos no sean claramente convenientes o plausibles, pues considero que sí lo son y mucho, sino sólo indicar que estos mismos trabajos en modo alguno deberían buscar cobijo bajo el paraguas de la supuesta científicidad de sus proclamas cuando en realidad éstas pertenecen más bien a los dominios de la moral, de la política o de la filosofía.

En este contexto, una de las metas más importantes de este trabajo ha consistido en describir cuáles son las características más importantes que definen las relaciones actuales entre la ciencia, la tecnología y la sociedad. En esta línea, en concreto, he mostrado la presencia que no es tanto patológica sino más bien constitutiva de los diversos intereses y valores sociales, políticos y económicos tanto en el paradigma dominante o hegemónico de la nueva ingeniería genética como en el paradigma emergente de la nueva ecología genética que hoy lo cuestiona y quizá en el futuro consiga desplazarlo y sustituirlo. En consecuencia, cabe decir que la labor sustantiva no ha radicado en adoptar una posición muy clara y explícita acerca de qué intereses o qué valores sociales, políticos y económicos me parecen más o menos justos o legítimos y, por tanto, dignos de ser más o menos denunciados, respetados o alentados. De igual modo, la meta prioritaria tampoco ha

¹¹ Cfr. Bauman, Zygmunt. (1997/1987). *Legisladores e intérpretes*, Buenos Aires, Universidad Nacional de Quilmes, por ejemplo, pp. 9-16.

consistido en proporcionar a los distintos grupos sociales unas recetas teóricamente sanadoras o liberadoras para así intentar legislar o resolver diversas situaciones consideradas, como casi seguramente no podría ser de otra manera, por unos grupos sociales como patológicas o problemáticas y por otros grupos como normales o incluso óptimas.

Quede claro, por tanto, que no es que me interese bien poco cómo deberían ser las cosas sino que mostrar y analizar cómo considero que son las cosas ya me ha parecido una cuestión lo suficientemente compleja, interesante y valiosa. De forma que no participo en ningún caso de la idea que sostiene que este mundo es el mejor de todos los mundos posibles. No obstante, quisiera precisar que, si como sujetos individuales y colectivos no nos esforzamos por comprender y explicar los problemas humanos y ambientales principales realmente existentes, no considero muy probable que podamos hacer realidad otros mundos alternativos a la simple y ciega reproducción del ya existente.

En esta misma línea, cabe recordar por ejemplo que la tesis undécima de Marx sobre Feuerbach sostenía en 1845 que una gran parte de los filósofos se habrían ocupado hasta ese momento y de una manera principal de interpretar el mundo de muy distintas maneras. Pero lo que más importaba a partir de entonces, decía el propio Marx, era la transformación de ese mismo mundo¹². Empero, quizá la transformación del mundo más urgente y necesaria comienza y se nutre de una manera muy especial por la transformación de las propias interpretaciones que tenemos los distintos actores sociales acerca de ese mismo mundo social y natural. Con lo cual, como por ejemplo habría señalado también el propio Durkheim, la tarea prioritaria de la sociología consistiría en, por un lado, proclamar la solidez y la complejidad enorme de los hechos sociales y en, por otro lado y lejos de imponer a las sociedades actuales en general una actitud poco menos que irremediamente pasiva, conservadora o conformista frente a tales hechos, poner en las manos de los distintos actores sociales los medios cognitivos pertinentes para procurar transformarlos de un modo mucho más crítico, reflexivo y, quizá, liberador¹³.

¹² Cfr. Marx, Karl. (1970/1845-1846). «Tesis sobre Feuerbach», en Marx, K. y Engels, F. (1970/1845-1846). *La ideología alemana*, Barcelona, Grijalbo, pp. 665-668.

¹³ Cfr. Durkheim, Émile. (1921). «Sociologie et Sciences Sociales», en Alcan, Félix. (1921). *De la Méthode dans les Sciences*, París, PUF, pp. 260-267. Tomado del

En tercer lugar, en cuanto al problema sustantivo de la posible generalización de los resultados específicos obtenidos en este trabajo, cabe suponer que la realización de esta investigación puede tener su razón de ser en el principio de inducción, a pesar, claro está, de muchas de las posibles dificultades tanto teóricas como metodológicas existentes al respecto. Dicho con otras palabras, cabría pensar que este trabajo puede encontrar su fundamento último en la capacidad de generalizar los distintos enunciados emitidos de una manera muy específica respecto a un fenómeno empírico concreto, como la controversia general en torno al conocimiento de las posibles consecuencias humanas y ambientales negativas derivadas de la libre proliferación mundial de los diversos productos transgénicos, a otro tipo de fenómenos o de situaciones de igual modo relevantes y polémicos que caracterizan a las sociedades occidentales actuales y que tienen como denominador común a distintos colectivos de científicos y técnicos expertos a los cuales se les exige, o eso cabría suponer, claro está, un proceder realmente desinteresado y avalorativo. En este caso, se trataría inicialmente de un razonamiento que pretende viajar de lo particular a lo general y de las partes al todo. Se trataría así de un estudio que pretende atrapar la generalidad dentro de la particularidad.

Sin embargo, debido sobre todo a la especificidad espacial y temporal de cada situación social, resulta poco menos que obvio que semejante justificación teórica y metodológica resulta ciertamente compleja, problemática y cuestionable. De modo que mejor será si me contento con haber arrojado algo de luz en relación con el caso particular del que me he ocupado de una forma más específica y directa. En suma, si los resultados particulares que he presentado en el apartado anterior son más o menos plausibles y generalizables a otros muchos fenómenos y situaciones sociales relativamente similares, como en los casos de las múltiples controversias científicas y técnicas existentes en torno a la industria nuclear, la destrucción de la capa de ozono, la crisis ecológica global, el mal de las vacas locas, las repercusiones del uso de la telefonía móvil o el peso de las pruebas científicas y técnicas en los diversos procesos judiciales, queda claro que ésta sería una cuestión medular que debería fundamentarse en

trabajo: Bourdieu, P., Chamboderon, J-C. y Passeron, J-C. (2001/1973). *El oficio de sociólogo. Presupuestos epistemológicos*, Madrid, Siglo XXI, p. 163.

última instancia tanto por el juicio crítico de los muy heterogéneos lectores como por la realización de otros estudios de caso con características análogas.

En cuarto lugar, debo recordar que desde el comienzo de esta misma investigación he dado por relativamente justificada o fecunda, de acuerdo con las propuestas analíticas iniciales de autores como Dilthey, Windelband o Rickert, la conveniencia de distinguir con cierta claridad en la totalidad de las ciencias existentes entre las ciencias de la naturaleza y las ciencias de la sociedad.

En este sentido, quisiera indicar que esta interrogación sustantiva acerca de la labor de los científicos y técnicos expertos afectaría de un modo muy similar tanto a las ciencias de la naturaleza como a las ciencias de la sociedad. No obstante, me explicaré, quede claro que esta similitud no se referiría tanto a una supuesta confusión entre las características principales de sus objetos de estudio respectivos sino más bien a la presencia que no es patológica sino constitutiva de los distintos intereses y valores sociales, políticos y económicos en juego en los mismos procesos de generación y de validación de los diversos conocimientos tenidos por verdaderos, válidos o correctos. De hecho, cabe recordar por ejemplo que quizá el logro más importante de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología consista en haber mostrado que las mismas ciencias de la naturaleza apenas se comportan de acuerdo con la concepción más habitual, ingenua e ideológica acerca del quehacer de los científicos y los técnicos.

Resulta así casi obvio que, en lo que se refiere por ejemplo a la muy compleja cuestión de la reflexividad tanto cognitiva como práctica, como bien han señalado algunos autores, ni los cometas leen de una forma directa o literal los distintos libros de astronomía, ni los árboles los de botánica, ni los virus los de biología¹⁴. Claro que ha de tenerse bien presente también que los astrónomos sí leen algunos de los libros de astronomía, los botánicos los de botánica y los biólogos los de biología. De hecho, como diría por ejemplo Latour, cuanto se cree saber científicamente acerca del mundo de las cosas y de los objetos se

¹⁴ Cfr. Merton, Robert King. (1980/1936). «Las consecuencias imprevistas de la acción social», en Merton, Robert King. (1980/1976). *Ambivalencia sociológica y otros ensayos*, Barcelona, Espasa-Calpé, pp. 173-185, por ejemplo, pp. 184-185; Lamo de Espinosa, Emilio. (1990). *La sociedad reflexiva. Sujeto y objeto del conocimiento sociológico*, Madrid, CIS, por ejemplo, pp. IX-XI.

genera y se instituye en gran medida con arreglo a las diversas traducciones o mediaciones que realizan y negocian sus supuestamente legítimos representantes o portavoces humanos. Es más, no parece ser sólo muy importante por ejemplo que los biólogos lean algunos de los libros de biología y que los diversos actores sociales legos sepan de la mera existencia de los mismos virus casi únicamente en virtud de las declaraciones divulgativas de estos mismos biólogos, y aquí se presenta ya una fuente primera muy relevante de reflexividad, sino que incluso dichos saberes teóricos y prácticos de los expertos y de los legos pueden contribuir de un modo claramente inverso y notable tanto a la modificación permanente del conjunto de la vida en este planeta como a la transformación también muy relevante de la propia condición biológica de los seres humanos. Considero así, por supuesto, que las posibles fronteras entre los mundos paralelos y fuertemente imbricados de la naturaleza y de la sociedad son en algunas ocasiones muy convenientes y plausibles y que éstas serán trazadas sin problemas excesivos, cuando menos en algunos de los contextos sociales y en un sentido claramente utilitario o pragmático, pero dudo mucho que estas mismas distinciones analíticas puedan hacer referencia a un inequívoco salto cualitativo.

Por supuesto que a una buena parte tanto de los filósofos de la ciencia popperianos como de los sociólogos de la ciencia mertonianos les gustaría que la práctica científica en sí misma fuera de otra manera bien diferente y que ésta no se viera posibilitada y condicionada de un modo tan fuerte y problemático por estos mismos componentes supuestamente extracientíficos o no-epistémicos. Pues podría pensarse incluso que seguramente para ello estos mismos analistas construyeron unos referentes normativos o ideales hacia donde, en principio, los científicos deberían encaminar sus esfuerzos más sustantivos. No obstante, lo ahora expuesto no pretende ser una crítica o una denuncia en sentido estricto. Pues toda institución social, incluidas por supuesto tanto la ciencia en general como la propia sociología en particular, requiere para su funcionamiento cotidiano de ciertos componentes ideales o utópicos que hagan olvidar las distintas sombras de su realidad pasada y presente y que, en cualquier caso, apunten hacia un horizonte esperanzador tal vez imposible. Pero resulta que en este trabajo no me he dedicado tanto a exponer cómo me gustaría o me parecería más justo que fueran las cosas sino más bien a mostrar cómo considero que éstas son en realidad. De modo que si todo esto lo he

advertido y constatado en relación con las ciencias de la naturaleza cabría preguntarse ahora de un modo todavía más crítico y reflexivo sobre qué no podría advertirse y constatarse en relación con las mismas ciencias de la sociedad en general, incluida, por supuesto, la propia sociología.

En este mismo contexto de discusión, de acuerdo por ejemplo con autores como Feyerabend, Woolgar o Medina, quisiera poner de relieve que seguramente habría que abandonar de una vez por todas la preocupación en parte obsesiva, paralizante e improductiva acerca de la posible objetividad o científicidad de las ciencias de la sociedad en comparación con las ciencias de la naturaleza¹⁵. De forma que preguntas tales como hasta qué punto las ciencias de la sociedad deberían imitar a las ciencias de la naturaleza, o sobre cuál es el estatuto epistemológico de las ciencias de la sociedad en comparación con las ciencias de la naturaleza, se tornan en gran medida engañosas e infecundas. Pues resulta que, como considero haber mostrado en este mismo estudio, ni siquiera las idealizadas ciencias de la naturaleza se comportan de un modo tan desinteresado y avalorativo como muchos actores sociales y analistas académicos acostumbran si no a suponer sí cuando menos a expresar en público.

Para finalizar este apartado desearía realizar un breve comentario crítico acerca de los conceptos de sociedad de la información, de sociedad del conocimiento o de sociedad de la ciencia y la tecnología. No en vano, de acuerdo por ejemplo con algunos autores, estas formas nominales constituirían las expresiones si no únicas sí cuando menos claramente dominantes de referirse a los caracteres quizá más importantes de las sociedades actuales¹⁶. En relación con estas

¹⁵ Cfr. Feyerabend, Paul K. (1981/1975). *Tratado contra el método*, Madrid, Tecnos; Woolgar, Steve. (1991/1988). *Ciencia. Abriendo la caja negra*, Barcelona, Anthropos, en especial, pp. 163-164; Medina, Esteban. (1989). *Conocimiento y sociología de la ciencia*, Madrid, CIS, Siglo XXI, en especial, p. 184.

¹⁶ Cfr. Lane, Robert. (1966). «The Decline of Politics and Ideology in Knowledgeable Society», en *American Sociological Review*, 21, 5, p. 650; Bell, Daniel. (1976/1973). *El advenimiento de la sociedad postindustrial*, Madrid, Alianza; Castells, Manuel. (1997, 1998 y 1999). *La era de la información. Economía, sociedad, cultura*, vols. I, II y III, Madrid, Alianza; Lamo de Espinosa, Emilio. (1999). «Notas sobre la sociedad del conocimiento», en García Selgas, F. J. y Monleón, J. B. (1999). (Eds.). *Retos de la postmodernidad*, Madrid, Trotta, pp. 147-159.

cuestiones, en cambio, sostengo que este tipo de conceptos o de expresiones específicas me resulta ciertamente confuso y cuestionable, y ello, como indico ahora, debido a diversos motivos.

En primer lugar, porque, me cuestiono, cómo puede sostenerse con cierta seriedad u honestidad que se vive en las sociedades de la información, del conocimiento o de la ciencia y la tecnología cuando, como han puesto encima de la mesa los sucesivos Informes sobre Desarrollo Humano de la ONU, por ejemplo en torno al 40% de las personas que viven en el planeta difícilmente llegarían a sobrevivir con menos de dos dólares al día; alrededor del 50% de la población mundial nunca habría realizado ni recibido una relativamente simple llamada de teléfono en la era que muchos analistas llaman la era de Internet; o la pobreza económica, la desigualdad política y la injusticia planetaria no parecen abandonar nunca a una gran parte de las personas que malviven en este persistente desorden económico y político internacional¹⁷.

En segundo lugar, porque, me pregunto, qué puede decirse en un sentido positivo o realista acerca de nuestra ignorancia si por definición ésta representa todo aquello que escapa tanto a nuestro conocimiento como a nuestro reconocimiento. Porque, debo proseguir, acaso ignorar o desconocer no equivale en rigor no tanto a no saber sobre esto o aquello sino más bien a no saber todo aquello que precisamente se ignora o se desconoce. De hecho, podría preguntarse incluso si acaso el mismo reconocimiento honesto y permanente del riesgo, de la ambivalencia, de la incertidumbre, de la ignorancia y de los mismos límites del siempre contingente conocimiento humano no constituye quizá uno de los pasos más importantes hacia la obtención de esa virtud tan compleja y tan necesaria que es la sabiduría¹⁸.

¹⁷ Cfr. ONU. (2001-1996). *United Nations Development Programme. Human Development Reports*, Nueva York, ONU y Oxford University Press; Castells, Manuel. (2003/2002). *La crisis de la sociedad de la red global*. Este documento se encuentra disponible en Internet.

¹⁸ Cfr. Wynne, Brian. (1997/1992). «Incertidumbre y aprendizaje ambiental. Reconcebir la ciencia y la política en un paradigma preventivo», en González García, M. I., López Cerezo, J. A., Luján López, J. L. (1997). (Eds.). *Ciencia, tecnología y sociedad. Lecturas seleccionadas*, Barcelona, Ariel, pp. 161-183; Ravetz, Jérôme. (1996). «Conocimiento útil, ¿ignorancia útil?», en Theys, J. y Kalaora, B. (1996/1992). (Eds.). *La Tierra ultrajada. Los expertos son formales*, México, FCE, pp. 65-76.

En tercer lugar, porque resulta obvio que la realidad que expresa el concepto realista o positivo de información, esto es, que se dispone del acceso a determinados datos, bits o recursos cognitivos mínimos, tiene que ver bien poco con la realidad que traduce el término también realista o positivo de conocimiento, es decir, que se sabe interpretar determinados datos, bits o recursos cognitivos mínimos de una manera sancionada positivamente, por no decir nada en relación con el significado mucho más complejo y resbaladizo de la palabra sabiduría, esto es, que vitalmente se dispone de alguna idea sancionada de una forma también positiva acerca de qué conocimientos son más o menos interesantes o valiosos o sobre qué debe hacerse con determinados conocimientos. De forma que, como por ejemplo ha subrayado Lamo de Espinosa apoyándose en un bello, desgarrador y contundente poema de Eliot, la información podría definirse por ejemplo como el conocimiento de lo que ocurre, el conocimiento en sentido restringido como el conocimiento de cómo interpretar lo que ocurre o de cómo hacer determinadas cosas, y la sabiduría como el conocimiento de qué debería hacerse y por qué¹⁹. No obstante, quisiera añadir al respecto que muy en especial la sociología nunca debería perder de vista la cuestión tanto metodológica como interpretativa ciertamente medular de describir y analizar los múltiples conocimientos que poseen y movilizan los distintos actores sociales como unos conocimientos socialmente generados, negociados, sancionados, reconocidos y, también, disputados y sujetos a diversas relaciones de fuerza.

En todo caso, al margen de los muchos problemas e interrogantes ahora abiertos, que ciertamente trascienden con mucho los objetivos centrales de este mismo estudio, considero que la tarea sustantiva de pensar desde la sociología acerca del en ciertas ocasiones muy poco transparente mundo de la ciencia y la tecnología ha resultado ser bien fecunda y provechosa. Pues por mediación de esta reflexión sociológica central se ha pensado acerca de nosotros mismos, tanto acerca de qué fuimos y somos como acerca de qué podemos y queremos llegar a ser. Llego pues, ahora sí, al falso final de este trabajo de investigación. Sin embargo, por supuesto, no llego a la solución plena y definitiva del problema interpretativo medular acerca de cómo fueron, son y serán

¹⁹ Cfr. Eliot, Thomas Stearns. (2002/1963). *Poesías reunidas. 1909-1962*, Madrid, Alianza, en especial, p. 169; Lamo de Espinosa, Emilio. (2004). «Información, ciencia y sabiduría», en *El País*, a 22 de enero de 2004.

realmente las sociedades humanas. De modo que no se trata tanto de un frío y perfecto punto y final como de un caliente, vivo y siempre imperfecto punto y seguido. Lo cual, digámoslo con claridad, poco o nada tiene de negativo o de objetable. Pues resulta casi obvio que la clausura absoluta de aquel problema interpretativo medular requiere del punto y final de las sociedades y de las personas particulares que las realizan y son realizadas por éstas.

Anexos

1. El cuestionario de las entrevistas

1. ¿Cuál es su especialidad profesional?

Respuesta:

2. ¿En qué colectivo, institución, organismo o empresa desempeña su profesión?

R:

3. ¿Considera usted que las políticas, tanto en la UE como en el resto del mundo, destinadas a la regulación política de los Organismos Modificados Genéticamente (OMG) deben ser más flexibles, o por el contrario usted considera que deben ser más severas de lo que son en la actualidad? ¿Por qué?

R:

4. ¿Cree usted que en la regulación política de los OMG debe apelarse al denominado principio de precaución? ¿Por qué?

R:

5. ¿Entiende usted que es necesario que los OMG sean acompañados de un tipo de etiquetado específico y obligatorio? ¿Por qué?

R:

6. En el campo disciplinar de la nueva ingeniería genética, ¿piensa usted que las patentes o los derechos de propiedad intelectual contribuyen de un modo positivo o negativo a las sociedades en general? ¿Por qué?

R:

7. ¿Entiende usted que la nueva ingeniería genética puede contribuir de un modo positivo o negativo a solucionar el problema del hambre en el mundo? ¿Por qué?

R:

8. ¿Por qué motivos piensa usted que existen posturas sociales tan enfrentadas en torno a la liberación voluntaria de los OMG?

R:

9. ¿En su opinión, cuáles son o podrían ser los beneficios más notables que aportan o podrían aportar las técnicas de la nueva ingeniería genética para las personas y el medio ambiente?

R:

10. De modo inverso, ¿cuáles son o podrían ser, según usted, los riesgos o las consecuencias más negativas de los OMG para las personas y el medio ambiente?

R:

11. ¿Es usted de la opinión de que existe un riesgo cualitativamente específico derivado de romper las barreras naturales que existen entre las diferentes especies vegetales y animales? ¿Por qué?

R:

12. En su opinión, ¿los OMG son un ejemplo de mejora genética o de degradación genética de las especies vegetales y animales? ¿Por qué?

R:

13. ¿Hasta qué punto usted entiende que el trabajo de los científicos y técnicos expertos está poco menos que determinado por el exclusivo ejercicio de la racionalidad científica y de la práctica experimental?

R:

14. ¿Hasta qué punto usted considera que los científicos y técnicos expertos que trabajan en el campo disciplinar de la nueva ingeniería genética pueden llevar a cabo su trabajo con independencia de los diferentes intereses y valores sociales, políticos y económicos?

R:

15. ¿Cuál cree usted que es o debe ser la función o el papel de los científicos, los técnicos y los expertos en las sociedades occidentales contemporáneas?

R:

16. ¿En qué medida usted entiende que los científicos y técnicos expertos están realmente en condiciones de poner fin a la controversia sobre los OMG?

R:

17. ¿Cuál puede ser, según su opinión, la causa más importante de que muchos expertos o especialistas tengan opiniones tan distintas e incluso enfrentadas sobre las consecuencias presentes y futuras derivadas de la liberación voluntaria de los OMG?

R:

18. ¿Considera usted que en un futuro más o menos próximo la mayor parte de los científicos y técnicos expertos se pondrán de acuerdo sobre las consecuencias presentes y futuras derivadas de la liberación de los OMG? ¿Por qué?

R:

19. Por último, si usted considera oportuno realizar algún tipo de consideración que no haya sido tratada de una manera expresa o directa en el cuestionario presente, le ruego que la explicita a continuación.

R:

Muchas gracias por su colaboración.

2. Glosario de siglas, acrónimos y abreviaturas

ACNFP	Comité Asesor de Alimentos y Procesos Nuevos, Reino Unido
ACSUR	Asociación para la Cooperación con el Sur
ADECU	Asociación de Consumidores y Usuarios, España
ADENA	Asociación en Defensa de la Naturaleza
ADN, DNA	Ácido Desoxirribonucleico
ADNr, rDNA	ADN recombinante
AEMA	Agencia Europea de Medio Ambiente
AESA	Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria
AETOX	Asociación Española de Toxicología
ANTAMA	Fundación para la Aplicación de Nuevas Tecnologías en la Agricultura y la Ganadería, España
APHIS	Animal and Plant Health Inspection Service (Servicio de Inspección Sanitaria Animal y Vegetal)
ARN	Ácido Ribonucleico
ASEBIO	Asociación Española de Bioempresas
BBC	British Broadcasting Corporation (Organismo Público Británico de Radio y Televisión)

BEUC	Bureau European des Unions de Consommateurs (Agencia Europea de Asociaciones de Consumidores)
BIO	Biotechnology Industry Organization
BM	Banco Mundial
BOE	Boletín Oficial del Estado
CESFAC	Confederación Española de Fabricantes de Alimentos Compuestos
Cj	Creutzfeldt Jacobs (Es la variante humana de la enfermedad de EEB)
COAG	Coordinadora de Agricultores y Ganaderos, España
CODA	Coordinadora de Organizaciones Defensa Ambiental, España
CSIC	Consejo Superior de Investigaciones Científicas, España
CSN	Consejo de Seguridad Nuclear, España
CTS	Ciencia, Tecnología y Sociedad
DG	Dirección General de la UE
DPI	Intellectual Property Rights (Derechos de Propiedad Intelectual)
E. coli	Escherichia coli
EEB	Encefalopatía Espongiforme Bovina, o Mal de las Vacas Locas
EIA	Evaluación de Impacto Ambiental
END	European Nuclear Disarmament
EHNE	Euskal Herriko Nekazarien Elkartasuna (Sindicato de Agricultores y Ganaderos de Euskal Herria)
EPA	Environmental Protection Agency (Agencia de Protección Ambiental, EEUU)
EPOR	Empirical Programme of Relativism (Programa

Empírico del Relativismo)

EPSPS	Proteína 5-Enolpiruvil-Shikimato-3-Fosfato Sintasa
ESCT	Estudios Sociales de Ciencia y Tecnología
ETC	Grupo de Acción sobre Erosión, Tecnología y Concentración, Canadá
FAB	Foro Argentina de Biotecnología
FAO	Food and Agriculture Organization (Organización para la Agricultura y la Alimentación de la ONU)
FDA	Food and Drug Administration (Administración de Alimentos y Fármacos, EEUU)
FMI	Fondo Monetario Internacional
FPNE	Fondo Patrimonio Natural Europeo
GATT	General Agreement on Trade and Tariffs (Acuerdo General sobre Comercio y Aranceles)
GNA	Galanthus Nivalis Agglutinin
GRAIN	Genetic Resources Action International
I+D	Investigación y Desarrollo
IESA	Instituto de Estudios Sociales Avanzados, España
IGF-1	Insuline-like Growth Factor 1 (Factor de Crecimiento 1 tipo Insulina)
INIA	Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, España
IRRI	International Rice Research Institute (Instituto Internacional de Investigaciones sobre Arroz, Filipinas)
ISAAA	International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications (Servicio Internacional para la Adquisición de Aplicaciones Agrobiotecnológicas)
ISTAS	Instituto Sindical de Trabajo, Ambiente y Salud,

	España
Maíz Bt	Maíz <i>Bacillus thuringiensis</i> , de Syngenta
MSF	Acuerdos sobre Medidas Sanitarias y Fitosanitarias de la OMC
NIMBY	Not in My Back Yard (No en mi patio de atrás)
NAS	National Academy of Science (Academia Nacional de Ciencias, EEUU)
NCAP	Northwest National Coalition for Alternatives to Pesticides
NFU	National Farmers Union (Unión Nacional de Granjeros, EEUU)
NIH	National Institutes of Health (Institutos Nacionales de la Salud, EEUU)
OCDE, OECD	Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico, Organization for Economic Cooperation and Development
OCU	Organización de Consumidores y Usuarios, España
OIT	Organización Internacional del Trabajo
OMC	Organización Mundial del Comercio (La OMC sustituyó al GATT el 1 de enero de 1995)
OMG, GMO	Organismo Modificado Genéticamente, Genetically Modified Organism
OMS, WHO	Organización Mundial de la Salud, World Health Organization
ONG	Organización No Gubernamental
ONU	Organización de las Naciones Unidas
OPEP	Organización de Países Exportadores de Petróleo
OTAN	Organización del Tratado del Atlántico Norte
OTC	Obstáculos Técnicos al Comercio en materia de Medio Ambiente de la OMC
PAC	Política Agrícola Común de la UE

PAN	Pesticide Action Network
PES	Sustancial Equivalence Principle (Principio de Equivalencia Sustancial)
PMA	Programa Mundial de Alimentos de la ONU
PMD	Países Menos Desarrollados
PNUMA, UNEP	Programa de la ONU para el Medio Ambiente
PP	Precautionary Principle (Principio de Precaución)
PVD	Países en Vías de Desarrollo
RAC	Recombinant DNA Advisory Committee (Comité de Asesoramiento sobre ADNr de los NIH, EEUU)
RAFI	Rural Advancement Foundation International
RAP-AL	Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina
rBGH, rBST	Hormona recombinante de Crecimiento Bovino, o Somatotropina Bovina recombinante
RIAD	Red Internacional de Agricultores y Democracia
RR	Roundup Ready, de Monsanto
SAGB	Senior Advisory Group on Biotechnology (Grupo de interés formado por empresas transnacionales como ICI, Monsanto, Hoechst o Sandoz y Unilever)
SAP	Scientific Advisory Panel (Grupo Científico Asesor de la EPA, EEUU)
SCOT	Social Construction of Technology (Construcción Social de la Tecnología)
SEAE	Sociedad Española de Agricultura Ecológica
SEBBM	Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular
SEBIOT	Sociedad Española de Biotecnología
SIBI	Sociedad Internacional de Bioética

SIDA	Síndrome de Inmunodeficiencia Adquirida
SOAEFD	Oficina Escocesa del Departamento de Agricultura, Medio Ambiente y Pesca
Tecnología T	Tecnología Terminator, de Monsanto y Syngenta
TRAPS	Truth, Rationality, Success and Progress (Verdad, Racionalidad, Éxito y Progreso)
TRIPS	Trade Related Intellectual Property Rights (Derechos de Propiedad Intelectual Relacionados con el Comercio, GATT-OMC)
UCS	Union of Concerned Scientist (Unión de Científicos Preocupados)
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza, International Union for the Conservation of Nature
UITA	Unión Internacional de los Trabajadores de la Alimentación, Agrícolas, Hoteles, Restaurantes, Tabaco y Afines, Montevideo, Uruguay
UNESCO	United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (Organización de la ONU para la Educación, la Ciencia y la Cultura)
UNICEF	United Nations Children's Fund (Fondo para la Infancia de la ONU)
USDA	United States Department of Agriculture (Departamento de Agricultura de EEUU)
VIH	Virus de Inmunodeficiencia Humana
WWF	World Wide Fund for Nature

Recursos

1. Bibliografía

En lo que se refiere a la presentación de esta amplia bibliografía me gustaría realizar dos comentarios muy breves. En primer lugar, indicar que incluyo en ella tanto los trabajos que he citado de una forma expresa y completa en la investigación como aquellos otros materiales que únicamente he consultado y aludido de un modo más indirecto pero que, en cualquier caso, definen la literatura más relevante sobre los diversos temas aquí expuestos y analizados. En segundo lugar, quisiera señalar que he considerado más oportuno presentar una bibliografía conjunta y no una posible bibliografía seleccionada y ordenada con arreglo a los distintos bloques temáticos. De este modo, en relación directa con el marco teórico más importante, podría haber desglosado y ordenado los distintos textos referentes a, por ejemplo, la sociología general clásica y contemporánea, la sociología del conocimiento, la filosofía de la ciencia, la sociología de la ciencia, la historia de la ciencia, el programa fuerte o las nuevas orientaciones en la sociología del conocimiento científico. Por su parte, respecto al objeto empírico de estudio, podría haber diferenciado los trabajos referentes a, por ejemplo, las cuestiones relacionadas con el medio ambiente, los nuevos movimientos sociales, los problemas de la prevención, la precaución, el riesgo y la incertidumbre en las sociedades occidentales actuales o, de un modo más específico pero también desbordante, la diversidad de

perspectivas tanto sociales como académicas en torno a la controversia general sobre el conocimiento de las posibles consecuencias humanas y ambientales adversas derivadas de la libre proliferación mundial de los productos transgénicos. De forma que los motivos principales por los que he considerado más acertado facilitar una bibliografía conjunta se refieren, por un lado, a lo enormemente complejo y a veces artificial de semejante tarea de selección y de clasificación, pues queda claro que muchos de los trabajos aquí aludidos podrían incluirse o bien en distintos grupos o bien, debido a su posible singularidad, en ninguno de ellos, y, por otro lado, a que tal vez una presentación conjunta o general de la totalidad de los materiales bibliográficos resulta mucho más clara y también manejable.

- Abbott, Allison. (1996). «Complexity Limits the Powers of Prediction», en *Nature*, 379, p. 390.
- Abbott, Allison. (1996). «Transgenic Trials Under Pressure in Germany», en *Nature*, 380, p. 94.
- Adam, B., Beck, U. y Van Loon, J. (2000). (Eds.). *The Risk Society and Beyond*, Londres, Sage.
- Adam, Barbara. (1998). *Timescapes of Modernity. The Environment and Invisible Hazards*, Londres, Routledge.
- Adam, Barbara. (2000). «The Temporal Gaze: The Challenge for Social Theory in the Context of GM Food», en *British Journal of Sociology*, 51, 1, pp. 125-142.
- Adorno, Theodor W. (1982/1955). «La conciencia de la sociología del conocimiento», en Lenk, Kurt. (1982/1961-1971). (Ed.). *El concepto de ideología*, Buenos Aires, Amorrortu, pp. 272-283.
- Adorno, Theodor W., et al. (1973/1969). *La disputa del positivismo en la sociología alemana*, Barcelona, Grijalbo.
- Agazzi, Evandro. (1996/1992). *El bien, el mal y la ciencia. Las dimensiones éticas de la empresa científico-tecnológica*, Madrid, Tecnos.
- Aguilar, Ricardo. (2000). «Peligros ambientales y sanitarios de los OMGs», en *Phytoma España*, 120, pp. 91-92.
- Aguilar, S. y Jordan, A. J. (2003). «Principio de precaución, políticas públicas y riesgo», en *Política y Sociedad*, vol. 40, núm. 3, pp. 61-79.
- Aguilar, Susana. (1997). *El reto del medio ambiente. Conflicto e intereses en la política medioambiental europea*, Madrid, Alianza.
- Agulla, Juan Carlos. (1979). *De la sociología del conocimiento a la teoría crítica. Karl Mannheim y Max Horkheimer*, Buenos Aires, Di Tella.
- Ahmed, Iftikhad. (1989). «Efectos sociales de la biotecnología agrícola más avanzada», en *Revista Internacional del Trabajo*, 108, 4, pp. 521-540.
- Aibar, Eduardo. (1996). «La vida social de las máquinas. Orígenes, desarrollo y perspectivas actuales en la sociología de la tecnología», en *REIS*, 76, pp. 141-170.

- Alcalde, Esteban. (1997). «Maíz autoprotegido contra el taladro», en *Vida Rural*, 50, pp. 36-37.
- Alcalde, Esteban. (2000). «Compa CB. Un maíz mejorado genéticamente resistente a plagas», en *Vida Rural*, 7, 108, pp. 48-49.
- Alexander, Jeffrey C. (1989/1987). *Las teorías sociológicas desde la segunda guerra mundial. Análisis multidireccional*, Barcelona, Gedisa.
- Alexander, Jeffrey C. (2000/1995). «Ciencia social y salvación. Sociedad del riesgo como discurso mítico», en Alexander, Jeffrey C. (2000/1999). *Sociología cultural*, Barcelona, Anthropos, pp. 1-29.
- Alexander, Jeffrey C. (2000/1999). *Sociología cultural*, Barcelona, Anthropos.
- Alonso, A., Ayestarán, I. y Ursúa, N. (1996). (Eds.). *Para comprender ciencia, tecnología y sociedad*, Estella, Navarra, Editorial Verbo Divino.
- Alonso, Luis Enrique. (1998). «Los nuevos movimientos sociales en la sociedad del riesgo», en Tezanos, J. L. y Sánchez Morales, R. (1998). (Eds.). *Tecnología y sociedad en el nuevo siglo*, Madrid, Sistema, pp. 159-182.
- Alonso, Luis Enrique. (1998). *La mirada cualitativa en sociología*, Madrid, Fundamentos.
- Alstad, D. N. y Andow, D. A. (1995). «Managing the Evolution of Insect Resistance to Transgenic Plants», en *Science*, 268, pp. 1894-1896.
- Altieri, M. A. y Rosset, P. (1999). «Ten Reasons why Biotechnology will not Ensure Food Security, Protect the Environment and Reduce Poverty in the Developing World», en *AgBioForum*, 2 (3-4), pp. 155-162.
- Altieri, Miguel A. (1995). *Agroecología. Bases científicas para una agricultura sustentable*, Santiago de Chile, CLADES.
- Altieri, Miguel A. (2000). «Riesgos ambientales de los cultivos transgénicos», en *El Ecologista*, 20, pp. 24-29.
- Altieri, Miguel A. (2000). *Bioteología agrícola. Mitos, riesgos ambientales y alternativas*, Berkeley, Universidad de California.
- Álvarez, A., Martínez, A. y Méndez, R. (1993). *Tecnología en acción*, Barcelona, RAP.
- Álvarez, Gerardo. (2002). «Producción de alimentos y otros productos de consumo. Posibles riesgos en su consumo», en *Ábaco*, 31, pp. 45-55.
- Álvaro Campos, G. y Riechmann, J. (1998). «Más vale prevenir que curar», en *El País*, a 4 de febrero de 1998.
- Álvaro Campos, Gregorio. (1999). «Biópiratería», en Peinado, Domingo. (1999). «Transgénicos. ¿Alimentos que matan? o ¿remedio contra el hambre?», en *El Semanal*, 21 de noviembre de 1999, pp. 34-46.
- Álvaro Campos, Gregorio. (2000). «Los alimentos-cultivos transgénicos. Una aproximación ecológica», en *Phytoma España*, 120, pp. 74-77.
- Amigos de la Tierra de Dinamarca. (2001). *La cesta de Pandora. El maravilloso mundo de la biotecnología*, Dinamarca, NOAH.
- Amigos de la Tierra Internacional. (2003). *¡Paren de jugar con el hambre!*, a 23 de mayo de 2003.
- Amorín, Carlos. (1999). *Las semillas de la muerte. La basura tóxica de la empresa Delta & Pine en Paraguay*, Montevideo, Rel-UITA.
- Anderson, E. S. (1975). «Viability of and Transfer of a Plasmid from *E. coli* K12 in the Human Intestine», en *Nature*, 255, p. 502.

- Anderson, Luke. (2001/1999). *Transgénicos. Ingeniería genética, alimentos, y nuestro medio ambiente*, Madrid, Gaia, Proyecto 2050.
- Arias, Manuel. (2003). «Democracia y sociedad del riesgo. Deliberación, complejidad, incertidumbre», en *Revista de Estudios Políticos*, 122, pp. 233-268.
- Arias, Montse. (2000). «La agricultura biológica», en *Agricultura*, 69, 819, pp. 682-683.
- Arias, Montse. (2000). «Las plagas adquieren resistencia», en Asociación Vida Sana.
- Aristóteles. (1998/1986). *La política*, Madrid, Alianza.
- Aron, Raymond. (1970/1967). *Las etapas del pensamiento sociológico*, Buenos Aires, Siglo Veinte.
- Arús, Pere. (2000). «Aceptación y riesgos de las plantas transgénicas», en *Phytoma España*, 120, pp. 66-67.
- Ashmore, M., Mulkay, M. y Pinch, T. (1989). *Health and Efficiency*, Milton Keynes, Open University Press.
- Ashmore, Malcom. (1989). *The Reflexive Thesis*, Chicago, Chicago University Press.
- Atlan, Henri. (1991/1986). *Con razón y sin ella*, Barcelona, Tusquets.
- Audesirk, T. y Audesirk, G. (1996). «Genética molecular y biotecnología», en Audesirk, T. y Audesirk, G. (1996). *Biología. La vida en la Tierra*, México, Prentice-Hall Hispano Americana, pp. 260-279.
- Bachelard, Gaston. (1940). *La Philosophie du Non*, París, PUF [Bachelard, Gaston. (1973/1940). *La filosofía del no*, Buenos Aires, Amorrortu].
- Bachelard, Gaston. (1972/1938). *La formación del espíritu científico*, Buenos Aires, Siglo XXI.
- Bachelard, Gaston. (1989/1971). *Epistemología*, Barcelona, Anagrama.
- Bacon, Francis. (1984/1620). *Novum organum*, Madrid, Sarpe.
- Bacon, Francis. (1985/1620). *La gran restauración*, Madrid, Alianza.
- Baert, Patrick. (2001/1998). *La teoría social en el siglo XX*, Madrid, Alianza.
- Barber, B. y Hirsch, W. (1963). (Eds.). *The Sociology of Science*, Nueva York, The Free Press.
- Barber, Bernard. (1961). «Resistance by Scientists to Scientific Discovery», en *Science*, 134, pp. 596-602.
- Barber, Bernard. (1971/1952). *La ciencia y el orden social*, Barcelona, Ariel.
- Bárcena, I. y Schütte, P. (1997). «El principio de precaución medioambiental en la Unión Europea», en *Revista de Derecho Ambiental*, 19, pp. 13-42.
- Barinaga, Marcia. (1996). «A Shared Strategy for Virulence», en *Science*, 272, pp. 1261-1263.
- Barnes, B. y Bloor, D. (1997/1982). «Relativismo, racionalismo y sociología del conocimiento», en González García, M. I., López Cerezo, J. A. y Luján, J. L. (1997). (Eds.). *Ciencia, tecnología y sociedad*, Barcelona, Ariel, pp. 27-48.
- Barnes, B. y Dolby, R. G. A. (1995/1970). «El ethos científico. Un punto de vista divergente», en Iranzo Amatriain, Juan Manuel, et al. (1995). (Eds.). *Sociología de la ciencia y la tecnología*, Madrid, CSIC, pp. 33-51.
- Barnes, B. y Edge, D. (1982). (Eds.). *Science in Context. Readings in the Sociology of Science*, Milton Keynes, England, The Open University Press.
- Barnes, B. y MacKenzie, D. (1979). «On the Role of Interests in Scientific Change», en Wallis, Roy. (1979). (Ed.). *On the Margins of Science. The Social Construction of Rejected Science*, Keele, University of Keele, pp. 49-66.

- Barnes, B. y Shapin, S. (1979). (Eds.). *Natural Order. Historical Studies of Scientific Culture*, Londres, Sage.
- Barnes, B., Bloor, D. y Henry, J. (1996). *Scientific Knowledge. A Sociological Analysis*, Chicago, Chicago University Press.
- Barnes, Barry. (1974). *Scientific Knowledge and Sociological Theory*, Londres, Routledge & Kegan Paul.
- Barnes, Barry. (1977). *Interests and the Growth of Knowledge*, Londres, Routledge & Kegan Paul.
- Barnes, Barry. (1980/1972). (Ed.). *Estudios sobre sociología de la ciencia*, Madrid, Alianza.
- Barnes, Barry. (1980/1972). «Sobre la recepción de las creencias científicas», en Barnes (1980/1972). (Ed.). *Estudios sobre sociología de la ciencia*, Madrid, Alianza, pp. 262-283.
- Barnes, Barry. (1986/1982). *T. S. Kuhn y las ciencias sociales*, México, FCE.
- Barnes, Barry. (1987/1985). *Sobre ciencia*, Barcelona, Labor.
- Barnes, Barry. (1988/1985). «Thomas S. Kuhn», en Skinner, Quentin. (1988). (Ed.). *El retorno de la gran teoría en las ciencias sociales*, Madrid, Alianza, pp. 86-101.
- Barnes, Barry. (1988/1987). «La aplicación de conceptos como actividad social», en Olivé, León. (1988). (Ed.). *Racionalidad*, México, Siglo XXI, pp. 327-349.
- Barnes, Barry. (1990/1988). *La naturaleza del poder*, Barcelona, Pomares, Corredor.
- Barnes, Barry. (1993-1994). «Cómo hacer sociología del conocimiento», en *Política y Sociedad*, 14-15, pp. 9-19.
- Barnes, Barry. (1995). *The Elements of Social Theory*, Londres, UCL Press.
- Barnes, Barry. (1995/1981). «Sobre el carácter convencional del conocimiento y la cognición», en Iranzo Amatriáin, Juan Manuel, et al. (1995). (Eds.). *Sociología de la ciencia y la tecnología*, Madrid, CSIC, pp. 115-139.
- Barnes, Barry. (2000). *Understanding Agency*, Londres, Sage.
- Barth, Hans. (1951/1945). *Verdad e ideología*, México, FCE.
- Basalla, George. (1991). *La evolución de la tecnología*, Barcelona, Crítica.
- Bateson, Gregory. (1989/1987). *El temor de los ángeles*, Barcelona, Gedisa.
- Baudrillard, Jean. (1998/1978). *Cultura y simulacro*, Barcelona, Kairós.
- Bauman, Zygmunt. (1991). *Modernity and Ambivalence*, Londres, Polity Press.
- Bauman, Zygmunt. (1996/1991). «Modernidad y ambivalencia», en Beriain, Josetxo. (1996). (Ed.). *Las consecuencias perversas de la modernidad. Modernidad, contingencia y riesgo*, Barcelona, Anthropos, pp. 73-119.
- Bauman, Zygmunt. (1997/1987). *Legisladores e intérpretes*, Buenos Aires, Universidad Nacional de Quilmes.
- Bauman, Zygmunt. (2005). *Vidas desperdiciadas*, Barcelona, Paidós.
- Bechmann, Gotthard. (1994). «Riesgo y desarrollo técnico-científico. Sobre la importancia social de la investigación y valoración del riesgo», en *Cuadernos de Sección. Ciencias Sociales y Económicas*, 2, pp. 59-98.
- Beck, U., Giddens, A. y Lash, S. (1997/1994). *Modernización reflexiva*, Madrid, Alianza.
- Beck, Ulrich. (1993). «De la sociedad industrial a la sociedad del riesgo», en *Revista de Occidente*, 150, pp. 19-40.

- Beck, Ulrich. (1996). «Teoría de la sociedad del riesgo», y «Teoría de la modernización reflexiva», en Beriain, Josetxo. (1996). (Ed.). *Las consecuencias perversas de la modernidad. Modernidad, contingencia y riesgo*, Barcelona, Anthropos, pp. 201-222 y 223-265.
- Beck, Ulrich. (1998/1986). *La sociedad del riesgo. Hacia una nueva modernidad*, Barcelona, Paidós.
- Beck, Ulrich. (1998/1988). *Políticas ecológicas en la edad del riesgo. Antídotos. La irresponsabilidad organizada*, Barcelona, El Roure.
- Beck, Ulrich. (1998/1997). *¿Qué es la globalización?*, Barcelona, Paidós.
- Beck, Ulrich. (2000). «Retorno a la teoría de la sociedad del riesgo», en *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, 30, pp. 9-20.
- Beck, Ulrich. (2002/1999). *La sociedad del riesgo global*, Madrid, Siglo Veintiuno.
- Bell, Daniel. (1976/1973). *El advenimiento de la sociedad postindustrial*, Madrid, Alianza.
- Bell, Daniel. (1996/1976). *Las contradicciones culturales del capitalismo tardío*, Madrid, Alianza.
- Beltrán Villalva, Miguel. (1979). *Ciencia y sociología*, Madrid, CIS, Siglo XXI.
- Beltrán Villalva, Miguel. (1991). *La realidad social*, Madrid, Tecnos.
- Beltrán Villalva, Miguel. (1993). «Relativismo cultural y relativismo epistemológico. Voces viejas y nuevas en la sociología del conocimiento», en Lamo de Espinosa, E. y Rodríguez Ibáñez, J. E. (1993). (Eds.). *Problemas de teoría social contemporánea*, Madrid, CIS, pp. 627-651.
- Beltrán Villalva, Miguel. (1994). «Sociología del conocimiento. Notas sobre un libro reciente y una discusión antigua», en *Revista Internacional de Sociología*, 8-9, pp. 261-269.
- Beltrán Villalva, Miguel. (1997). «Sobre la traducción. Un viaje de ida y vuelta», en *Revista Internacional de Sociología*, 17, pp. 173-191.
- Beltrán Villalva, Miguel. (1999). «Sobre la confianza en una ciencia secularizada», en Ramos Torre, R. y García Selgas, F. (1999). (Eds.). *Globalización, riesgo, reflexividad*, Madrid, CIS, pp. 293-309.
- Beltrán Villalva, Miguel. (2000). *Perspectivas sociales y conocimiento*, Barcelona, Anthropos.
- Ben-David, Joseph. (1974/1971). *El papel de los científicos. Un estudio comparativo*, México, Trillas.
- Ben-David, Joseph. (1980/1972). «El empresario científico y la utilización de la investigación», en Barnes, Barry. (1980/1972). (Ed.). *Estudios sobre sociología de la ciencia*, Madrid, Alianza, pp. 178-184.
- Ben-David, Joseph. (1991). *Scientific Growth*, Berkeley y Los Ángeles, California University Press.
- Bendix, R. y Lipset, S. M. (1972/1966). (Eds.). *Clase, status y poder*, Madrid, Euramérica.
- Bendix, Reinhard. (1975/1970). *La razón fortificada. Ensayos sobre el conocimiento social*, México, FCE.
- Benjamin, Walter. (1987/1972). «Tesis de filosofía de la historia», en Benjamin, Walter. (1987/1972). *Discursos interrumpidos I*, Madrid, Taurus, pp. 175-191.
- Benjamin, Walter. (1987/1972). *Discursos interrumpidos I*, Madrid, Taurus.

- Benrstein, Peter. (1996). *Against the Gods. The Remarkable History of Risk*, New York, John Wiley & Sons.
- Benson, Andrew. (2000). «Mejorando la comprensión del público», en *Phytoma España*, 120, pp. 123-125.
- Benvenuti, Bruno. (1992). «¿Evolución o revolución técnica o más bien evolución y revolución técnicas?», en *Agricultura y Sociedad*, 64, pp. 237-265.
- Berg, P. y Singer, M. (1994). *Tratar con genes. El lenguaje de la herencia*, Barcelona, Omega.
- Berg, Paul, et al. (1974). «Potential Biohazards of Recombinant DNA Molecules», en *Science*, 185, p. 303.
- Berg, Paul, et al. (1975). «Asilomar Conference on Recombinant DNA Molecules», en *Science*, 188, pp. 991-994.
- Bergelson, Joy, et al. (1998). «Promiscuity in Transgenic Plants», en *Nature*, 395, p. 25
- Berger, P. y Luckmann, Th. (1979/1966). *La construcción social de la realidad*, Buenos Aires, Amorrortu.
- Bergh, Oivind, et al. (1989). «High Abundance of Viruses found in Aquatic Environments», en *Nature*, 340, pp. 467-468.
- Beriain, J. e Iturrate, J. L. (1998). (Eds). *Para comprender la teoría sociológica*, Estella, Navarra, EVD.
- Beriain, Josetxo. (1993). «De la sociedad industrial a la sociedad del riesgo (Una investigación sobre los tipos de crisis social en las sociedades complejas)», en *REIS*, 63, pp. 145-162.
- Beriain, Josetxo. (1996). (Ed.). *Las consecuencias perversas de la modernidad. Modernidad, contingencia y riesgo*, Barcelona, Anthropos.
- Beriain, Josetxo. (1996). *La integración de las sociedades modernas*, Barcelona, Anthropos.
- Beriain, Josetxo. (1999). «Genealogía sociológica de la contingencia. Del destino dado metafísicamente al destino producido socialmente», en Ramos Torre, R. y García Selgas, F. (1999). (Eds.). *Globalización, riesgo, reflexividad*, Madrid, CIS.
- Beriain, Josetxo. (2000). *La lucha de los dioses en la modernidad*, Barcelona, Anthropos.
- Berlinger, John. (1999). «Keeping Watch Over Genetically Modified Crops and Foods», en *The Lancet*, 353, 9153.
- Bermejo, Isabel. (2000-2001). «¿Vacas locas, o producción ganadera demencial?», en *El Ecologista*, 24, pp. 23-27.
- Bermejo, Isabel. (2001). «Patentes biotecnológicas», en *El Ecologista*, 25, pp. 18-21.
- Bermejo, Isabel. (2001). «Prólogo. Las patentes sobre la vida», a Shiva, Vandana. (2001/1997). *Biopiratería. El saqueo de la naturaleza y del conocimiento*, Barcelona, Icaria, Antrazyt, pp. 9-17.
- Bernard, Claude. (1947/1865). *Principes de Médecine Expérimentale*, París, PUF.
- Bifani, Paolo. (1992). «Implicaciones internacionales de la biotecnología. La guerra de patentes: consideraciones tras la Ronda Uruguay», en *Agricultura y Sociedad*, 64, pp. 193-233.
- Bijker, W. E. y Law, J. (1992). (Eds.). *Shaping Technology/Building Society*, Cambridge (Mass.) y Londres (UK), The MIT Press.

- Bijker, W., Hughes, T. y Pinch, T. (1987). (Eds.). *The Social Construction of Technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology*, Cambridge (Mass.), The MIT Press.
- Bijker, Wiebe E. (1995). *On Bicycles, Bakelite and Bulbs. Elements for a Theory of Socio-Technical Change*, Cambridge (Mass.), The MIT Press.
- Bijker, Wiebe E. (1997). «La construcción social de la baquelita. Hacia una teoría de la invención», en González García, M., López Cerezo, J. A. y Luján López, J. L. (1997). (Eds.). *Ciencia, tecnología y sociedad. Lecturas seleccionadas*, Barcelona, Ariel, pp. 103-129.
- Birch, A. N. E., Geoghegan, I. E., Majerus, M. E. N., Hackett, C. y Allen, J. (1996-1997). «Interactions Between Plant Resistance Genes, Pest Aphid Populations and Beneficial Aphid Predators», en Scottish Crop Research Institute, Dundee, Annual Report, 1996-1997, pp. 68-72.
- Blanca Herrera, R. M^a. y López Martínez, M^a. del C. (2000). «Análisis jurídico de la regulación de los OMG en la UE», en *Alimentaria*, 316, pp. 45-60.
- Blanco Merlo, José Rubén. (1993). «Las “vitaminas” del “programa fuerte”», en *Revista Internacional de Sociología*, 4, pp. 183-204.
- Blanco Merlo, José Rubén. (1993-1994). «Las relaciones entre ciencia y sociedad. Hacia una sociología histórica del conocimiento científico», en *Política y Sociedad*, 14-15, pp. 35-45.
- Blanco Merlo, José Rubén. (1994). *Una aproximación a las relaciones entre ciencia y sociedad. El programa fuerte en la sociología del conocimiento científico*, Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid.
- Blanco Merlo, José Rubén. (1999). «De las relaciones entre usuarios y artefactos. Notas sobre la construcción social de la tecnología», en *Inguruak*, 23, pp. 85-99.
- Blanco Merlo, José Rubén. (2001). «Guerras de la ciencia, imposturas intelectuales y estudios de la ciencia», en *REIS*, 94, pp. 129-152.
- Blanco, J. R. e Iranzo, J. M. (2000). «Ambivalencia e incertidumbre en las relaciones entre ciencia y sociedad», en *Papers*, 61, pp. 89-112.
- Blanco, J. R., Cotillo-Pereira, A. Iranzo, J. M. y Torres, C. (1992). «Ciencia, científicos y sociologías. ¿Por dónde empezar?», en Moya, Carlos, et al. (1992). (Eds.). *Escritos de teoría sociológica en homenaje a Luis Rodríguez Zúñiga*, Madrid, CIS, Siglo XXI, pp. 145-167.
- Bloor, David. (1982). «Durkheim and Mauss Revisited. Classification and the Sociology of Knowledge», en *Studies in the History and Philosophy of Science*, 13, pp. 267-298.
- Bloor, David. (1983). *Wittgenstein. A Social Theory of Knowledge*, Londres, MacMillan.
- Bloor, David. (1993-1994). «¿Qué puede decir el sociólogo del conocimiento de $2 + 2 = 4$?», en *Política y Sociedad*, 14-15, pp. 67-75.
- Bloor, David. (1995/1973). «Wittgenstein y Mannheim sobre la sociología de las matemáticas», en Iranzo Amatriaín, Juan Manuel, et al. (1995). (Eds.). *Sociología de la ciencia y la tecnología*, Madrid, CSIC, pp. 99-114.
- Bloor, David. (1997). *Wittgenstein, Rules and Institutions*, Londres, Routledge.
- Bloor, David. (1998/1976). *Conocimiento e imaginario social*, Barcelona, Gedisa.
- Blume, Stuart S. (1974). *Toward a Political Sociology of Science*, Nueva York, The Free Press.

- Bock, Kenneth. (1988/1978). «Teorías del progreso, el desarrollo y la evolución», en Bottomore, T. y Nisbet, R. (1988/1978). (Eds.). *Historia del análisis sociológico*, Buenos Aires, Amorrortu, pp. 59-104.
- Bonanno, Alessandro. (1991). «Dimensión ideológica de la investigación en el campo de la biotecnología. Análisis exploratorio», en *Agricultura y Sociedad*, 60, pp. 141-163.
- Borlaug, Norman E. (1999). «Los ecologistas extremistas impiden erradicar el hambre», en *El País*, a 28 de octubre de 1999.
- Borrillo, Daniel. (1994). *Análisis de la regulación comunitaria y española sobre la utilización, liberación intencional y comercialización de organismos modificados genéticamente*, Documento de trabajo 94-04, Madrid, IESA, CSIC.
- Borrillo, Daniel. (1996). (Ed.). *Genes en el estrado*, Madrid, IESA, CSIC.
- Bosemark, N. Olof. (1995). «Perspectiva de la biotecnología y la reproducción vegetal en la nueva agricultura», en *Anales de la Estación Experimental de Aula Dei*, 21, 3, pp. 151-157.
- Boudon, Raymond. (1974/1971). *La crisis de la sociología*, Barcelona, Laia.
- Bourdieu, P. y Passeron, J-C. (1977/1970). *La reproducción. Elementos para una teoría del sistema de enseñanza*, Barcelona, Laia.
- Bourdieu, P. y Wacquant, L. J. D. (1995/1987-1988). *Respuestas. Por una antropología reflexiva*, México, Grijalbo.
- Bourdieu, P., Chamboderon, J-C. y Passeron, J-C. (2001/1973). *El oficio de sociólogo. Presupuestos epistemológicos*, Madrid, Siglo XXI.
- Bourdieu, Pierre. (1975). «La Spécificité du Champ Scientifique et les Conditions Sociales du Progrès de la Raison», en *Sociologie et Sociétés*, vol. VII, pp. 91-118.
- Bourdieu, Pierre. (1976). «Le Champ Scientifique», en *Actes de la Recherche en Sciences Sociales*, 2-3, junio de 1976, pp. 88-104.
- Bourdieu, Pierre. (1985/1982). *¿Qué significa hablar?*, Madrid, Akal.
- Bourdieu, Pierre. (1988/1986). *Cosas dichas*, Barcelona, Gedisa.
- Bourdieu, Pierre. (1990). «Animadversions in Mertonem», en Clark, J., Modgil, C. y Modgil, S. (1990). (Eds.). *Robert K. Merton. Consensus and Controversy*, Londres-Nueva York, Falmer Press, pp. 297-301.
- Bourdieu, Pierre. (1999/1994). «La doble ruptura», en Bourdieu, Pierre. (1999/1994). *Razones prácticas. Sobre la teoría de la acción*, Barcelona, Anagrama, pp. 84-90.
- Bourdieu, Pierre. (1999/1994). *Razones prácticas. Sobre la teoría de la acción*, Barcelona, Anagrama.
- Bourdieu, Pierre. (2000/1979). *La distinción. Criterio y bases sociales del gusto*, Madrid, Taurus.
- Bourdieu, Pierre. (2000/1984). *Cuestiones de sociología*, Madrid, Istmo.
- Bourdieu, Pierre. (2002/1982). *Lección sobre la lección*, Barcelona, Anagrama.
- Bourdieu, Pierre. (2003/2001). *El oficio de científico. Ciencia de la ciencia y reflexividad*, Barcelona, Anagrama.
- Boyens, Ingeborg. (2001). *Cosecha mortífera. De los transgénicos a las vacas locas*, Barcelona, Flor del Viento.
- Brake, J. y Vlachos, D. (1998). «Evaluation of Transgenic Event 176 “Bt” Corn in Broiler Chickens», en *Poultry Sci.*, 77, pp. 648-653.

- Braun, Ernest. (1986). *Tecnología rebelde*, Madrid, Tecnos, Fundesco.
- Brodersen, Arvid. (1974/1964). (Ed.). *Estudios sobre teoría social. Alfred Schütz*, Buenos Aires, Amorrortu.
- Broncano, Fernando. (1988). «Las posibilidades tecnológicas. Una línea de demarcación entre ciencia y tecnología», en *Arbor*, 507, pp. 47-70.
- Broncano, Fernando. (1995). (Ed.). *Nuevas meditaciones sobre la técnica*, Madrid, Trotta.
- Broncano, Fernando. (2000). *Mundos artificiales. Filosofía del cambio tecnológico*, Barcelona, Paidós.
- Brown, D. F., Farrington, M., Warren, R. E. (1993). «Imipenem-Resistant *Escherichia Coli*», en *Lancet*, 342, p. 177.
- Brunner, H. G., Nelen, M., Breakefield, X. O., Ropers, H. H., Oost, R. A. (1993). «Abnormal Behavior Associated with a Point Mutation in the Structural Gene for Monoamine Oxides A», en *Science*, 262, pp. 578-580.
- Bruno, Kenny. (1998). «El fracaso del “marketing” de Monsanto», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, pp. 39-45.
- Bunge, Mario. (1980). *La ciencia. Su método y su filosofía*, Buenos Aires, Ediciones Siglo Veinte.
- Bury, John. (1971/1932). *La idea de progreso*, Madrid, Alianza.
- Busch, Lawrence, et al. (1989). «Ciencia, tecnología y reestructuración de la agricultura», en *Agricultura y Sociedad*, 53, pp. 73-103.
- Busch, Lawrence. (1991). «La fabricación de plantas. Notas sobre la cultura de la naturaleza y la naturaleza de la cultura», en *Agricultura y Sociedad*, 60, pp. 119-140.
- Bustamante, Javier. (1993). *Sociedad informatizada, ¿sociedad deshumanizada?*, Madrid, Gaia.
- Buttel, Frederick H. (1992). «Ideología y tecnología agronómica a finales del siglo XX. La biotecnología como símbolo y como sustancia», en *Agricultura y Sociedad*, 64, pp. 21-51.
- Buttel, Frederick H. (1995). «Transiciones agroecológicas en el siglo XX. Análisis preliminar», en *Agricultura y Sociedad*, 74, pp. 9-37.
- Butterfield, Herbert. (1958/1949). *Los orígenes de la ciencia moderna*, Madrid, Taurus.
- Bye, P. y Fonte, M. (1992). «Hacia técnicas agrícolas de base científica», en *Agricultura y Sociedad*, 64, pp. 53-82.
- Cairns, John, et al. (1988). «The Origin of Mutants», en *Nature*, 335, pp. 142-145.
- Callon, M. y Latour, B. (1991). (Eds.). *La Science Telle qu'elle se Fait. Anthologie de la Sociologie des Sciences de la Langue Anglaise*, París, La Découverte.
- Callon, M. y Law, J. (1998). «De los intereses y su transformación. Enrolamiento y contraenrolamiento», en Domènech, M. y Tirado, F. J. (1998). (Eds.). *Sociología simétrica. Ensayos sobre ciencia, tecnología y sociedad*, Barcelona, Gedisa, pp. 51-61.
- Callon, M. y Rip, A. (1996). «Humanos, no-humanos. Moral de una coexistencia», en Theys, J. y Kalaora, B. (1996/1992). (Eds.). *La Tierra ultrajada. Los expertos son formales*, México, FCE, pp. 111-123.

- Callon, M., Courtial, J.-P. y Penan, H. (1995). *Cienciometría. El estudio cuantitativo de la actividad científica. De la bibliometría a la vigilancia tecnológica*, Gijón, Trea.
- Callon, M., Law, J. y Rip, A. (1986). (Eds.). *Mapping the Dynamics of Science and Technology. Sociology of Science in the Real World*, Houndmills y Londres, MacMillan.
- Callon, Michel. (1995/1986). «Algunos elementos para una sociología de la traducción. La domesticación de las vieiras y los pescadores de la bahía de Saint Briec», en Iranzo Amatriaín, Juan Manuel, et al. (1995). (Eds.). *Sociología de la ciencia y la tecnología*, Madrid, CSIC, pp. 259-282.
- Callon, Michel. (1998). «El proceso de construcción de la sociedad. El estudio de la tecnología como herramienta para el análisis sociológico», en Domènech, M. y Tirado, F. J. (1998). (Eds.). *Sociología simétrica. Ensayos sobre ciencia, tecnología y sociedad*, Barcelona, Gedisa, pp. 143-169.
- Calvo Roy, Antonio. (2000). «El árbol de los transgénicos no deja ver el bosque de la biotecnología», en *El País*, 21 de junio de 2000.
- Camps, V. y Giner, S. (1992). *El interés común*, Madrid, Centro de Estudios Constitucionales.
- Canine, Craig. (1991). «Hear No Evil», en *Eating Well*, julio-agosto 1991, pp. 41-47.
- Capra, Fritjof. (2003/2002). *Las conexiones ocultas. Implicaciones sociales, medioambientales, económicas y biológicas de una nueva visión del mundo*, Barcelona, Anagrama.
- Carnap, Rudolf. (1969/1966). *Fundamentación lógica de la física*, Buenos Aires, Editorial Sudamericana.
- Carnap, Rudolf. (1988/1928). *La construcción lógica del mundo*, México, UNAM.
- Carroll, Lewis. (2001/1871). *A través del espejo y lo que Alicia encontró al otro lado*, Madrid, Alianza.
- Casado, M. y González-Duarte, R. (1999). (Eds.). *Los retos de la genética en el siglo XXI*, Barcelona, Universidad de Barcelona.
- Casado, María. (1998). (Ed.). *Bioética, derecho y sociedad*, Madrid, Trotta.
- Casimiro Herruzo, A. (1988). «Biotecnología de la agricultura. Efectos económicos e implicaciones para las políticas de investigación y agrarias», en *Agricultura y Sociedad*, 48, pp. 81-109.
- Castells, Manuel. (1997, 1998 y 1999). *La era de la información. Economía, sociedad, cultura*, vols. I, II, y III, Madrid, Alianza.
- Castells, Manuel. (2003/2002). *La crisis de la sociedad de la red global*. Este documento se encuentra disponible en Internet.
- Castoriadis, Cornelius. (1998/1986). *Los dominios del hombre. Las encrucijadas del laberinto*, Barcelona, Gedisa.
- CEIDER-FPNE-GRAIN. (1996). «¿Patentes sobre la vida?», en *Ecología Política*, 12, pp. 97-106.
- Chalmers, Alan F. (1986/1976). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?*, Madrid, Siglo XXI.
- Chalmers, Alan F. (1992/1990). *La ciencia y cómo se elabora*, Madrid, Siglo XXI.
- Chan, J. M., Stampfer, M. J., Giovannucci, E., Gann P. H., Ma J., Wilkinson, P., Hennekens, Ch. H., y Pollak, M. (1998). «Plasma Insuline-Like Growth Factor-I

- and Prostate Cancer Risk. A Prospective Study», en *Science*, 279, pp. 563-566, a 23 de enero de 1998.
- Charvolin, F. y Schwartz, C. (1996). «¿Una liberación peligrosa?», en Theys, J. y Kalaora, B. (1996/1992). (Eds.). *La Tierra ultrajada. Los expertos son formales*, México, FCE, pp. 85-90.
- Chataway, J. y Tait, J. (1992). «¿Influye realmente la normativa sobre riesgos en la toma de decisiones del sector biotecnológico?», en *Agricultura y Sociedad*, 64, pp. 169-191.
- Chen, Irvin S. Y. (1983). «Molecular Characterization of Genome of a Novel Human T-Cell Leukaemia Virus», en *Nature*, 305, pp. 502-505.
- Chesnais, François. (1992). «Biotecnología e itinerarios tecnológicos alternativos», en *Agricultura y Sociedad*, 64, pp. 277-279.
- Child, Artuhr. (1982). «La posibilidad teórica de la sociología del conocimiento», en Remmling, Gunter W. (1982/1973). (Ed.). *Hacia la sociología del conocimiento*, México, FCE, pp. 115-140.
- Childe, V. Gordon. (1975/1936). *Los orígenes de la civilización*, Madrid, FCE.
- Chopra, Shiv, et al. (1998). *rBST (Nutrilac) Gaps Analysis. Report by rBST Internal Review Team*, Health Protection Branch, Health Canada (Ministerio de Sanidad de Canadá), Ottawa, a 21 de abril de 1998.
- Clark, J., Modgil, C. y Modgil, S. (1990). (Eds.). *Robert K. Merton. Consensus and Controversy*, Londres-Nueva York, Falmer Press.
- Coghlan, Andy. (1998). «Patatas inocentes. El experimento sobre el peligro de los alimentos transgénicos era falso», en *El Mundo*, a 3 de septiembre de 1998.
- Cohen, Bernard I. (1989/1985). *Revolución en la ciencia*, Barcelona, Gedisa.
- Cohen, Jon. (1996). «New Role for HIV: A Vehicle for Moving Genes into Cells», en *Science*, 272, p. 195.
- Cohen, Phil. (1996). «Doctor, There's a Fly in My Genome», en *New Scientist*, March, 9, p. 16.
- Cole, J. y Cole. S. (1973). *Social Stratification in Science*, Chicago, Chicago University Press.
- Collier, Robert J., et al. (1994). «Letter to the Editor», en *The Lancet*, 344, p. 816, a 17 de septiembre de 1994.
- Collins, H. M. y Pinch, T. J. (1982). *Frames of Meaning*, Londres, Routledge & Kegan Paul.
- Collins, H. M. y Pinch, T. J. (1996/1993). *El gólem. Lo que todos deberíamos saber acerca de la ciencia*, Barcelona, Crítica.
- Collins, Harry M. (1981). (Ed.). *Knowledge and Controversy. Studies of Modern Natural Science*, en *Social Studies of Science*, 11, Londres, Sage.
- Collins, Harry M. (1990). *Artificial Experts. Social Knowledge and Intelligent Machines*, Cambridge (Mass.), MIT Press.
- Collins, Harry M. (1992/1985). *Changing Order. Replication and Induction in Scientific Practice*, Chicago y Londres, The University of Chicago Press.
- Collins, Harry M. (1994). «Hijo de siete sexos. La destrucción social de un fenómeno físico», en Solís, Carlos. (1994). (Ed.). *Razones e intereses. La historia de la ciencia después de Kuhn*, Barcelona, Paidós, pp. 95-125.
- Collins, Harry M. (1995/1975). «Los siete sexos. Estudio sociológico de fenómeno o la replicación de los experimentos en física», en Iranzo Amatriain, Juan Manuel,

- et al. (1995). (Eds.). *Sociología de la ciencia y la tecnología*, Madrid, CSIC, pp. 141-160.
- Collins, Harry M. (1997). «Un programa empírico de relativismo en sociología del conocimiento científico», en González García, M. I., López Cerezo, J. A. y Luján López, J. L. (1997). (Eds). *Ciencia, tecnología y sociedad. Lecturas seleccionadas*, Barcelona, Ariel, pp. 49-66.
- Collins, Randall. (1975). *Conflict Sociology*, Nueva York, Academic Press.
- Commoner, Barry. (1977). *La escasez de energía*, Barcelona, Plaza y Janés.
- Commoner, Barry. (1992). *En paz con el planeta*, Barcelona, Crítica.
- Comte, Auguste. (1835). *Cours de Philosophie Positive*, París, Bachelier.
- Comte, Auguste. (1999/1844). *Discurso sobre el espíritu positivo. Discurso preliminar del tratado filosófico de astronomía popular*, Madrid, Biblioteca Nueva.
- Condorcet, Marqués de. (1980/1795). *Bosquejo de un cuadro histórico de los progresos del espíritu humano*, Madrid, Editorial Nacional.
- Cooke, Roger M. (1991). *Experts in Uncertainty: Opinion and Subjective Probability in Science*, Oxford, Oxford University Press.
- Coon, Craig. (1999). «Biotecnología y la alimentación Animal», en *MG. Mundo Ganadero*, 110, pp. 58-64.
- Corbella, Josep. (1999). «La crítica de que los alimentos transgénicos son peligrosos para la salud pierde fuerza», en *La Vanguardia*, a 15 de octubre de 1999.
- Cortina, Adela. (2004). «¿A quién sirve el gril transgénico?», en *El País*, a 27 de abril de 2004.
- Coser, Lewis. (1961/1956). *Las funciones del conflicto social*, México, FCE.
- Coser, Lewis. (1968/1965). *Hombres de ideas*, México, FCE.
- Coser, Lewis. (1970/1967). *Nuevos aportes a la teoría del conflicto social*, Buenos Aires, Amorrortu.
- Costa, Jaime. (1997). «Los agricultores y la biotecnología», en *Vida Rural*, 53, pp. 63-64.
- Cotillo-Pereira, A. (1993). «La construcción del realismo textual», en *Revista Internacional de Sociología*, 4, pp. 205-231.
- Cotillo-Pereira, A. y Torres Albero, C. (1993-1994). «Una teoría sociológica de la innovación en la ciencia. La obra del primer Mulkay», en *Política y Sociedad*, 14-15, pp. 115-142.
- Cox, Carolyn. (1995). «Glysophosate, Part I. Toxicology, Herbicide Factsheet», en *Journal of Pesticides Reform*, vol. 15, nº 3, pp. 14-20.
- Cox, Carolyn. (1995). «Glysophosate, Part II. Human Exposure and Ecological Effects», en *Journal of Pesticides Reform*, vol. 15, nº 4.
- Crane, Diana. (1972). *Invisible Colleges*, Chicago, Chicago University Press.
- Cranor, Carl F. (1992). *Regulating Toxic Substances. A Philosophy of Science and the Law*, Nueva York, Oxford University Press.
- Crouch, E. A. C. y Wilson, R. (1982). *Risk-Benefit Analysis*, Cambridge (Mass.), Ballinger.
- Cubero, José Ignacio. (2000). «Historia biotecnología vegetal», ponencia presentada en *I Jornadas sobre Productos Transgénicos en Agricultura*, del 13 al 15 de noviembre de 2000.

- Cugota, Ll. y Bartell, D. (1994). «La agricultura comienza una nueva era revolucionaria con la intervención de la ingeniería genética», en *La Vanguardia: Medicina y Calidad de Vida*, 21 de enero de 1994.
- Cummins, Joseph E. (1998). «Podrán sobrevivir los mamíferos marinos a las PCBs», en *The Ecologist, The Monsanto Files: Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, pp. 15-16.
- Curtis, J. E. y J. W. Petras. (1970). (Eds.). *The Sociology of Knowledge. A Reader*, Londres, Routledge and Kegan Paul.
- Cuvillier, Armand. (1957). *Las ideologías a la luz de la sociología del conocimiento*, México, UNAM.
- Cuvillier, Armand. (1971). *Sociología de la cultura*, Buenos Aires, El Ateneo.
- Dahlke, Helmut Otto. (1940). «The Sociology of Knowledge», en Barnes, H. E., Becker, H. y Becker, F. B. (1940). (Eds.). *Contemporary Social Theory*, New York, Appleton-Century, pp. 64-89.
- Dahrendorf, Ralf. (1971/1961). «Ciencia social y juicios de valor», en Dahrendorf, Ralf. (1971/1961). *Sociedad y libertad*, Madrid, Tecnos, pp. 36-53.
- Dahrendorf, Ralf. (1971/1961). *Sociedad y libertad*, Madrid, Tecnos.
- Dahrendorf, Ralf. (1973/1959). *Homo sociologicus*, Madrid, Instituto de Estudios Políticos.
- Dahrendorf, Ralf. (1979/1957). *Las clases sociales y su conflicto en la sociedad industrial*, Madrid, Rialp.
- Daily, Gretchen, et al. (1998). «Food Production, Population Growth, and the Environment», en *Science*, 281, pp. 1291-1292.
- Dalton, R. J. y Kuechler, M. (1992). (Eds.). *Los nuevos movimientos sociales*, Valencia, Alfons el Magnanim.
- Davies, Julian. (1994). «Inactivation of Antibiotics and the Dissemination of Resistance Genes», en *Science*, 264, pp. 375-382.
- Davis, Bernard. (1991). (Ed.). *The Genetic Revolution: Scientific Prospects and Public Perceptions*, Londres, The Johns Hopkins University Press.
- Dean, Mitchell. (1999). «Risk, Calculable and Incalculable», en Lupton, Deborah. (1999). (Ed.). *Risk and Sociocultural Theory*, Cambridge, Cambridge University Press, pp. 130-159.
- Delgado, M., Wagensberg, J. y García Calvo, A. (1995). «Ciencia. Pro y contra», en *Archipiélago*, 20, pp. 75-83.
- Derrida, Jacques. (1977). *Of Grammatology*, Baltimore, Johns Hopkins University Press.
- Di Trocchio, Federico. (1999/1997). *Las mentiras de la ciencia. ¿Por qué y cómo nos engañan los científicos?*, Madrid, Alianza.
- Díaz de Rada, V., Ayerdi, P. y Olazarán, M. (1998). «Percepción social de la ciencia y la tecnología en España», en *Revista Internacional de Sociología*, 21, pp. 73-100.
- Dickson, David. (1985/1973). *Tecnología alternativa*, Barcelona, Orbis.
- Dilthey, Wilhelm. (1980/1883). *Introducción a las ciencias del espíritu*, Madrid, Alianza.
- Dilthey, Wilhelm. (1988/1911). *Teoría de las concepciones del mundo*, Madrid, Alianza.
- Documentos TV. (2001). *El oro verde*, en *Documentos TV*, RTVE.

- Domènech Figueras, Antoni. (1986). «La ciencia moderna, los peligros antropogénicos presentes y la racionalidad de la política de la ciencia y de la técnica», en *Arbor*, 481, pp. 9-51.
- Domènech, M. y Tirado, F. J. (1998). (Eds.). *Sociología simétrica. Ensayos sobre ciencia, tecnología y sociedad*, Barcelona, Gedisa.
- Domingo Roig, J. L. y Gómez Arnáiz, M. (2000). «Riesgos sobre la salud de los alimentos modificados genéticamente. Una revisión bibliográfica», en *Revista Española de Salud Pública*, 74, 3, pp. 255-261.
- Domingo Roig, José L. (2000). «Health Risks of GM Foods. Many Opinions but Few Data», en *Science*, 288, pp. 1748-1749, a 9 de junio de 2000.
- Domínguez Sánchez-Pinilla, Mario y Galcerán Huguet, Monserrat. (1997). *Innovación tecnológica y sociedad de masas*, Madrid, Síntesis.
- Dommelen, Ad van. (1996). (Ed.). *Coping with Deliberate Release. The Limits of Risk Assessment*, Tilburg, International Center for Human and Public Affairs.
- Dosi, Giovanni. (1992). «Algunas cuestiones referentes a la innovación biotecnológica», en *Agricultura y Sociedad*, 64, pp. 271-275.
- Douglas, M. y Wildavsky, A. (1982). *Risk and Culture. An Essay on the Selection of Technological and Environmental Dangers*, Berkeley, University of California Press.
- Douglas, Mary. (1978/1970). *Simbolos naturales. Exploraciones en cosmología*, Madrid, Alianza.
- Douglas, Mary. (1991/1966). *Pureza y peligro. Un análisis de los conceptos de contaminación y tabú*, Madrid, Siglo XXI.
- Douglas, Mary. (1992). *Risk and Blame. Essays in Cultural Theory*, Londres, Routledge.
- Douglas, Mary. (1996/1985). *La aceptación del riesgo según las ciencias sociales*, Barcelona, Paidós.
- Douglas, Mary. (1996/1986). *Cómo piensan las instituciones*, Madrid, Alianza.
- Douglas, Mary. (1998/1996). *Estilos de pensar. Ensayos críticos sobre el buen gusto*, Barcelona, Gedisa.
- Drouin, Jean-Marc. (1993). «De Linneo a Darwin. Los viajeros naturalistas», en Serres, Michel. (1993). (Ed.). *Historia de las ciencias*, Madrid, Cátedra, pp. 363-372.
- Duclos, Denis. (1996). «La ciencia absorbida por el mando administrativo», en Theys, J. y Kalaora, B. (1996/1992). (Eds.). *La Tierra ultrajada. Los expertos son formales*, México, FCE, pp. 134-148.
- Duhem, Pierre. (1954/1906). *The Aim and the Structure of a Physical Theory*, Princeton, Princeton University Press.
- Durán, A. y Riechmann, J. (1998). (Eds.). *Genes en el laboratorio y en la fábrica*, Madrid, Trotta.
- Durkheim, É. y Mauss, M. (1971/1903). «De ciertas formas primitivas de clasificación», en Mauss, Marcel. (1971). *Institución y culto. Obras completas II*, Barcelona, Barral Editores, pp. 13-73.
- Durkheim, Émile. (1921). «Sociologie et Sciences Sociales», en Alcan, Félix. (1921). *De la Méthode dans les Sciences*, París, PUF, pp. 260-267.
- Durkheim, Émile. (1987/1893). *La división del trabajo social*, Madrid, Akal.
- Durkheim, Émile. (1989/1897). *El suicidio*, Madrid, Akal.

- Durkheim, Émile. (1991/1895). *Las reglas del método sociológico*, Madrid, Akal.
- Durkheim, Émile. (1992/1912). *Las formas elementales de la vida religiosa*, Madrid, Akal.
- Duvignaud, Jean. (1982/1979). (Ed.). *Sociología del conocimiento*, México, FCE.
- Easlea, Brian. (1981/1973). *La liberación social y los objetivos de la ciencia. Un ensayo sobre objetividad y compromiso en las ciencias sociales y naturales*, Madrid, Siglo XXI.
- Echeverría, Javier. (1988). «Teletecnologías, espacios de interacción y valores», en *Teorema*, XVII, 3, pp. 11-25.
- Echeverría, Javier. (1989). *Introducción a la metodología de la ciencia*, Barcelona, Barcanova.
- Echeverría, Javier. (1995). «El pluralismo axiológico de la ciencia», en *Isegoría*, 12, pp. 44-79.
- Echeverría, Javier. (1995). *Filosofía de la ciencia*, Madrid, Akal.
- Echeverría, Javier. (1998). «Ciencia y valores. Propuestas para una axiología de la ciencia», en *Contrastes*, 3, pp. 175-194.
- Echeverría, Javier. (2001). «Tecnociencia y sistemas de valores», en López Cerezo, J. A. y Sánchez Ron, J. M^a. (2001). (Eds.). *Ciencia, tecnología, sociedad y cultura en el cambio de siglo*, Madrid, Biblioteca Nueva, pp. 221-230.
- Echeverría, Javier. (2002). *Ciencia y valores*, Madrid, Destino.
- Edge, D. y Mulkay, M. J. (1976). *Astronomy Transformed*, Nueva York, Wiley Interscience.
- Eggertson, Laura. (1998). «Researchers Threatened, Inquiry Told», en *Toronto Star*, a 17 de septiembre de 1998.
- Einstein, Albert. (1986/1984). *Notas autobiográficas*, Madrid, Alianza.
- Einstein, Albert. (2004/1980). *Mi visión del mundo*, Barcelona, Tusquets.
- Elíade, Mircea. (1988/1957). *Lo sagrado y lo profano*, Barcelona, Labor.
- Elias, Norbert. (1990/1983). *Compromiso y distanciamiento. Ensayos de sociología del conocimiento*, Barcelona, Península.
- Elias, Norbert. (1994/1984). *Conocimiento y poder*, Madrid, La Piqueta.
- Elias, Norbert. (1995/1970). *Sociología fundamental*, Barcelona, Gedisa.
- Eliot, Thomas Stearns. (2002/1963). *Poesías reunidas. 1909-1962*, Madrid, Alianza.
- Ellul, Jacques. (1960/1954). *El siglo XX y la técnica. Análisis de las conquistas y peligros de la técnica de nuestro tiempo*, Barcelona, Labor.
- Ellul, Jacques. (1978/1973). *Los nuevos poseídos*, Argentina, Monte Ávila.
- Elster, Jon. (1989/1979). *Ulises y las sirenas*, México, FCE.
- Elster, Jon. (1990/1983). *El cambio tecnológico*, Barcelona, Gedisa.
- Elster, Jon. (1995/1991). *Tuercas y tornillos*, Barcelona, Gedisa.
- Encyclopédie des Nuisances. (2000/1999). *Observaciones sobre la agricultura genéticamente modificada y la degradación de las especies*, Barcelona, Alikornio.
- Engelhard, H. T. y Caplan, A. L. (1987). (Eds.). *Scientific Controversies*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Enzensberger, Hans Magnus. (2002). *Los elixires de la ciencia*, Barcelona, Anagrama.

- EPA Pesticide Fact-Sheet 4/98. (1994). *Bacillus Thuringiensis Cry IA(b) Delta-Endotoxin and the Genetic Material Necessary for its Production (Plasmid Vector pc1B 4431) in Corn*, OPPTS.
- EPA. (2000). «Documento de acción de registro de bio-pesticidas Bt», Informe de la EPA de EEUU.
- Epstein, Samuel E. (1996). «Unlabelled Milk from Cows Treated with Biosynthetic Growth Hormones. A Case of Regulation», en *International Journal of Health Services*, vol. 26, nº 1, pp. 173-185.
- Espinos Pérez, Amparo. (2000). «¿Dos caras de la biotecnología?», en *Phytoma España*, 120, p. 119.
- Esteve Pardo, José. (1999). *Técnica, riesgo y derecho. Tratamiento del riesgo tecnológico en el derecho ambiental*, Barcelona, Ariel.
- Estruch, Juan José. (1998). «Plantas resistentes a insectos», en *Investigación y Ciencia*, 257, pp. 46-53.
- Etzioni, Amitai. (1980/1968). *La sociedad activa*, Madrid, Aguilar.
- Evans-Prichard, E. E. (1976/1937). *Brujería, magia y oráculos entre los azande*, Barcelona, Anagrama.
- Ewald, François. (1996). «El peritaje, una ilusión necesaria», en Theys, J. y Kalaora, B. (1996/1992). (Eds.). *La Tierra ultrajada. Los expertos son formales*, México, FCE, pp. 163-167.
- Ewen, S. W. B. y Pusztai, A. (1999). «Effect of Diets Containing Genetically Modified Potatoes Expressing *Galanthus Nivalis* Lectin on Rat Small Intestine», en *The Lancet*, 354, pp. 1353-1354, a 16 de octubre de 1999.
- Fabbri, Paolo. (1995). *Tácticas de los signos*, Barcelona, Gedisa.
- Fagan, John B. (1998). *The Failing of the Principle of Substantial Equivalence*, USA, PSRAST.
- Fanfani, Roberto, et al. (1992). «La biotecnología en el sector agroalimentario. Un impacto limitado», en *Agricultura y Sociedad*, 64, pp. 147-168.
- FAO-WHO. (2000-1998). *Expert Consultation on Human Vitamin and Mineral Requirements*, Bangkok, Thailand, FAO-WHO.
- Fares, N. H. y El-Sayed, A. K. (1998). «Fine Estructural Changes in the Ileum of Mice Fed on Delta-Endotoxin-Treated Potatoes and Transgenic Potatoes», en *Nat. Toxins*, 6, pp. 219-233.
- Farley, J. y Geison, G. L. (1994). «Ciencia, política y generación espontánea en la Francia del diecinueve. El debate entre Pasteur y Pouchet», en Solís, Carlos. (1994). (Ed.). *Razones e intereses. La historia de la ciencia después de Kuhn*, Barcelona, Paidós, pp. 219-263.
- Featherstone, Carol. (1997). «A Green Revolution for the Clinic», en *The Lancet*, 349, 9064.
- Fehér, Marta. (1990). «Acerca del papel asignado al público por las filosofías de la ciencia», en Ordóñez, J. y Elena, A. (1990). (Eds.). *La ciencia y su público. Perspectivas históricas*, Madrid, CSIC, pp. 421-443.
- Fenton, Brian, et al. (1999). «Differential Binding of the Insecticidal Lectin GNA to Human Blood Cells», en *Lancet*, 354, pp. 1354-1355.
- Fernandes Nunes, Eduardo José. (1998). «Tecnología, impacto ambiental y territorio. La naturaleza del ambientalismo en Bahía. Tres casos de estudio», en *Revista de Geografía y Ciencias Sociales*, 121.

- Fernández San Juan, Pedro Mario. (2000). «Alimentos transgénicos, entre el progreso y la polémica», en *Estudios sobre Consumo*, 15, 52, pp. 103-106.
- Fernández Valiente, Eduardo. (2002). «La importancia de lo pequeño. Comunidades bacterianas y sociedad humana», en *Política y Sociedad*, vol. 39, núm. 3, pp. 575-581.
- Ferrara, Jennifer. (1998). «Puertas giratorias. Monsanto y la Administración», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, pp. 32-38.
- Ferreira, Miguel A. (2001). «Más allá del laboratorio. La antropología del conocimiento científico como apuesta metodológica», en *Política y Sociedad*, 37, pp. 105-126.
- Feyerabend, Paul K. (1981/1975). *Tratado contra el método*, Madrid, Tecnos.
- Feyerabend, Paul K. (1982/1978). *La ciencia en una sociedad libre*, Madrid, Siglo XXI.
- Feyerabend, Paul K. (1985/1980). *¿Por qué no Platón?*, Madrid, Tecnos.
- Feyerabend, Paul K. (1989/1970). *Contra el método*, Barcelona, Ariel.
- Feyerabend, Paul K. (1990/1989). *Diálogo sobre el método*, Madrid, Cátedra.
- Feyerabend, Paul K. (1991). *Diálogo sobre el conocimiento*, Madrid, Cátedra.
- Feyerabend, Paul K. (1992/1984). *Adiós a la razón*, Madrid, Tecnos.
- Feyerabend, Paul K. (1995). «Contra la infabilidad cultural, el objetivismo, el relativismo y otras quimeras», en *Archipiélago*, 20, pp. 45-52.
- Feyerabend, Paul K. (1995/1994). *Matando el tiempo. Autobiografía*, Madrid, Debate.
- Feyerabend, Paul K. (1998/1992). *Ambigüedad y armonía*, Barcelona, Paidós.
- Feyerabend, Paul K. (2001/1999). *La conquista de la abundancia*, Barcelona, Paidós.
- Feyerabend, Paul K., et al. (1984). (Eds.). *Estructura y desarrollo de la ciencia*, Madrid, Alianza.
- Fleck, Ludwik. (1986/1935). *La génesis y el desarrollo de un hecho científico*, Madrid, Alianza.
- Fodoun, Jean Marie, et al. (1998). «No. Que siga la cosecha tradicional», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, p. 43.
- Folch, Ramón. (2000). «Prólogo», a Riechmann, Jorge. (2000). *Cultivos y alimentos transgénicos. Una guía crítica*, Madrid, La Catarata, pp. 9-11.
- Forman, Paul. (1984). *Cultura en Weimar, causalidad y teoría cuántica. 1918-1927*, Madrid, Alianza.
- Forman, Paul. (1986). «Los propósitos de la historia de la ciencia», en *Revista de Occidente*, 64, pp. 51-62.
- Foucault, Michel. (1968/1966). *Las palabras y las cosas*, Barcelona, Planeta Agostini.
- Foucault, Michel. (1992/1991). *Microfísica del poder*, Madrid, La Piqueta.
- Foucault, Michel. (1996/1975). *Vigilar y castigar. Nacimiento de la prisión*, Madrid, Siglo XXI.
- Foucault, Michel. (1997/1961). *Historia de la locura en la época clásica*, vols. I y II, Madrid, FCE.
- Foucault, Michel. (1999/1970). *El orden del discurso*, Barcelona, Tusquets.
- Fourrez, Gérard. (1994). *La construcción del conocimiento científico*, Madrid, Narcea.
- Francescutti, Pablo. (2003). «“Vacías locas” y comunicación del riesgo. Un Análisis de la prensa española», en *Política y Sociedad*, vol. 40, núm. 3, pp. 153-187.

- Franklin, Jane. (1998). (Ed.). *The Politics of Risk Society*, Londres, Polity.
- Frazer, James George. (1951/1890). *La rama dorada*, México, FCE.
- Friedman, George. (1970). *El hombre y la técnica*, Barcelona, Ariel.
- Friedrichs, Robert. (1977/1970). *Sociología de la sociología*, Buenos Aires, Amorrortu.
- Fukuyama, Francis. (2003/2002). *El fin del hombre. Consecuencias de la revolución biotecnológica*, Madrid, Punto de Lectura.
- Fuller, Steve. (1988). *Social Epistemology*, Bloomington, Indiana University Press.
- Fuller, Steve. (1993). *Philosophy, Rhetoric and the End of Knowledge*, Madison, University of Wisconsin Press.
- Fuller, Steve. (2001). «Guía crítica para el nuevo lenguaje de la sociedad del conocimiento», en López Cerezo, J. A. y Sánchez Ron, J. M. (2001). (Eds.). *Ciencia, tecnología, sociedad y cultura en el cambio de siglo*, Madrid, Biblioteca Nueva, pp. 191-218.
- Funtowicz, S. y Ravetz, J. (1990). *Uncertainty and Quality in Science for Policy*, Dordrecht, Kluwer.
- Funtowicz, S. y Ravetz, J. (1993). *Epistemología política*, Buenos Aires, Centro Editor de América Latina.
- Funtowicz, S. y Ravetz, J. (1997). «Problemas ambientales, ciencia post-normal y comunidades de evaluadores extendidas», en González García, M. I., López Cerezo, J. A., Luján López, J. L. (1997). (Eds.). *Ciencia, tecnología y sociedad. Lecturas seleccionadas*, Barcelona, Ariel, pp. 151-160.
- Gadamer, Hans-Georg. (1984/1975). *Verdad y método*, Salamanca, Sígueme.
- Gadamer, Hans-Georg. (1998/1995). *El giro hermenéutico*, Madrid, Cátedra.
- Galán, Lola. (2002). «La FAO apoya los transgénicos para combatir el hambre», en *El País*, a 21 de agosto de 2002.
- Galeano, Eduardo. (2003/1998). *Patatas arriba. La escuela del mundo al revés*, Madrid, Siglo XXI.
- Galileo Galilei. (1995/1632). *Diálogo sobre los dos máximos sistemas del mundo, ptolemaico y copernicano*, Madrid, Alianza.
- Galimberti, Umberto. (1995). «La voluntad de dominar», en *Archipiélago*, 20, pp. 41-44.
- García Blanco, J. M^a. y Navarro Sustaeta, P. (2002). (Eds.). *¿Más allá de la modernidad?*, Madrid, CIS.
- García Blanco, José María. (1993). «Racionalidad y riesgo en la identidad de las sociedades complejas», en Lamo de Espinosa, E. y Rodríguez Ibáñez, J. E. (1993). (Eds.). *Problemas de la teoría social contemporánea*, Madrid, CIS, pp. 473-489.
- García Blanco, José María. (1993). «Riesgos y peligros del trabajo en la sociedad moderna», en *Revista de Occidente*, 150, pp. 91-108.
- García Olmedo, Francisco. (1998). *La tercera revolución verde. Plantas que brillan con luz propia*, Madrid, Debate.
- García Olmedo, Francisco. (1999). «Las plantas inventaron al hombre», en Peinado, Domingo. (1999). «Transgénicos. ¿Alimentos que matan? o ¿remedio contra el hambre?», en *El Semanal*, 21 de noviembre de 1999, pp. 34-46.
- García Selgas, F. J. y Monleón, J. B. (1999). (Eds.). *Retos de la postmodernidad*, Madrid, Trotta.

- García Selgas, Fernando J. (1994). *Teoría social y metateoría hoy. El caso de Anthony Giddens*, Madrid, CIS, Siglo XXI.
- García Selgas, Fernando J. (1999). «El cyborg como reconstrucción del agente social», en *Política y Sociedad*, 30, pp. 165-191.
- Garfinkel, Harold. (1984-1967). (Ed.). *Studies in Ethnomethodology*, Cambridge y Oxford, Polity Press and Basil Blackwell
- Garrido, Francisco Javier. (2002). «Biotecnología, S. A. Una aproximación sociológica», en *Política y Sociedad*, vol. 39, núm. 3, pp. 641-659.
- Gaston, Jerry. (1973). *Originality and Competition in Science*, Chicago, Chicago University Press.
- Gaston, Jerry. (1978). *The Sociology of Science*, San Francisco, Jossey-Bass.
- Geertz, Clifford. (1987/1977). *Interpretación de las culturas*, Barcelona, Gedisa.
- George, Susan. (2001/1999). *Informe Lugano*, Barcelona, Icaria, Intermón Oxfam.
- Gernaert, S., Lucano, M. M. y Grinstein, G. (2003). «El principio de precaución y el caso de los organismos genéticamente modificados en Argentina», en *Política y Sociedad*, vol. 40, núm. 3, pp. 105-112.
- Giannetti, Renato. (1994). «Las representaciones de la innovación tecnológica en la perspectiva histórica», en *Revista de Historia Económica*, 6, pp. 31-44.
- Gibbons, Michael, et al. (1997/1994). *La nueva producción del conocimiento. La dinámica de la ciencia y de la investigación en las sociedades contemporáneas*, Barcelona, Pomares, Corredor.
- Gibson, Quentin. (1982/1974). *La lógica de la investigación social*, Madrid, Tecnos.
- Giddens, A. y Turner, J. (1990/1987). (Eds.). *La teoría social hoy*, Madrid, Alianza.
- Giddens, Anthony. (1995/1984). *La constitución de la sociedad*, Buenos Aires, Amorrortu.
- Giddens, Anthony. (1997/1976). *Las nuevas reglas del método sociológico*, Buenos Aires, Amorrortu.
- Giddens, Anthony. (1997/1990). *Consecuencias de la modernidad*, Madrid, Alianza.
- Giddens, Anthony. (2000/1999). *Un mundo desbocado*, Madrid, Alianza.
- Gilbert, G. N. y Mulkay, M. (1984). *Opening Pandora's Box*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Giner, S., Lamo de Espinosa, E. y Torres, C. (1998). (Eds.). *Diccionario de sociología*, Madrid, Alianza.
- Goffman, Erving. (1997/1959). *La presentación de la persona en la vida cotidiana*, Buenos Aires, Amorrortu.
- Goffman, Erving. (1998/1963). *Estigma. La identidad deteriorada*, Buenos Aires, Amorrortu.
- Goldsmith, Zac. (1998). «¿Ecoguerrilleros o vándalos? ¿Quiénes son los auténticos terroristas?», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº. 5, pp. 62-65.
- Gomendio, Monserrat. (2004). (Ed.). *Los retos medioambientales del siglo XXI*, Bilbao, Fundación BBVA, CSIC.
- Gómez Ferri, Javier. (1996). «El estudio social y sociológico de la ciencia, y la convergencia hacia el estudio de la práctica científica», en *Theoria*, 11, pp. 205-225.

- Gómez Rodríguez, Amparo. (2003). «El principio de precaución en la gestión internacional del riesgo medioambiental», en *Política y Sociedad*, vol. 40, núm. 3, pp. 113-130.
- Gómez, M., Sánchez, M. y Puerta, E. (1992). *El cambio tecnológico hacia el nuevo milenio. Problemas, debates y nuevas teorías*, Barcelona, Icaria, FUHEM.
- González Blasco, Pedro. (1980). *El investigador científico en España*, Madrid, CIS.
- González Blasco, Pedro. (1993). «Los españoles ante la ciencia y la tecnología», en *Revista Internacional de Sociología*, 4, pp. 233-270.
- González de la Fe, María Teresa. (1993). «Ciencia, conocimiento científico y sociología (Algunas reflexiones sobre el estado actual de la sociología del conocimiento científico)», en *Revista Internacional de Sociología*, 4, pp.7-37.
- González de la Fe, T. y Sánchez Navarro, J. (1988). «Las sociologías del conocimiento científico», en *REIS*, 43, pp. 75-124.
- González García, José María. (1979). *La sociología del conocimiento, hoy*, Madrid, Espejo.
- González García, José María. (1996). «Límites de la racionalidad social. Azar, fortuna y riesgo», en Pérez-Agote, A. y Sánchez de la Yncera, I. (1996). (Eds.). *Complejidad y teoría social*, Madrid, CIS, pp. 375-400.
- González García, José María. (1997). «El regreso de la diosa Fortuna en la “sociedad del riesgo”», en *Contrastes. Revista Interdisciplinar de Filosofía*, 2, pp. 129-143.
- González García, M. I., López Cerezo, J. A., Luján López, J. L. (1997). (Eds.). *Ciencia, tecnología y sociedad. Lecturas seleccionadas*, Barcelona, Ariel.
- González García, M. I., López Cerezo, J. A., Luján López, J. L. (1996). *Ciencia, tecnología y sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*, Madrid, Tecnos.
- González García, M. I., López Cerezo, J. A., Luján López, J. L. y de Melo Martín, M^a. I. (1994). «Las concepciones de la tecnología», en *Arbor*, 585, pp. 125-145.
- González García, Marta I. (1993). «Tecnificando las decisiones políticas. El asesoramiento científico-tecnológico en la legislación forestal asturiana», en *Arbor*, CXLV, 571, pp. 53-81.
- Gooding, D., Pinch, T. y Schaffer, S. (1989). *The Uses of Experiment*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Gorelick, Steven. (1998). «Escondiendo al público las informaciones comprometidas», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, p. 52.
- Gould, Fred. (1996). «Bt Cotton Infestations Renew Resistance Concernes», en *Nature Biotechnology*, a 14 de septiembre de 1996.
- Gouldner, Alvin W. (1973/1970). *La crisis de la sociología occidental*, Buenos Aires, Amorrortu.
- Gouldner, Alvin W. (1978/1976). *La dialéctica de la ideología y la tecnología*, Madrid, Alianza.
- Gouldner, Alvin W. (1979/1964). «El Antiminotauro. El mito de una sociología libre de valores», en Gouldner, Alvin. (1979/1973). *La sociología actual. Renovación y crítica*, Madrid, Alianza, pp. 15-35.
- Gouldner, Alvin. (1979/1973). *La sociología actual. Renovación y crítica*, Madrid, Alianza.
- Grace, Eric S. (1998). *La biotecnología al desnudo*, Barcelona, Anagrama.

- Graham, J. D. y Wiener, J. B. (1995). (Eds.). *Risk versus Risk. Tradeoffs in Protecting Health and the Environment*, Cambridge (Mass.), Harvard University Press.
- GRAIN. (2000). «Biotecnología. El caso de la vitamina A», en *Biodiversidad*, 23, a marzo de 2000.
- Grazia, Alfred de. (1966). (Ed.). *The Velikovski Affaire*, Londres, Sidgwick y Jackson.
- Gré, Gerard de. (1974/1955). «El científico y su “rol social”», en Horowitz, Irving Louis. (1974/1964). (Ed.). *Historia y elementos de la sociología del conocimiento*, Buenos Aires, Eudeba, vol. I, pp. 315-328.
- Green, A. E. y Allison, R. F. (1994). «Recombination Between Viral RNA and Transgenic Plant Transcripts», en *Science*, 263, p. 1423.
- Greenpeace de Argentina. (2001). *Recetas contra el hambre. Historias con éxito para el futuro de la agricultura*, Buenos Aires, Campaña de Biodiversidad.
- Greenpeace Statement. (2001). «Genetically Engineered “Golden Rice” is Fool's Gold», a 9 de febrero de 2001. Este documento se encuentra disponible en Internet.
- Grove-White, R., Macnaghten, P., Mayer, S. y Wynne, B. (1997). *Uncertain World. Genetically Modified Organisms, Food and Public Attitudes in Britain*, Lancaster, Centre for the Study of Environmental Change.
- Gura, Trisha. (1999). «New Genes Boost Rice Nutrients», en *Science*, 285, pp. 994-995, a 13 de agosto de 1999.
- Gurvitch, G. y Merton, R. K. (1953). *Sociología del conocimiento*, Buenos Aires, Deucalión.
- Gurvitch, Georges. (1969). *Los marcos sociales del conocimiento*, Caracas, Monte Ávila.
- Habermas, Jünger. (1993/1985). *El discurso filosófico de la modernidad*, Madrid, Taurus.
- Habermas, Jürgen. (1966/1963). *Teoría y praxis*, Buenos Aires, Sur.
- Habermas, Jürgen. (1975/1973). *Problemas de legitimación en el capitalismo tardío*, Buenos Aires, Amorrortu.
- Habermas, Jürgen. (1988/1967). *La lógica de las ciencias sociales*, Madrid, Tecnos.
- Habermas, Jürgen. (1989/1968). *Conocimiento e interés*, Madrid, Taurus.
- Habermas, Jürgen. (1992/1981). *Teoría de la acción comunicativa*, Madrid, Taurus.
- Habermas, Jürgen. (1999/1968). *Ciencia y técnica como “ideología”*, Madrid, Tecnos.
- Habert, Pierrette. (1995). «La ingeniería genética probada en los campos», en *Mundo Científico*, 153, 15, pp. 30-36.
- Hacking, Ian. (1985/1981). (Ed.). *Revoluciones científicas*, México, FCE.
- Hacking, Ian. (1996/1982). *Representar e intervenir*, México, Paidós.
- Hacking, Ian. (2001/1998). *¿La construcción social de qué?*, México, Paidós.
- Hammer, Robert E., et al. (1985). «Production of Transgenic Rabbits, Sheep and Pigs by Microinjection», en *Nature*, 315, pp. 680-683.
- Hammond, Bruce G., et al. (1996). «The Feeding Value of Soybeans Fed to Rats, Chickens, Catfish and Dairy Cattle is not Altered by Genetic Incorporation of Glyphosate Tolerance», en *J. Nutr.*, 126, pp. 717-727.
- Hankinson, S. E., Willett, W., Colditz, G., Hunter, D., Michaud, D., Deroo, B., Rosner, B., Speizer, F. y Pollak, M. (1998). «Circulating Concentrations of

- Insuline-Like Growth Factor 1 and Risk of Breast Cancer», en *The Lancet*, 351, nº 9113, pp. 1393-1396, a 9 de mayo de 1998.
- Hansen, Michael. (1990). «Biotechnology and Milk. Benefit or Threat? An Analysis of Issues Related to BGH/BST Use in Dairy Industry», en Consumer Policy Institute–Consumer Union, Mount Vernon, NY.
- Hansen, Michael. (1999). «Consumers Union. Consumer Policy Institute Statement on Canadian Decision to Ban Use of Recombinant Bovine Growth Hormone on Dairy Cows», en Consumer Policy Institute, Yonkers, NY, a 15 de enero de 1999.
- Hanson, Norwood R. (1985/1977). *Patrones de descubrimiento. Observación y explicación*, Madrid, Alianza.
- Hanson-Jesse, L. C y Obrycki, J. J. (2000). «Field Deposition of Bt Transgenic Corn Pollen: Letal Effects on the Monarch Butter-Flies», en *Oecologia*, 125, pp. 241-248.
- Haraway, Donna J. (1999). «Las promesas de los monstruos. Una política regeneradora para otros inapropiados/bles», en *Política y Sociedad*, 30, pp. 121-163.
- Haraway, Donna. J. (1995/1991). *Ciencia, cyborgs y mujeres. La reinención de la naturaleza*, Madrid, Cátedra.
- Harding, Sandra. (1996/1993). *Ciencia y feminismo*, Madrid, Morata.
- Harris, Marvin. (1993/1985). *Bueno para comer*, Madrid, Alianza.
- Heidegger, Martin. (1993/1984). *Ciencia y técnica*, Universitaria, Santiago de Chile.
- Heidegger, Martin. (1994/1954). «La pregunta por la técnica», en Heidegger, Martin. (1994/1954). *Conferencias y Artículos*, Barcelona, Ediciones del Serval.
- Heidegger, Martin. (1994/1954). *Conferencias y artículos*, Barcelona, Ediciones del Serval.
- Hempel, Carl G. (1973/1966). *Filosofía de la ciencia natural*, Madrid, Alianza.
- Hempel, Carl G. (1979/1965). *La explicación científica*, Buenos Aires, Paidós.
- Herbig, Jost. (1984/1979). *Los ingenieros genéticos*, Barcelona, Argos, Vergara.
- Herrera Racionero, Paloma. (2004). «Crear en los argumentos y argumentar las creencias. La “guerra de los OGMs”», en *VIII Congreso Español de Sociología*, Federación Española de Sociología, Alicante, septiembre de 2004.
- Hesse, Mary. (1985). *Revolutions and Reconstruction in the Philosophy of Science*, Brighton and Hove, Gran Bretaña, Harvester.
- Heyningen, Verónica van. (1994). «One Gene-Four Syndromes», en *Nature*, 367, pp. 319-320.
- Hilbeck, A., Baumgartnew, M., Fried, P. M. y Bigler, F. (1998). «Toxicity of *Bacillus Thuringiensis* CryIAb Toxin to the Predator *Chrysoperla Carnea* (Neuroptera. Chrysopidae)», en *Environmental Entomology*, vol. 27, nº 4, agosto de 1998, p. 480.
- Hirschman, Albert O. (1998/1977). *Las pasiones y los intereses. Argumentos políticos en favor del capitalismo previos a su triunfo*, Barcelona, Península.
- Ho, Mae-Wan. (1998). «El inevitable retorno a una agricultura sana», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, p. 66.
- Ho, Mae-Wan. (1998/1993). *The Rainbow and the Worm: The Physics of Organisms*, Singapur, World Scientific.

- Ho, Mae-Wan. (2000). «El arroz dorado. Un caballo de Troya para los pobres», en *Revista del Sur*, julio-agosto de 2000.
- Ho, Mae-Wan. (2001/1998). *Ingeniería genética. ¿Sueño o pesadilla?*, Barcelona, Gedisa.
- Ho, M-W y Ching, L. L. (2004/2003). *En defensa de un mundo sustentable sin transgénicos*, Londres, Institute of Science in Society, Third World Network.
- Ho, M-W. y Steinbrecher, R. A. (2001/1997). *Fallos fatales en la evaluación de la seguridad de los alimentos transgénicos*, Madrid, Fundación 1º de Mayo, ISTAS, Third World Network.
- Hobbelink, Henk. (1987). (Ed.). *Más allá de la revolución verde. Las nuevas tecnologías genéticas para la agricultura*, Barcelona, Lerna, ICDA.
- Holzman, David. (1999). «Agricultural Biotechnology. Report Leads to Debate on Benefits of Transgenic Corn and Soybean Crops», en *Genetic Engineering News*, vol. 19, nº 15, abril de 1999.
- Horkheimer, M. y Adorno, Th. W. (1997/1947). *Dialéctica de la Ilustración. Fragmentos filosóficos*, Madrid, Trotta.
- Horkheimer, Max. (1973/1969). *Crítica de la razón instrumental*, Buenos Aires, Sur.
- Horkheimer, Max. (2000/1937). *Teoría tradicional y teoría crítica*, Barcelona, Paidós.
- Horowitz, Irving Louis. (1959). *Sociología científica y sociología del conocimiento*, Buenos Aires, Hachette.
- Horowitz, Irving Louis. (1974/1964). (Ed.). *Historia y elementos de la sociología del conocimiento*, Buenos Aires, Eudeba.
- Hubbard, R. y Wald, E. (1999). *El mito del gen*, Madrid, Alianza.
- Hughes, Henry Stuart. (1972/1958). *Conciencia y sociedad. La reorientación del pensamiento social europeo (1890-1930)*, Madrid, Aguilar.
- Hughes, Thomas. (1983). *Networks of Power. Electrification in Western Society, 1980-1930*, Baltimore, John Hopkins University Press.
- Hughes, V. M. y Datta, N. (1983). «Conjugative Plasmids in Bacteria of the “Pre-Antibiotic” Era», en *Nature*, 302, pp. 725-726.
- Hume, David. (1977/1739-1740). *Tratado de la naturaleza humana*, Madrid, Nacional.
- Hume, David. (1980/1748). *Investigación sobre el conocimiento humano*, Madrid, Alianza.
- Iáñez Pareja, E. y Moreno, M. (1997). «Biotecnología agrícola. Promesas y conflictos», en Rodríguez Alcázar, F. J., Medina Domènech, R. M., y Sánchez Cazorla, J. A. (1997). (Eds.). *Ciencia, tecnología y sociedad. Contribuciones para una cultura de la paz*, Instituto de la Paz y los Conflictos, Granada, Universidad de Granada, pp. 315-348.
- Iáñez Pareja, Enrique. (2001). «Biotecnología, bioseguridad y biodiversidad. Piezas para el engranaje de una sociedad ecológicamente sostenible», en *D+C. Desarrollo y Cooperación*, 4, pp. 8-17.
- Iáñez Pareja, Enrique. (2001). «Potrykus y el arroz dorado». Este documento se encuentra disponible en Internet.
- Ibáñez, Jesús. (1990). *Nuevos avances en la investigación social. La investigación social de segundo orden*, Barcelona, Anthropos.

- Ibáñez, Tomás. (1995). «Ciencia, retórica de la “verdad” y relativismo», en *Archipiélago*, 20, pp. 33-40.
- Ibáñez, Tomás. (2001). *Municiones para disidentes. Realidad, verdad, política*, Barcelona, Gedisa.
- Ibarra, A. y López Cerezo, J. A. (2001). *Desafíos y tensiones actuales en ciencia, tecnología y sociedad*, Madrid, Biblioteca Nueva.
- Iglesias, Hernán. (1999). «Los científicos españoles avalan el uso de los alimentos transgénicos», en *El País*, a 17 de marzo de 1999.
- Ilerbaig Adell, Juan F., et al. (1990). «Una orientación bibliográfica sobre la dimensión social de la ciencia y la tecnología», en Medina, M. y Sanmartín, J. (1990). (Eds.). *Ciencia, tecnología y sociedad. Estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública*, Barcelona, Anthropos, pp. 196-217.
- Inglehart, Ronald. (1991/1990). *Cambio cultural en las sociedades industriales avanzadas*, Madrid, CIS, Siglo XXI.
- Inglehart, Ronald. (1992). «Valores, ideología y movilización cognitiva en los nuevos movimientos sociales», en Dalton, R. J. y Kuechler, M. (1992). (Eds.). *Los nuevos movimientos sociales*, Valencia, Alfons el Magnanim, pp. 71-99.
- Instituto Humboldt. (1999). «El Protocolo de Bioseguridad en el Convenio sobre Diversidad Biológica. Resultados y perspectivas», Boletín 13, febrero de 1999, Colombia, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Iranzo Amatriaín, Juan Manuel, et al. (1995). (Eds.). *Sociología de la ciencia y la tecnología*, Madrid, CSIC.
- Iranzo Amatriaín, Juan Manuel, et al. (1995). «Una conversación sobre quienes hablan de los que dicen qué es cierto y qué funciona, precedida y seguida de fragmentos de un epílogo *comme il faut*», en Iranzo Amatriaín, Juan Manuel, et al. (1995). (Eds.). *Sociología de la ciencia y la tecnología*, Madrid, CSIC, pp. 389-446.
- Iranzo Amatriaín, Juan Manuel, et al. (2001). «Una aproximación a la bibliografía de los estudios sociales de la ciencia y la tecnología», en *Nómadas*, 0.
- Iranzo Amatriaín, Juan Manuel. (1992). *El giro social en la teoría de la ciencia. ¿Una revolución en marcha?*, Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid.
- Iranzo Amatriaín, Juan Manuel. (1993). «La construcción social del agujero de ozono», en *Revista Internacional de Sociología*, 4, pp. 123-151.
- Iranzo Amatriaín, Juan Manuel. (1993-1994). «Inquietudes humanas, problemas científicos y soluciones tecnológicas. Ciencia, tecnología y política en [la inexistencia de] la crisis ecológica global», en *Política y Sociedad*, 14-15, pp. 99-114.
- Iranzo Amatriaín, Juan Manuel. (1995). «Visiones del poder desde la sociología del conocimiento científico», en Iranzo Amatriaín, Juan Manuel, et al. (1995). (Eds.). *Sociología de la ciencia y la tecnología*, Madrid, CSIC, pp. 283-302.
- Iranzo Amatriaín, Juan Manuel. (1996). «La demarcación entre ciencia y religión a examen desde la sociología del conocimiento científico», en *Política y Sociedad*, 22, pp. 17-31.
- Iranzo Amatriaín, Juan Manuel. (2001). «La representación. De mito epistemológico a forma de orden ac(c)ión social», en *Nómadas*, 0.

- Iranzo Amatriáin, Juan Manuel. (2001). «Una revolución tecnológica sin transformación social», en *IV Encuentro de Teoría Sociológica*, Oviedo [Este texto se encuentra también en el trabajo: García Blanco, J. M^a. y Navarro Sustaeta, P. (2002). (Eds.). *¿Más allá de la modernidad?*, Madrid, CIS, pp. 549-576].
- Iranzo Amatriáin, Juan Manuel. (2002). «La realidad, la sociedad y la ciencia son un mismo proteico hacerse», en *Revista Anábaisdigital*.
- Iranzo Amatriáin, Juan Manuel. (2002). «Un error cultural situado. La dicotomía naturaleza/sociedad», en *Política y Sociedad*, vol. 39, nº 3, pp. 615-625.
- Iranzo, J. M. y Blanco, J. R. (1999). *Sociología del conocimiento científico*, Madrid, CIS, Universidad Pública de Navarra.
- Irwin, A. y Wynne, B. (1996). (Eds.). *Misunderstanding Science? The Public Reconstruction of Science and Technology*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Irwin, Alan. (2001). *Sociology and the Environment*, Cambridge, Polity Press.
- Israel, Joachim. (1971). *La enajenación. De Marx a la sociología moderna*, México. FCE.
- Izquierdo Martín, Javier. (1999). *De la fiabilidad. Tecnoeconomía informacional, gobierno a distancia y americanización social*, Tesis doctoral, Universidad Complutense de Madrid.
- Izquierdo Martín, Javier. (2000). «Modelos estadísticos del riesgo y riesgo de los modelos estadísticos», en *Empiria*, 3, pp. 101-129.
- Izzo, Alberto. (1969/1966). *Sociología del conocimiento*, Buenos Aires, Estrada y Cía.
- Jacks, Tyler, et al. (1992). «Effects of an Rb Mutation in the Mouse», en *Nature*, 359, pp. 295-299.
- Jacob, François. (1997/1981). *El juego de lo posible*, Barcelona, Grijalbo Mondadori.
- Jacob, François. (1998/1997). *El ratón, la mosca y el hombre*, Barcelona, Crítica.
- Jacourt, Le Chevalier de. (1765). «Préjugé», en *Encyclopédie ou Dictionnaire Raisonné des Sciences, des Arts et des Métiers*, vol. 13, París [Una traducción al castellano de este texto se encuentra en el trabajo: Lenk, Kurt. (1982/1961-1971). (Ed.). *El concepto de ideología*, Buenos Aires, Amorrortu, pp. 53-56].
- Jacquard, Albert. (1983). *La ciencia, ¿una amenaza? Interrogantes de un genetista*, Barcelona, Gedisa.
- Jacquard, Albert. (1995). *Los hombres y sus genes*, Madrid, Debate.
- Jasanoff, Sheila, et al. (1995). (Eds.). *Handbook of Science and Technology Studies*, Thousand Oaks (Ca.), Londres y Nueva Dehli, Sage.
- Jasanoff, Sheila. (1986). *Risk Management and Political Culture*, Nueva York, Russell Sage Foundation.
- Jasanoff, Sheila. (1990). *The Fifth Branch. Science Advisers as Policymakers*, Cambridge, MA, Harvard University Press.
- Jasanoff, Sheila. (1995). «Procedural Choices in Regulatory Science», en *Technology in Society*, 17, pp. 279-293.
- Jasanoff, Sheila. (1995). *Science at the Bar. Law, Science, and Technology in America*, Cambridge, Harvard University Press.
- Jaspers, Karl. (1967/1919). *Psicología de las concepciones del mundo*, Madrid, Gredos.

- Jeffreys, Alec J., et al. (1985). «Hypervariable 'Minisatellite' Regions in Human DNA», en *Nature*, 314, pp. 67-73.
- Jerusalem, Wilhelm. (1909). «Soziologie des Erkennens», en *Die Zukunft*, 67, pp. 236-246.
- Jiménez de Parga y Medasa, Patricia. (2003). «Análisis del principio de precaución en derecho internacional público», en *Política y Sociedad*, vol. 40, núm. 3, pp. 7-22.
- Joas, Hans. (1996/1992). *The Creativity of Action*, Cambridge, Polity Press.
- Joas, Hans. (1998/1992). «Las teorías de roles y de la interacción en el estudio de la socialización», en Joas, Hans. (1998/1992). *El pragmatismo y la teoría de la sociedad*, Madrid, CIS, cap. 9, pp. 242-270.
- Joas, Hans. (1998/1992). *El pragmatismo y la teoría de la sociedad*, Madrid, CIS.
- Joas, Hans. (2000/1997). *The Genesis of Values*, Cambridge, Polity Press.
- Johnson, B. B. y Covello, V. (1987). (Eds.). *The Social and Cultural Construction of Risk*, Dordrecht, Reidel.
- Johnston, R. (1976). «Contextual Knowledge: A Model for the Overthrow of the Internal/External Dichotomy in Science», en *Australia and New Zealand Journal of Sociology*, 12, pp. 193-202.
- Jonas, Hans. (1995/1979). *El principio de responsabilidad. Ensayo de una ética para la civilización tecnológica*, Barcelona, Herder.
- Jonas, Hans. (1997/1985). *Técnica, medicina y ética. Sobre la práctica del principio de responsabilidad*, Barcelona, Paidós.
- Jonas, Hans. (2000/1994). *El principio vida. Hacia una biología filosófica*, Madrid, Trotta.
- Jünger, Friedrich Georg. (1968). *Perfección y fracaso de la técnica*, Buenos Aires, Sur.
- Junne, Gerd. (1992). «Biotecnología agronómica. Las grandes empresas no tienen prisa», en *Agricultura y Sociedad*, 64, pp. 127-145.
- Juskevich, J. y Guyer, C. (1990). «Bovine Growth Hormone. Human Food Safety Evaluation», en *Science*, 249, pp. 875-884.
- Kaiser, Jocelyn. (1996). «Pests Overwhelm Bt Cotton Crop», en *Science*, 273, p. 423.
- Kastel, Mark A. (1995). «Down on the Farm. The Real BGH Story-Animal Health Problems, Financial Trouble», en *Wisconsin Farmers Union*.
- Keller, Evelyn F. (1991/1985). *Reflexiones sobre género y ciencia*, Valencia, Alfons el Magnànim.
- Keller, Evelyn F. (2000/1995). *Lenguaje y vida. Metáforas de la biología en el siglo XX*, Buenos Aires, Manantial.
- Kerem, Bat-Shiva, et al. (1989). «Identification of the Cystic Fibrosis Gene: Genetic Analysis», en *Science*, 245, pp. 1073-1080.
- Khor, Martin, et al. (1995). «La manipulación de las percepciones a través del lenguaje», en Khor, Martin, et al. (1995). *La necesidad de mayor reglamentación y control sobre la ingeniería genética. Declaración de científicos preocupados por las tendencias actuales en la nueva biotecnología*, Jutaprint, Penang (Malasya), Red del Tercer Mundo.
- Khor, Martin, et al. (1995). *La necesidad de mayor reglamentación y control sobre la ingeniería genética. Declaración de científicos preocupados por las tendencias actuales en la nueva biotecnología*, Jutaprint, Penang (Malasya), Red del Tercer Mundo.

- Khor, Martin. (2003). *El saqueo del conocimiento. Propiedad intelectual, biodiversidad, tecnología y desarrollo sostenible*, Barcelona, Icaria, Intermón Oxfam.
- Kimbrell, Andrew. (1998). «La empresa Frankenstein. La fusión de Monsanto con American Home Products», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, pp. 57-58.
- Kimbrell, Andrew. (1998). «Por qué ni la biotecnología ni las nuevas tecnologías agrícolas pueden alimentar al mundo», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, pp. 46-49.
- Kingsnorth, Paul. (1998). «Hormonas de crecimiento bovino», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, pp. 19-22.
- Klein, Naomi. (2001/1999). *No logo. El poder de las marcas*, Barcelona, Paidós.
- Kloppenborg, Jack. (1988). *First the Seed*, Cambridge, England, Cambridge University Press.
- Knorr-Cetina, K. y Mulkay, M. (1983). (Eds.). *Science Observed. Perspectives on the Social Study of Science*, Londres, Sage.
- Knorr-Cetina, Karin D. (1981). *The Manufacture of Knowledge*, Oxford, Pergamon Press.
- Knorr-Cetina, Karin D. (1995/1983). «Los estudios etnográficos del trabajo científico. Hacia una interpretación constructivista de la ciencia», en Iranzo Amatriain, Juan Manuel, et al. (1995). (Eds.). *Sociología de la ciencia y la tecnología*, Madrid, CSIC, pp. 187-204.
- Knorr-Cetina, Karin. (1996). *Epistemic Cultures. How Scientists Make Sense*, Cambridge (Mass.), Harvard University Press.
- Kolakowski, Leszek. (1981/1966). *La filosofía positivista*, Madrid, Cátedra.
- Koyré, Alexandre. (1983/1973). *Estudios de historiografía del pensamiento científico*, Madrid, Siglo XXI.
- Koyré, Alexandre. (1994). *Pensar la ciencia*, Barcelona, Paidós.
- Krimsky, S. y Golding, D. (1992). (Eds.). *Social Theories of Risk*, Westport, Praeger.
- Kuhn, Thomas Samuel. (1975/1970). «Consideración en torno a mis críticos», en Lakatos, I. y Musgrave, A. (1975). (Eds.). *La crítica y el desarrollo del conocimiento*, Barcelona, Grijalbo.
- Kuhn, Thomas Samuel. (1978/1957). *La revolución copernicana*, Barcelona, Ariel.
- Kuhn, Thomas Samuel. (1979/1963). *La función del dogma en la investigación científica*, Madrid, Cátedra.
- Kuhn, Thomas Samuel. (1980/1963). «Los paradigmas científicos», en Barnes, Barry. (1980/1972). (Ed.). *Estudios sobre sociología de la ciencia*, Madrid, Alianza, pp. 79-102.
- Kuhn, Thomas Samuel. (1980/1978). *La teoría del cuerpo negro y la discontinuidad cuántica, 1894-1912*, Madrid, Alianza.
- Kuhn, Thomas Samuel. (1987). «El estatuto teórico de la sociología del conocimiento», en *REIS*, 40, pp. 7-44.
- Kuhn, Thomas Samuel. (1987/1973). «Objetividad, juicios de valor y elección de teorías», en Kuhn, Thomas Samuel. (1987/1977). *La tensión esencial*, México, FCE, pp. 344-364.
- Kuhn, Thomas Samuel. (1987/1977). *La tensión esencial*, México, FCE.

- Kuhn, Thomas Samuel. (1995/1962-1969). *La estructura de las revoluciones científicas*, México, FCE.
- Kuhn, Thomas Samuel. (1996/1989). *¿Qué son las revoluciones científicas? y otros ensayos*, Barcelona, Paidós.
- Kuiper, H., Noteborn, H., Peijnenburg, A. (1999). «Commentary. Adequacy of Methods for Testing the Safety of Genetically Modified Foods», en *The Lancet*, 354, pp. 1315-1316.
- Lagadec, Patrick. (1983/1981). *La civilización del riesgo. Catástrofes tecnológicas y responsabilidad civil*, Madrid, Mapfre.
- Lakatos, I. y Musgrave, A. (1975/1970). (Eds.). *La crítica y el desarrollo del conocimiento*, Barcelona, Grijalbo.
- Lakatos, Imre. (1978/1976). *Pruebas y refutaciones*, Madrid, Alianza.
- Lakatos, Imre. (1981/1970). *La crítica y la metodología de programas científicos de investigación*, Valencia, Teorema.
- Lakatos, Imre. (1981/1978). *Matemáticas, ciencia y epistemología*, Madrid, Alianza.
- Lakatos, Imre. (1983/1978). *La metodología de los programas de investigación científica*, Madrid, Alianza.
- Lakatos, Imre. (1982/1971). (Ed.). *Historia de la ciencia y sus reconstrucciones racionales*, Madrid, Tecnos.
- Lakoff, G. y Johnson, M. (1998/1980). *Metáforas de la vida cotidiana*, Madrid, Cátedra.
- Lamo de Espinosa, E. y Rodríguez Ibáñez, J. E. (1993). (Eds.). *Problemas de la teoría social contemporánea*, Madrid, CIS.
- Lamo de Espinosa, E., González García, J. M. y Torres Albero, C. (1994). *La sociología del conocimiento y de la ciencia*, Madrid, Alianza.
- Lamo de Espinosa, Emilio. (1975). *Juicios de valor y ciencia social*, Valencia, Fernando Torres.
- Lamo de Espinosa, Emilio. (1987). «El estatuto teórico de la sociología del conocimiento», en *REIS*, 40, pp. 7-44.
- Lamo de Espinosa, Emilio. (1990). «¿Una ciencia sin sujeto cognoscente? Dios como objetivo y garante de la ciencia», en *Arbor*, 137, 538, pp. 9-31.
- Lamo de Espinosa, Emilio. (1990). *La sociedad reflexiva. Sujeto y objeto del conocimiento sociológico*, Madrid, CIS.
- Lamo de Espinosa, Emilio. (1991/1981). *La teoría de la cosificación. De Marx a la Escuela de Frankfurt*, Madrid, Alianza.
- Lamo de Espinosa, Emilio. (1992). «La crisis del positivismo clásico y los orígenes de la sociología del conocimiento en Karl Mannheim», en Moya, Carlos, et al. (1992). (Eds.). *Escritos de teoría sociológica en homenaje a Luis Rodríguez Zúñiga*, Madrid, CIS, Siglo XXI, pp. 565-602.
- Lamo de Espinosa, Emilio. (1993-1994). «El relativismo en sociología del conocimiento», en *Política y Sociedad*, 14-15, pp. 21-33.
- Lamo de Espinosa, Emilio. (1996). *Sociedades de cultura, sociedades de ciencia. Ensayos sobre la condición moderna*, Oviedo, Nobel.
- Lamo de Espinosa, Emilio. (1999). «Notas sobre la sociedad del conocimiento», en García Selgas, F. J. y Monleón, J. B. (1999). (Eds.). *Retos de la postmodernidad*, Madrid, Trotta, pp. 147-159.

- Lamo de Espinosa, Emilio. (2001). «De bruces con la posmodernidad. Ignorancia, poder y comunicación en la sociedad del riesgo», en *Política Exterior*, 80, pp. 11-20.
- Lamo de Espinosa, Emilio. (2004). «Información, ciencia y sabiduría», en *El País*, a 22 de enero de 2004.
- Lane, Robert. (1966). «The Decline of Politics and Ideology in Knowledgeable Society», en *American Sociological Review*, 21, 5, p. 650.
- Lapierre, D. y Moro, J. (2001). *Era medianoche en Bophal*, Barcelona, Planeta.
- Larrión, Jósean. (2002). «El papel de los expertos en la controversia sobre el arroz dorado de Potrykus y Beyer», en *Inguruak. Revista Vasca de Sociología y Ciencias Políticas*, 34, pp. 47-59.
- Larrión, Jósean. (2004). «El caso Pusztai. El conocimiento y la incertidumbre en la controversia sobre los organismos modificados genéticamente», en *VI Congreso Vasco de Sociología*, Asociación Vasca de Sociología, Bilbao, febrero de 2004. Este texto se encuentra disponible también en la página de Internet de Puresoc.
- Larrión, Jósean. (2004). «La espiral de la ciencia, la tecnología y la sociedad», en *VIII Congreso Español de Sociología*, Federación Española de Sociología, Alicante, septiembre de 2004.
- Larrión, Jósean. (2004). «La teoría sociológica contemporánea y el problema de las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad», en *VI Congreso Vasco de Sociología*, Asociación Vasca de Sociología, Bilbao, febrero de 2004. Este texto se encuentra disponible también en la página de Internet de Puresoc.
- Lash, S., Szerszynski, B. y Wynne, B. (1996). (Eds.). *Risk, Environment & Modernity. Towards a New Ecology*, Londres, Sage.
- Lash, Scott. (1997/1989). *Sociología del posmodernismo*, Buenos Aires, Amorrortu.
- Latour, B. y Fabbri, P. (1995). «La retórica de la ciencia. Poder y deber en un artículo de ciencia exacta», en Fabbri, Paolo. (1995). *Tácticas de los signos*, Barcelona, Gedisa, pp. 265-289.
- Latour, B. y Hermant, E. (1999). «Esas redes que la razón ignora. Laboratorios, bibliotecas, colecciones», en García Selgas, F. J. y Monleón, J. B. (1999). (Eds.). *Retos de la postmodernidad*, Madrid, Trotta, pp. 161-183.
- Latour, B. y Woolgar, S. (1995/1979-1986). *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos*, Madrid, Alianza.
- Latour, B. y Woolgar, S. (1995/1986). «Epílogo a la segunda edición», en Latour, B. y Woolgar, S. (1995/1979-1986). *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos*, Madrid, Alianza, pp. 291-306.
- Latour, B., y Bastide, F. (1988). «La ópera científica. Materiales para un análisis socio-semiótico de los textos científicos», en *Archipiélago*, 1, pp. 63-65.
- Latour, Bruno. (1988/1984). *The Pasteurization of France (Followed by «Irreductions»)*, Cambridge (Mass.), Harvard University Press.
- Latour, Bruno. (1992/1987). «Post scriptum. Un giro más después del giro social», en Latour, Bruno. (1992/1987). *Ciencia en acción*, Barcelona, Labor, pp. 245-261.
- Latour, Bruno. (1992/1987). *Ciencia en acción*, Barcelona, Labor.
- Latour, Bruno. (1993/1991). *Nunca hemos sido modernos*, Madrid, Debate.
- Latour, Bruno. (1993-1994). «Etnografía de un caso de “alta tecnología”. Sobre Aramis», en *Política y Sociedad*, 14-15, pp. 77-97.

- Latour, Bruno. (1995). «¿Tienen historia los objetos? El encuentro de Pasteur y de Whitehead en un baño de ácido láctico», en *Isegoría*, 12, pp. 92-109.
- Latour, Bruno. (1995/1983). «Dadme un laboratorio y moveré el mundo», en Iranzo Amatriaín, Juan Manuel, et al. (1995). (Eds.). *Sociología de la ciencia y la tecnología*, Madrid, CSIC, pp. 237-258.
- Latour, Bruno. (1997). «Affaire Sokal», en *Le Monde*, a 18 de enero de 1997.
- Latour, Bruno. (1998). «De la mediación técnica. Filosofía, sociología, genealogía», en Domènech, M. y Tirado, F. J. (1998). (Eds.). *Sociología simétrica. Ensayos sobre ciencia, tecnología y sociedad*, Barcelona, Gedisa, pp. 249-302.
- Latour, Bruno. (1998). «La tecnología es la sociedad hecha para que dure», en Domènech, M. y Tirado, F. J. (1998). (Eds.). *Sociología simétrica. Ensayos sobre ciencia, tecnología y sociedad*, Barcelona, Gedisa, pp. 109-142.
- Latour, Bruno. (1998). «Visualización y cognición. Pensando con los ojos y las manos», en *La Balsa de la Medusa*, 45-46, pp. 77-128.
- Latour, Bruno. (2001/1999). *La esperanza de Pandora. Ensayos sobre la realidad de los estudios de la ciencia*, Barcelona, Gedisa.
- Laudan, Larry. (1984). *Science and Values*, Berkeley, University of California.
- Laudan, Larry. (1985/1981). «Un enfoque de solución de problemas al progreso científico», en Hacking, Ian. (1985). (Ed.). *Revoluciones científicas*, México, FCE, pp. 273-293.
- Laudan, Larry. (1986/1977). *El progreso y sus problemas. Hacia una teoría del crecimiento científico*, Madrid, Encuentro.
- Laudan, Larry. (1993/1990). *La ciencia y el relativismo*, Madrid, Alianza.
- Laudan, Larry. (1994). *The Book of Risks*, Nueva York, Wiley.
- Lave, Lester B. (1987). (Ed.). *Risk Assessment and Management*, Nueva York, Plenum Press.
- Law, J. y French, D. (1995/1974). «Sociologías normativa e interpretativa de la ciencia», en Iranzo Amatriaín, Juan Manuel, et al. (1995). (Eds.). *Sociología de la ciencia y la tecnología*, Madrid, CSIC, pp. 53-63.
- Law, J. y Hassard, J. (1999). *Actor Network Theory and After*, Oxford, Blackwell.
- Law, J. y Lodge, P. (1984). *Science for Social Scientists*, Londres, MacMillan.
- Law, J. y M, Annemarie. (1993-1994). «Notas sobre el materialismo», en *Política y Sociedad*, 14-15, pp. 47-57.
- Law, John. (1986). (Ed.). *Power, Action and Belief. A New Sociology of Knowledge?*, en *Sociological Review Monograph*, 32, Londres, Routledge & Kegan Paul.
- Law, John. (1992). (Ed.). *A Sociology of Monsters. Essays on Power, Technology and Domination. Technology, Power and the Modern World*, en *Sociological Review Monograph*, 38, Londres y Nueva York, Routledge & Kegan Paul.
- Law, John. (1994). *Organizing Modernity*, Oxford (UK) y Cambridge (Mass.), Blackwell.
- Law, John. (1998). «El poder y sus tácticas. Un enfoque desde la sociología de la ciencia», en Domènech, M. y Tirado, F. J. (1998). (Eds.). *Sociología simétrica. Ensayos sobre ciencia, tecnología y sociedad*, Barcelona, Gedisa, pp. 63-107.
- Layton, Edwin T. (1986). «Historia de la tecnología», en *Revista de Occidente*, 64, pp. 85-98.
- Lee, Eva, et al. (1995). «Mice Deficient for Rb are Non-Viable and Show Defects in Neurogenesis and Haematopoiesis», en *Nature*, 359, pp. 288-294.

- Leiss, W. y Chocioleko, C. (1994). *Risk and Responsibility*, Montreal-Kingston, McGill-Queen's University Press.
- Lengauer, Christoph, et al. (1998). «Genetic Instabilities in Human Cancers», en *Nature*, 396, pp. 643-649.
- Lenk, Kurt. (1982/1961-1971). (Ed.). *El concepto de ideología*, Buenos Aires, Amorrortu.
- Lente, Harro van. (1997). «Tecnología y utopía. La dinámica de las expectativas», en *Arbor*, 619, pp. 239-259.
- Lepenes, Wolf. (1994/1985). *Las tres culturas. La sociología entre la literatura y la ciencia*, México, FCE.
- Leroy, Jean Pierre. (2000). «Oposición a los cultivos transgénicos en Francia», en *Ecología Política*, 19, pp. 128-129
- Lévi Leblond, J. M. y Jaubert, A. (1980/1975). (Eds.). *(Auto)crítica de la ciencia*, México, Nueva Imagen.
- Lévi Leblond, Jean-Marc. (1975/1974). *La ideología de/en la física contemporánea*, Barcelona, Anagrama.
- Levidow, L. y Tait, J. (1991). «The Greening of Biotechnology. GMOs as Environment-Friendly Products», en *Science and Public Policy*, 18, pp. 271-280.
- Levidow, L. y Tait, J. (1992). «Which Public Understanding of Biotechnology?», en *Biotechnology Education*, 3, pp. 102-106.
- Lévi-Strauss, Claude. (1992/1962). *El pensamiento salvaje*, México, FCE.
- Lévy-Bruhl, Lucien. (1951/1910). *Les Fonctions Mentales dans les Sociétés Inférieures*, París, PUF.
- Lewontin, Richard. (2001). *El sueño del genoma humano y otras ilusiones*, Barcelona, Paidós.
- Lieber, Hans-Joachim. (1981/1952). *Saber y sociedad*, Madrid, Aguilar.
- Lin, Shuo, et al. (1994). «Integration and Germ-Line Transmission of a Pseudotyped Retroviral Vector in Zebrafish», en *Science*, 265, pp. 666-669.
- Línea 900. (1999). *Transgénicos en la mesa*, en Línea 900, RTVE.
- Liu, Y-B., Tabashnik, B. E., Denneby, T. J., Patin, A. L., y Barlett, A. C. (1999). «Development Time and Resistance to Bt Crops», en *Nature*, 400, p. 519, a 5 de agosto de 1999.
- Livingston, Eric. (1986). *The Ethnomethodological Foundations of Mathematics*, Londres, Routledge and Kegan Paul.
- Lizcano Fernández, Emmánuel. (1993). «La ciencia, ese mito moderno», en *Claves de Razón Práctica*, 32, pp. 66-70.
- Lizcano Fernández, Emmánuel. (1993). *Imaginario colectivo y creación matemática (La construcción social del número, el espacio y lo imposible en China y Grecia)*, Barcelona, Gedisa.
- Lizcano Fernández, Emmánuel. (1996). «La construcción retórica de la imagen pública de la tecnociencia. Impactos, invasiones y otras metáforas», en *Política y Sociedad*, 23, pp. 137-146.
- Lizcano Fernández, Emmanuel. (1998). «Pureza, ciencia y suciedad», en *Archipiélago*, 33, pp. 105-109.
- Lizcano, E. y Blanco, J. R. (1998). «Presentación», a Bloor, David. (1998/1976). *Conocimiento e imaginario Social*, Barcelona, Gedisa, pp. 13-17.

- Locke, David. (1997/1992). *La ciencia como escritura*, Madrid, Cátedra, Universitat de València.
- Locke, John. (1980/1690). *Ensayo sobre el entendimiento humano*, Madrid, Nacional.
- Longino, Hellen E. (1990). *Science as Social Knowledge. Values and Objectivity in Scientific Inquiry*, Princeton (NJ), Princeton University Press.
- López Cerezo, J. A. y Luján, J. L. (2000). *Ciencia y política del riesgo*, Madrid, Alianza.
- López Cerezo, J. A. y Sánchez Ron, J. M. (2001). (Eds.). *Ciencia, tecnología, sociedad y cultura en el cambio de siglo*, Madrid, Biblioteca Nueva.
- López Cerezo, J. A., González, M. I. y Luján, J. L. (1996). «El estudio social de la ciencia y la tecnología. Controversia, fusión fría y postmodernismo», en Alonso, A., Ayestarán, I. y Ursúa, N. (1996). (Eds.). *Para comprender ciencia, tecnología y sociedad*, Estella, Navarra, Editorial Verbo Divino, pp. 207-231.
- López Cerezo, J. A., Méndez Sanz, J. A. y Todt, O. (1998). «Participación pública en política tecnológica. Problemas y perspectivas», en *Arbor*, 627, pp. 279-308.
- López Cerezo, José A. (1998). «Ciencia, tecnología y sociedad. El estado de la cuestión en Europa y Estados Unidos», en *Revista Iberoamericana de Educación*, 18, pp. 41-68.
- López Cerezo, José A. (1999). «Los estudios de ciencia, tecnología y sociedad», en *Revista Iberoamericana de Educación*, 20, pp. 217-225.
- López Cerezo, José. A. (2001). «Hacia un nuevo contrato social para la ciencia. Evaluación del riesgo en contexto social», en López Cerezo, J. A. y Sánchez Ron, J. M. (2001). (Eds.). *Ciencia, tecnología, sociedad y cultura en el cambio de siglo*, Madrid, Biblioteca Nueva, pp. 135-153.
- Losee, John. (1991/1981). *Introducción histórica a la filosofía de la ciencia*, Madrid, Alianza.
- Losey, J. E., Rayor, L. S. y Carter, M. E. (1999). «Transgenic Pollen Harms Monarch Larvae», en *Nature*, 399, p. 214, a 20 de mayo de 1999.
- Luckmann, Thomas. (1996). «Nueva sociología del conocimiento», en *REIS*, 74, pp. 163-172.
- Luhmann, Niklas. (1992/1991). *Sociología del riesgo*, Guadalajara, México, Universidad Iberoamericana.
- Luhmann, Niklas. (1996/1985). «¿Puede la sociedad moderna evitar los peligros ecológicos?», en *Argumentos*, 24, pp. 7-18.
- Luhmann, Niklas. (1998/1984). *Sistemas sociales. Lineamientos para una teoría general*, Barcelona, Anthropos, Universidad Iberoamericana, Centro Editorial Javerino.
- Luján López, J. L. y López Cerezo, J. A. (2003). «La dimensión social de la tecnología y el principio de precaución», en *Política y Sociedad*, vol. 40, núm. 3, pp. 53-60.
- Luján, J. L. Martínez, F. y Moreno, L. (1996). *La biotecnología y los expertos. Aproximación a la percepción de la biotecnología y la ingeniería genética entre colectivos de expertos*, Madrid, Gabinete de Biotecnología (GABIOTEC), Fundación CEFI, IESA, CSIC.
- Luján, J. L. y Echeverría, J. (2004). (Eds.). *Gobernar los riesgos. Ciencia y valores en la sociedad del riesgo*, OEI, Biblioteca Nueva.

- Luján, J. L. y Moreno, L. (1993). *The Social Study of Technology. The Case for Public Perception and Biotechnology*, Madrid, IESA, CSIC.
- Luján, J. L. y Moreno, L. (1994). «Biotecnología y sociedad. Conflicto, desarrollo y regulación», en *Arbor*, 585, pp. 9-47.
- Luján, J. L. y Moreno, L. (1996). «El cambio tecnológico en las ciencias sociales. El estado de la cuestión», en *REIS*, 74, pp. 127-161.
- Luján, J. L. y Moreno, L. (2001). *La biotecnología, los actores y el público*, Madrid, IESA, CSIC.
- Luján, José Luis. (1989). «Tecnología, ciencia y sociedad. Proceso a la epistemología popular», en *Anthropos*, 94-95, pp. 81-86.
- Luján, José Luis. (1993). «Modelos de cambio científico. Filosofía de la ciencia y sociología del conocimiento científico», en *Revista Internacional de Sociología*, 4, pp. 65-90.
- Luján, José Luis. (2004). «Sobre las imágenes sociales de la ciencia», en *Sistema*, 179-180, pp. 123-133.
- Lukács, Georg. (1969/1923). *Historia y conciencia de clase*, Barcelona, Grijalbo.
- Lukes, Steven. (1984/1973). *É. Durkheim, su vida y su obra*, Madrid, CIS.
- Lukes, Steven. (1985/1974). *El poder. Un enfoque radical*, Madrid, Siglo XXI.
- Lumet, Sydney. (1957). *Twelve Angry Men* o, en castellano, *Doce hombres sin piedad*, película realizada con guión de Reginald Rose y dirección de Sydney Lumet.
- Lupton, Deborah. (1999). (Ed.). *Risk and Sociocultural Theory*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Lynch, M. y Woolgar, S. (1988). *Representation in Scientific Practice*, Cambridge (Mass.), MIT Press.
- Lynch, M., Livingston, E. y Garfinkel, H. (1995/1983). «El orden temporal en el trabajo de laboratorio», en Iranzo Amatriaín, Juan Manuel, et al. (1995). (Eds.). *Sociología de la ciencia y la tecnología*, Madrid, CSIC, pp. 163-185.
- Lynch, Michael. (1985). *Art and Artifact in Laboratory Science*, Londres, Routledge and Kegan Paul.
- Lynch, Michael. (1993). *Scientific Practice and Ordinary Action*, Cambridge, Cambridge University Press.
- Lyotard, Jean-François. (2000/1979). *La condición postmoderna. Informe sobre el saber*, Madrid, Cátedra.
- MacKenzie, D. y Wajcman, J. (1985). (Eds.). *The Social Shaping of Technology*, Milton Keynes, Open University Press.
- MacKenzie, Donald. (1981). «Interests, Positivism and History», en *Social Studies of Science*, 11, pp. 498-504.
- MacKenzie, Donald. (1981). *Statistics in Britain: 1865-1930*, Edinburgh, Edinburgh University Press.
- MacKenzie, Donald. (1990). *Inventing Accuracy. An Historical Sociology of Nuclear Missile Guidance*, Cambridge (Mass.), MIT Press.
- MacKenzie, Donald. (1994). «Teoría estadística e intereses sociales», en Solís, Carlos. (Ed.). *Razones e intereses. La historia de la ciencia después de Kuhn*, Barcelona, Paidós, pp. 126-178.
- Madden, Dean. (1995). «Food Biotechnology: An Introduction», en Brussels, Belgium, ILSI Europe Concise Monograph Series.

- Maffesoli, Michel. (1990/1988). *El tiempo de las tribus. El declive del individualismo en las sociedades de masas*, Barcelona, Icaria.
- Maffesoli, Michel. (1992). *La política y su doble*, México, UNAM.
- Maffesoli, Michel. (1993/1985). *El conocimiento ordinario. Compendio de sociología*, México, FCE.
- MagnaVal, Robert. (1992). «Biotecnología y agricultura, o la vuelta a la investigación tecnológica básica», en *Agricultura y Sociedad*, 64, pp. 267-270.
- Malinowski, Bronislaw Kaspar. (1978/1925). *Magia, ciencia y religión*, Barcelona, Ediciones de Bolsillo.
- Mandeville, Bernard. (1982/1714-1729). *La fábula de las abejas. Los vicios privados hacen la prosperidad pública*, México, FCE.
- Mandrillon, Marie-Hélène. (1996). «Chernobil. Crece la importancia del peritaje», en Theys, J. y Kalaora, B. (1996/1992). (Eds.). *La Tierra ultrajada. Los expertos son formales*, México, FCE, pp. 91-97.
- Mann, Michael. (1991/1986). *Las fuentes del poder social*, Madrid, Alianza.
- Mannheim, Karl. (1925). «Das Problem einer Soziologie des Wissens», en *Archiv für Sozialwissenschaft und Sozialpolitik*, 54, pp. 577-652.
- Mannheim, Karl. (1952/1923-1929). «On the Interpretations of Weltanschauung», en Mannheim, Karl. (1952/1923-1929). *Essays on the Sociology of Knowledge*, Londres, Routledge and Kegan.
- Mannheim, Karl. (1952/1923-1929). *Essays on the Sociology of Knowledge*, Londres, Routledge and Kegan Paul.
- Mannheim, Karl. (1963/1930-1935). *Ensayos de sociología de la cultura*, Madrid, Aguilar.
- Mannheim, Karl. (1982/1950). *Libertad, poder y planificación democrática*, México, FCE.
- Mannheim, Karl. (1987/1929-1936). *Ideología y utopía. Introducción a la sociología del conocimiento*, México, FCE.
- Mannheim, Karl. (1990/1925). *El problema de una sociología del saber*, Madrid, Tecnos.
- Marcuse, Herbert. (1968/1955). *Eros y civilización*, Barcelona, Seix y Barral.
- Marcuse, Herbert. (1994/1965). *El hombre unidimensional. Ensayo sobre la ideología de la sociedad industrial avanzada*, Barcelona, Ariel.
- Marín Palma, Enrique. (2002). «Nueva regulación de organismos modificados genéticamente», en *Vida Rural*, 9, 160, pp. 38-40.
- Mármol, Elena. (2002). «Impacto ocasionado por el uso de maíz en las fincas de España», en *Vida Rural*, 9, 160, pp. 32-34.
- Marsal, Juan Francisco. (1977). *La crisis de la sociología norteamericana*, Barcelona, Península.
- Martín-Crespo, Maite. (1996). «Por qué sí y por qué no en mi patio de atrás. Una revisión del concepto del síndrome “NIMBY” (*Not in My Back Yard*): En torno al tema de la gestión de residuos radiactivos», en *Política y Sociedad*, 23, pp. 147-152.
- Martínez Salcedo, Fernando. (1998). «Tecnología y riesgo ambiental. La gestión del cambio», en *Abaco*, 17-18, pp. 23-26.
- Marx, K. y Engels, F. (1970/1845-1846). *La ideología alemana*, Barcelona, Grijalbo.

- Marx, Karl. (1970/1845-1846). «Tesis sobre Feuerbach», en Marx, K. y Engels, F. (1970/1845-1846). *La ideología alemana*, Barcelona, Grijalbo, pp. 665-668.
- Marx, Karl. (1971-1972/1857-1858). *Elementos fundamentales para la crítica de la economía política*, Buenos Aires, Siglo XXI.
- Marx, Karl. (1978/1859). «Prefacio a la contribución a la crítica de la economía política», en Marx, Karl. (1978/1859). *Contribución a la crítica de la economía política*, Madrid, Alberto Corazón, pp. 33-41.
- Marx, Karl. (1978/1859). *Contribución a la crítica de la economía política*, Madrid, Alberto Corazón.
- Marx, Karl. (1997/1844). *Manuscritos. Economía y filosofía*, Madrid, Alianza.
- Matsuda, Takehisa, et al. (1993). «Gene Engineering for Hypoallergenic Rice: Repression of Allergenic Protein Synthesis in Seeds of Transgenics Rice Plants by Antisense RNA», en *Proc. Of Intl. Workshop on Life Science and Production and Food-Consumption of Agricultural Products*, Tsukuba, Japan.
- Maturana, H. y Varela, F. (1990). *El árbol del conocimiento. Las bases biológicas del conocimiento humano*, Barcelona, Debate.
- Mauss, Marcel. (1971). *Institución y culto. Obras completas II*, Barcelona, Barral Editores.
- May, Robert M. (1993). «Resisting Resistance», en *Nature*, 361, pp. 593-594.
- Mayo, D. G. y Hollander, R. D. (1991). (Eds.). *Acceptable Evidence. Science and Values in Risk Management*, Oxford, Oxford University Press.
- Mazlish, Bruce. (1995/1993). *La cuarta discontinuidad. La coevolución de hombres y máquinas*, Madrid, Alianza
- McCarthy, Thomas. (1995/1978). *La teoría crítica de Jürgen Habermas*, Madrid, Tecnos.
- McClintock, Barbara. (1984). «The Significance of Responses of the Genome to Challenge», en *Science*, 226, pp. 792-801.
- McLuhan, Marshall. (1994/1962). *La galaxia Gutenberg*, Madrid, Círculo de Lectores.
- McNair, Joel. (1993). «BGH Label Lists Potential Health Side Effects», en *Agri-View*, a 26 de noviembre de 1993.
- Mead, George Herbert. (1981/1934). *Espíritu, persona y sociedad*, Barcelona, Paidós.
- Medina, Esteban. (1982). «Teorías y orientaciones de la sociología de la ciencia», en *REIS*, 20, pp. 7-58.
- Medina, Esteban. (1987). «El cambio tecnológico», en *Revista de Occidente*, 71, pp. 17-34.
- Medina, Esteban. (1989). *Conocimiento y sociología de la ciencia*, Madrid, CIS, Siglo XXI.
- Medina, Esteban. (1995/1983). «La polémica internalismo-externalismo en la historia y la sociología de la ciencia», en Iranzo Amatriaín, Juan Manuel, et al. (1995). (Eds.). *Sociología de la ciencia y la tecnología*, Madrid, CSIC, pp. 65-81 [La versión primera de este trabajo se encuentra en: *REIS*, 23, pp. 53-75].
- Medina, M. y Sanmartín, J. (1990). (Eds.). *Ciencia, tecnología y sociedad. Estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública*, Barcelona, Anthropos.
- Mellon, Margaret. (1996). «The Last Silver Bullet?», en *The Gene Exchange-A Public Voice on Biotechnology and Agriculture*, Union of Concerned Scientists.

- Mendelson, Joseph. (1998). «Roundup. El herbicida más vendido del mundo», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, pp. 23-27.
- Méndez, J. A. y López Cerezo, J. A. (1996). «Participación pública en política científica y tecnológica», en Alonso, A., Ayestarán, I. y Ursúa, N. (1996). (Eds.). *Para comprender ciencia, tecnología y sociedad*, Estella, Navarra, Editorial Verbo Divino, pp. 287-296.
- Mendiola, Ignacio. (2001). «La topología compleja de los genes», en *VII Congreso Español de Sociología*, Salamanca, Universidad de Salamanca.
- Mendiola, Ignacio. (2004). «Génesis y recorridos del maíz transgénico en Navarra», en *VI Congreso Vasco de Sociología*, Bilbao.
- Merton, R. K. y Gaston, J. (1977). (Eds.). *The Sociology of Science in Europe*, Carbondale y Edwardsville, Southern Illinois University Press.
- Merton, Robert King. (1974/1937). «La sociología del conocimiento», en Horowitz, Irving Louis. (1974/1964). (Ed.). *Historia y elementos de la sociología del conocimiento*, Buenos Aires, Eudeba, vol. I, pp. 65-74.
- Merton, Robert King. (1977/1973). *La sociología de la ciencia*, Madrid, Alianza.
- Merton, Robert King. (1980/1936). «Las consecuencias imprevistas de la acción social», en Merton, Robert King. (1980/1976). *Ambivalencia sociológica y otros ensayos*, Barcelona, Espasa-Calpé, pp. 173-185.
- Merton, Robert King. (1980/1976). *Ambivalencia sociológica y otros ensayos*, Madrid, Espasa-Calpé.
- Merton, Robert King. (1984/1938). *Ciencia, tecnología y sociedad en la Inglaterra del siglo XVII*, Madrid, Alianza.
- Merton, Robert King. (1990/1965). *A hombros de gigantes*, Barcelona, Península.
- Merton, Robert King. (1992/1949-1968). «La profecía que se cumple a sí misma», en Merton, Robert K. (1992/1949-1968). *Teoría y estructura sociales*, México, FCE, pp. 419-434.
- Merton, Robert King. (1992/1949-1968). *Teoría y estructura sociales*, México, FCE.
- Mikkelsen, Thomas R., et al. (1996). «The Risk of Crop Transgene Spread», en *Nature*, 380, pp. 31-32.
- Mill, John Stuart. (1997/1859). *Sobre la libertad*, Madrid, Alianza.
- Millar, R. y Wynne, B. (1988). «Public Understanding of Science from Contents to Processes», en *Int. J. Sci. Educ.*, 10, pp. 388-389.
- Miller, Henry I. (1994). «A Need to Reinvent Biotechnology Regulation at the EPA», en *Science*, 266, pp. 1.815-1.819.
- Miller, Henry I. (1999). «Substantial Equivalence. Its Uses and Abuses», en *Nature Biotechnology*, 17, p. 1042.
- Mills, C. Wright. (1964/1963). *Poder, política y pueblo*, México, FCE.
- Mills, C. Wright. (1974/1940). «Consecuencias metodológicas de la sociología del conocimiento», en Horowitz, Irving Louis. (1974/1964). (Ed.). *Historia y elementos de la sociología del conocimiento*, Buenos Aires, Eudeba, vol. I, pp. 143-156.
- Mills, C. Wright. (1996/1959). *La imaginación sociológica*, Madrid, FCE.
- Millstone, E., Brunner, E. y Mayer, S. (1999). «Beyond “Substantial Equivalence”», en *Nature*, 401, nº. 6743, pp. 525-526, a 7 de octubre de 1999.

- Mitcham, Carl. (1989/1988). *¿Qué es la filosofía de la tecnología?*, Barcelona, Anthropos.
- Mitcham, Carl. (1990). «En busca de una nueva relación entre ciencia, tecnología y sociedad», en Medina, M. y Sanmartín, J. (1990). (Eds.). *Ciencia, tecnología y sociedad. Estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública*, Barcelona, Barcelona, Anthropos.
- Mitcham, Carl. (1994). *Thinking Through Technology*, Chicago, University of Chicago Press.
- Mitcham, Carl. (1996). «Cuestiones éticas en ciencia y tecnología», en González García, M. I., López Cerezo, J. A., Luján López, J. L. (1996). *Ciencia, tecnología y sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*, Madrid, Tecnos, pp. 189-224.
- Mitroff, Ian I. (1974). *The Subjective Side in Science*, Amsterdam y Nueva York, Elsevier.
- Moffat, Anne Simon. (1996). «Biodiversity is a Boon to Ecosystems, Not Species», en *Science*, 271, p. 1497.
- Mokyr, Joel. (1993/1990). *La palanca de la riqueza. Creatividad tecnológica y progreso económico*, Madrid, Alianza.
- Molak, Vlasta. (1997). (Ed.). *Fundamentals of Risk Analysis and Risk Management*, Nueva York, Lewis
- Monsanto España. (1997). «Biotecnología: Una promesa para el futuro. Informe sobre la biotecnología en el mercado», en *Vida Rural*, 50, p. 32.
- Monsanto. (1998). Campaña de publicidad de Monsanto para la Unión Europea de junio de 1998.
- Montague, Peter. (1995). «Milk Safety», en Rachel's Environment & Health Weekly, 454, Annapolis, Maryland, Environmental Research Foundation, a 10 de agosto de 1995.
- Montague, Peter. (1998). «Cómo escucha Monsanto otras opiniones», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, pp. 50-51.
- Montoro Romero, Ricardo. (1981). «Hacia la construcción de una teoría de la interpretación. En torno al debate Habermas-Gadamer», en *REIS*, 14, pp. 47-68.
- Moreno Muñoz, M. e Iáñez Pareja, E. (2001/1997). «Elementos para la resolución de controversias en el debate sobre biotecnología y sociedad», en Rodríguez Alcázar, F. J., Medina Domènech, R. M., y Sánchez Cazorla, J. A. (1997). (Eds.). *Ciencia, tecnología y sociedad. Contribuciones para una cultura de la paz*, Instituto de la Paz y los Conflictos, Granada, Universidad de Granada, pp. 289-313.
- Moreno Muñoz, Miguel. (1999). «Argumentos, metáforas y retórica en el debate sobre los alimentos transgénicos», comunicación presentada en las *Jornadas sobre Ciencia, Tecnología y Valores*, Santa Cruz de Tenerife, del 5 al 9 de abril de 1999.
- Moreno, L., Lemkow, L. y Lizón, A. (1992). *Biotecnología y sociedad. Percepción y actitudes sociales*, Madrid, MOPT.
- Morin, Edgar. (1993/1991). *Las ideas. Su hábitat, su vida, sus costumbres, su organización*, Madrid, Cátedra.

- Morris, Freida. (1998). «“Monsanto. ¡Qué vergüenza!”», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, pp. 55-56.
- Moya, Carlos, et al. (1992). (Eds.). *Escritos de teoría sociológica en homenaje a Luis Rodríguez Zúñiga*, Madrid, CIS, Siglo XXI.
- Moya, Carlos. (1977). *De la ciudad y de su razón*, Madrid, Cupsa.
- Moya, Carlos. (1992). «Límites de la sociología», en *Claves de Razón Práctica*, 25, pp. 41-47.
- Mulkay, M. y Gilbert, N. (1995/1984). «El discurso de los científicos como tema», en Iranzo Amatriain, Juan Manuel, et al. (1995). (Eds.). *Sociología de la ciencia y la tecnología*, Madrid, CSIC, pp. 205-220.
- Mulkay, M. y Milic, V. (1980). *The Sociology of Science in East and West*, en *Current Sociology*, vol. 28, nº 3.
- Mulkay, Michael. (1969). «Some Aspects of Cultural Growth in the Natural Sciences», en *Social Research*, 36, pp. 22-52.
- Mulkay, Michael. (1972). *The Social Process of Innovation*, Londres, MacMillan.
- Mulkay, Michael. (1979). *Science and the Sociology of Knowledge*, Londres, George Allen and Unwind.
- Mulkay, Michael. (1980/1972). «El crecimiento cultural en la ciencia», en Barnes, Barry. (1980/1972). (Ed.). *Estudios sobre sociología de la ciencia*, Madrid, Alianza, pp. 125-140.
- Mulkay, Michael. (1991). *Sociology of Science. A Sociological Pilgrimage*, Milton Keynes, Open University Press.
- Mulkay, Michael. (1993-1994). «Retórica y control social en el gran debate sobre los embriones», en *Política y Sociedad*, 14-15, pp. 143-153.
- Mulkay, Michael. (1995). «Sociología y ciencia. Una historia de amor y servidumbre», en *Archipiélago*, 20, pp. 15-18.
- Mulkay, Michael. (1995/1979). «La visión sociológica habitual de la ciencia», en Iranzo Amatriain, Juan Manuel, et al. (1995). (Eds.). *Sociología de la ciencia y la tecnología*, Madrid, CSIC, pp. 11-32.
- Mumford, Lewis. (1982/1934). *Técnica y civilización*, Madrid, Alianza.
- Muñoz Ruiz, E. y Santasmases, M^a. J. (1997). *El establecimiento de la bioquímica y la biología molecular en España*, Madrid, Fundación Areces.
- Muñoz Ruiz, Emilio. (1992). *Genes para cenar. Biotecnología y las nuevas especies*, Madrid, Temas de Hoy.
- Muñoz Ruiz, Emilio. (1994). *Una visión de la biotecnología*, Madrid, Fondo de Investigación Sanitaria.
- Muñoz Ruiz, Emilio. (1996). «Agricultura y biodiversidad. Biotecnología y su relación conflictiva con el medio ambiente», en *Arbor*, 603, pp. 113-131.
- Muñoz Ruiz, Emilio. (1996). «El lugar de la genética en las políticas científicas y tecnológicas», en Borrillo, Daniel. (1996). (Ed.). *Genes en el estrado*, Madrid, CSIC, pp. 39-61.
- Muñoz Ruiz, Emilio. (1997). «Nueva biotecnología y sector agropecuario. El reto de las racionalidades contrapuestas», en IESA, CSIC, Documento de trabajo 97-02.
- Muñoz Ruiz, Emilio. (1997). «Política y regulación. Genética y salud en un contexto complejo y conflictivo», en IESA, CSIC, Documento de trabajo 97-05.
- Muñoz Ruiz, Emilio. (1997). *Biotecnología, industria y sociedad. El caso español*, Madrid, Gabiotec, Fundación CEFI.

- Muñoz Ruiz, Emilio. (1998). «Biodiversidad y bioseguridad. Su relación con la biotecnología», en IESA, CSIC, Documento de trabajo 98-04.
- Muñoz Ruiz, Emilio. (1998). «La biotecnología ante su espejo. Sociedad, industria, desarrollo y medio ambiente», en IESA, CSIC, Documento de trabajo 98-14.
- Muñoz Ruiz, Emilio. (1998). «Nueva biotecnología y sector agropecuario. El reto de las racionalidades contrapuestas», en Durán, A. y Riechmann, J. (1998). (Eds.). *Genes en el laboratorio y en la fábrica*, Madrid, Trotta, pp. 119-140.
- Muñoz Ruiz, Emilio. (1999). «Biotecnología y sociedad. Una visión crítica para el simposio sobre plantas y animales transgénicos», en IESA, CSIC, Documento de trabajo 99.
- Muñoz Ruiz, Emilio. (2000). «Los cultivos modificados genéticamente y sus repercusiones socio-políticas», en *Phytoma España*, 120, pp. 99-103.
- Muñoz Ruiz, Emilio. (2002). «Los medios de comunicación y los alimentos modificados genéticamente. Conflicto entre conocimiento e información», en IESA, CSIC, Documento de trabajo 02-11.
- Nagel, Ernest. (1981/1961). *La estructura de la ciencia*, Barcelona, Paidós.
- Neisser, Hans. (1972/1965). *Sociología del conocimiento*, Buenos Aires, La Pléyade.
- Nelkin, Dorothy. (1979). (Ed.). *Controversy. Politics of Technological Decisions*, Berkey Hills, Sage.
- Nelkin, Dorothy. (1990/1987). *La ciencia en el escaparate*, Madrid, Fundesco.
- Nestlé, Marion. (2000). «Gene-Altered Food», en *New York Times*, a 9 de diciembre de 2000.
- Neu, Harold C. (1992). «The Crisis in Antibiotic Resistance», en *Science*, 237, pp. 1064-1072.
- Newton-Smith, W. H. (1987/1981). *La racionalidad de la ciencia*, Barcelona, Paidós.
- Nieto, M^a. Fernanda, et al. (1999). «Plantas transgénicas», en *Investigación y Ciencia*, 268, pp. 70-80, enero de 1999.
- Nietzsche, Friedrich. (1988/1882). *La gaya ciencia*, Madrid, Akal.
- Nietzsche, Friedrich. (1993/1872). *El nacimiento de la tragedia*, Madrid, Alianza.
- Nietzsche, Friedrich. (1996/1981). *La voluntad de poderío*, Madrid, Edaf.
- Nietzsche, Friedrich. (1997/1887). *La genealogía de la moral*, Madrid, Alianza.
- Nietzsche, Friedrich. (1998/1873). *Sobre verdad y mentira en sentido extramoral*, Madrid, Tecnos.
- Nietzsche, Friedrich. (1998/1888). *El ocaso de los ídolos*, Barcelona, Tusquets.
- Nietzsche, Friedrich. (2000/1873-1876). *Sobre la utilidad y los perjuicios de la historia para la vida*, Madrid, Edaf.
- Nikaido, Hiroshi. (1994). «Prevention of Drug Acces to Bacterial Targets: Permeability Barriers and Active Efflux», en *Science*, 264, pp. 382-388.
- Nisbet, Robert. (1975/1970). *Introducción a la sociología. El vínculo social*, Barcelona, Vincens Vives.
- Nisbet, Robert. (1996/1973). *La formación del pensamiento sociológico*, Buenos Aires, Amorrortu.
- Nisbet, Robert. (1998/1980). *Historia de la idea de progreso*, Barcelona, Gedisa.
- Noble, David F. (1987/1977). *El diseño de Estados Unidos. La ciencia, la tecnología y la aparición del capitalismo monopolístico*, Madrid, Ministerio de Trabajo y Seguridad Social.

- Nordlee, Julie A., et al. (1996). «Identification of Brazil-Nut Allergen in Transgenic Soybeans», en *The New England Journal of Medicine*, March 14, pp. 688-728.
- Nottingham, Stephen. (1998). *Eat Your Genes*, Londres, Zed Books.
- Novillo, C. y Costa, J. (2000). «Continuar mejorando el algodón», en *Vida Rural*, 7, 108, pp. 50-52.
- Novillo, C., Soto, J. y Costa, J. (1999). «Resultados en España con variedades de algodón protegidas genéticamente contra las orugas de las cápsulas», en *Boletín de Sanidad Vegetal y Plagas*, 25, pp. 383-393.
- Nowotay, H. y Taschwer, K. (1996). *The Sociology of the Sciences*, Essex, Edward Elgar Publishing.
- Noya Miranda, Javier. (1993). «La sociología del conocimiento, entre las sociedades del trabajo, de la comunicación del conocimiento y del riesgo», en *REIS*, 62, pp. 133-143.
- Noya Miranda, Javier. (1993). «Pulpo, espejo y trapecio. El riesgo como predicado de la reflexividad social», en Lamo de Espinosa, E. y Rodríguez Ibáñez, J. E. (1993). (Eds.). *Problemas de la teoría social contemporánea*, Madrid, CIS, pp. 491-510.
- Noya Miranda, Javier. (1993). «Riesgos o sociedad. ¿Es esa toda la cuestión?», en *Revista de Occidente*, 150, pp. 109-118.
- Noya Miranda, Javier. (2003). (Ed.). *Cultura, desigualdad y reflexividad. La sociología de Pierre Bourdieu*, Madrid, La Catarata.
- Nuez, F. y Ruiz, J. J. (1997). «¿Constituyen los cultivos transgénicos un riesgo para el hombre o el medio ambiente?», en *Phytoma*, 91, pp. 7-16.
- Nuttall, Nick. (1999). «Bees Spread Genes From GM Crops», en *The Times*, Londres, 15 de abril de 1999.
- O'Mohony, Patrick. (1999). (Ed.). *Nature, Risk and Responsibility. Discourses of Biotechnology*, New York, Routledge.
- O'Riordan, T. y Cameron, J. (1994). (Eds.). *Interpreting the Precautionary Principle*, Londres, Earthscan.
- O'Riordan, T. y Rayner, S. (1991). «Risk Management for Global Environmental Change», en *Global Environmental Change*, 1-2, pp. 91-108.
- Obrycki, J. J., Losey, J. E., Taylor, O. R. y Hanson-Jesse, L. C. (2001). «Transgenic Insecticidal Corn: Beyond Insecticidal Toxicity to Ecological Complexity», en *BioScience*, 51, 5, pp. 353-361.
- OCDE-OECD. (1993). *Biotecnología, agricultura y alimentación*, Madrid, Mundi-Prensa.
- OCDE-OECD. (1993). *Safety Evaluation of Foods Derived by Modern Biotechnology. Concepts and Principles*, París, OCDE.
- Offit, Kenneth, et al. (1996). «Germline BRCA1 185delAG Mutations in Jewish Women with Breast-Cancer», en *Lancet*, 347, pp. 1643-1645.
- Olazarán, M. y Díaz de Rada, V. (1994). «Ciencia, tecnología y sociedad. Introducción: La credibilidad social de la ciencia», en *Cuadernos de Sección. Sociedad, Ciencia y Tecnología*, 1, pp. 181-210.
- Olazarán, M. y Torres Albero, C. (1995). «Para una reorientación de la sociología del conocimiento científico», en *Sistema*, 125, pp. 75-93.
- Olazarán, M. y Torres Albero, C. (2001). «Modelos de cambio científico. Una propuesta integradora», en *Nómadas*, 0.

- Olazarán, Mikel. (1991). «Sistemas de múltiples estratos. Estudio histórico y sociológico de un problema crítico en redes neuronales», en *Arbor*, 545, pp. 41-75.
- Olazarán, Mikel. (1993). «Controversias y emergencia del conexionismo. Una perspectiva histórica y sociológica», en *Revista Internacional de Sociología*, 4, pp. 91-122.
- Olazarán, Mikel. (1995). «Controversias y estructuración social de las comunidades científico-tecnológicas. Un estudio de caso de inteligencia artificial», en Broncano, Fernando. (1995). (Ed.). *Nuevas meditaciones sobre la técnica*, Madrid, Trotta, pp. 169-200.
- Olazarán, Mikel. (1995). «De la sociología de la ciencia a la sociología de la tecnología», en Iranzo Amatriain, Juan Manuel, et al. (1995). (Eds.). *Sociología de la ciencia y la tecnología*, Madrid, CSIC, pp. 319-339.
- Olby, Robert. (1991/1974). *El camino hacia la doble hélice*, Madrid, Alianza.
- Oldroyd, David. (1993/1986). *El arco del conocimiento*, Barcelona, Crítica.
- Olivares Pascual, José. (2000). «Los transgénicos no son todo», en *El País*, a 19 de julio de 2000.
- Olivé, León. (1988). (Ed.). *Racionalidad*, México, Siglo XXI.
- Olivé, León. (1988). *Conocimiento, sociedad y realidad*, México, FCE.
- Olivé, León. (1994/1985). (Ed.). *La explicación social del conocimiento*, México, UNAM.
- OMS-FAO. (1996). *Biotechnology and Food Safety*, Roma, Italia, OMS-ONU.
- OMS-WHO. (1993). *Workshop: Health Aspects of Marker Genes in Genetically Modified Plants*, Geneva, Switzerland.
- Onischenko, Gennady, et al. (1999). «Current Approaches to the Evaluation of Genetically Modified Food Products», en *Vopr Pitan*, 68, pp. 3-8.
- ONU. (2001-1996). *United Nations Development Programme. Human Development Reports*, Nueva York, ONU y Oxford University Press.
- Ordóñez, J. y Elena, A. (1990). (Eds.). *La ciencia y su público. Perspectivas históricas*, Madrid, CSIC.
- Ortega y Gasset, José. (1946-1969). *Obras completas*, Madrid, Alianza Editorial, Revista de Occidente.
- Ovejero, Félix. (1996). «Democracia de mercado y ética ambiental», en *Claves de Razón Práctica*, 68, pp. 55-63.
- Pacey, Arnold. (1990/1983). *La cultura de la tecnología*, México, FCE.
- Padgett, Stephen R., et al. (1996). «The Composition of Glyphosate-Tolerant Soybean Seeds is Equivalent to that of Conventional Soybeans», en *American Institute of Nutrition*, pp. 702-716.
- Palca, Joseph. (1986). «Living Outside Regulation», en *Nature*, 324, p. 202.
- Palou, Andreu. (2000). «Evaluación sanitaria de alimentos transgénicos», en *Phytoma España*, 120, pp. 89-90.
- Palou, Andreu. (2001). «El asesoramiento científico a propósito de las “vacas locas”», en *El País*, a 26 de enero de 2001.
- Pardo, Rafael. (1991). «El análisis de la tecnología en los modelos de la sociedad de la información», en *Arbor*, 545, pp. 9-40.
- Pardo, Rafael. (1992). «Organizaciones y computadores como tecnologías de coordinación», en *Arbor*, 561, pp. 45-76.

- Pardo, Rafael. (1993). «La trayectoria de la inteligencia artificial y el debate sobre los modelos de racionalidad», en Lamo de Espinosa, E. y Rodríguez Ibáñez, J. E. (1993). (Eds.). *Problemas de teoría social contemporánea*, Madrid, CIS, pp. 115-121.
- Parsons, Talcott (1968/1937). *La estructura de la acción social*, Madrid, Guadarrama.
- Parsons, Talcott. (1988/1951). *El sistema social*, Madrid, Alianza.
- Pastor, Xavier. (1999). «La ingeniería genética incrementará el hambre», en *El País*, a 1 de octubre de 1999.
- Pedauyé Ruiz, J., Ferri Rodríguez, A. y Pedauyé Ruiz, V. (2000). *Alimentos transgénicos. La nueva revolución verde*, Madrid, McGraw-Hill.
- Peinado, Domingo. (1999). «Transgénicos. ¿Alimentos que matan? o ¿remedio contra el hambre?», en *El Semanal*, pp. 34-46, a 21 de noviembre de 1999.
- Pelt, Jean-Marie, et al. (2001). *La historia más bella de las plantas*, Barcelona, Anagrama.
- Pengue, Walter. (2000). *Cultivos transgénicos*, Buenos Aires, Lugar Editorial.
- Pereyra, Carlos. (1987). «La teoría de la verdad-consenso», en *Zona Abierta*, 48-49, pp.161-176.
- Pérez-Agote, A. y Sánchez de la Yncera, I. (1996). (Eds.). *Complejidad y teoría social*, Madrid, CIS.
- Pérez-Agote, Alfonso. (1989). *La sociedad y lo social. Ensayos de sociología*, Bilbao, Universidad del País Vasco.
- Perrow, Charles. (1984). *Normal Accidents. Living with High-Risk Technologies*, Nueva York, Basic Books.
- Pickering, Andrew. (1984). *Constructing Quarks: A Sociological History of Particle Physics*, Edinburgh, Edinburgh University Press.
- Pickering, Andrew. (1992). (Ed.). *Science as Practice and Culture*, Chicago, University of Chicago Press.
- Pickering, Andrew. (1995). *The Mangle of Practice. Time, Agency & Science*, Chicago, The University of Chicago Press.
- Picó López, Josep. (2003). *Los años dorados de la sociología (1945-1975)*, Madrid, Alianza.
- Pinch, T. y Bijker, W. (1987/1984). «The Social Construction of Facts and Artefacts. Or How the Sociology of Science and the Technology Might Benefit Each Other», en Bijker, W., Hughes, E. y Pinch, T. (1987). (Eds.). *The Social Construction of Technological Systems*, Cambridge (Mass.). The MIT Press, pp. 17-50.
- Pinch, Trevor J. (1986). *Confronting Nature. The Sociology of Solar-Neutrino Detection*, Dordrecht, Reidel.
- Pinch, Trevor J. (1990). *Testing-One, Two, Three... Testing! Testing. A Test Case for the New Sociology of Technology*, Berlin, Wissenschaftszentrum Berlin für Sozialforschung.
- Pinch, Trevor J. (1993-1994). «La retórica y la controversia sobre la fusión fría. Del woodstock químico al altamont físico», en *Política y Sociedad*, 14-15, pp. 155-170.
- Piquer, Isabel. (2002). «EEUU enviará cereales transgénicos contra la hambruna en África», en *El País*, a 25 de julio de 2002.

- Piulats, O. y Merdonces, J. L. (1996). «Vacaciones locas. No se dice ni mú», en *Integral*, 197.
- Platón. (1996/1941). *La República o el Estado*, Madrid, Austral.
- Polanyi, Michel. (1966). *The Tacit Dimension*, Garden City, Anchor.
- Popper, Karl R. (1962/1934-1959). *La lógica de la investigación científica*, Madrid, Tecnos.
- Popper, Karl R. (1973/1969). «La lógica de las ciencias sociales», en Adorno, Theodor W., et al. (1973/1969). *La disputa del positivismo en la sociología alemana*, Barcelona, Grijalbo, pp. 101-120.
- Popper, Karl R. (1974/1972). *Conocimiento objetivo*, Madrid, Tecnos.
- Popper, Karl R. (1977/1974). *Búsqueda sin término. Una autobiografía intelectual*, Madrid, Tecnos.
- Popper, Karl R. (1981/1945). *La sociedad abierta y sus enemigos*, Barcelona, Paidós.
- Popper, Karl R. (1983/1963). *Conjeturas y refutaciones*, Barcelona, Paidós.
- Popper, Karl. (1973/1944-1945). *La miseria del historicismo*, Madrid, Alianza.
- Potrykus, I. y Beyer, P. (2001). «We can Save Millions of Live», en *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, a 22 de enero de 2001.
- Potrykus, Ingo. (2001). «“Genetically Engineered ‘Golden Rice’ is Fool's Gold”». Response from Prof. Ingo Potrykus», a 15 de febrero de 2001. Este documento se encuentra disponible en Internet.
- Potrykus, Ingo. (2001). «Golden Rice and Beyond», en *Plant Physiology*, 125, marzo de 2001, pp. 1157-1161.
- Pozuelos, F. J., Travé González, G. y Cañal de León, P. (2000). «Los alimentos transgénicos», en *Cuadernos de Pedagogía*, 294, pp. 71-75.
- Prades, Joaquina. (2001). «Las multinacionales retiran los alimentos transgénicos de España», en *El País*, a 26 de marzo de 2001.
- Pratley, Jim, et al. (1996). «Glycophate Resistance in Annual Ryegrass», en *Proceedings of the 11th Conference*, Grasslands Society of New South Wales.
- Price, Derek J. de Solla. (1986/1963). *Hacia una ciencia de la ciencia*, Barcelona, Ariel.
- Pries, Ludger. (1991). «El cambio industrial en las sociedades modernas como “sociedades de riesgo”», en *Sociología del Trabajo*, 12, pp. 59-81.
- Príncipe de Gales, S. M. (1998). «Semillas del desastre», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, pp. 6-7.
- Proctor, Robert. N. (1991). *Value-Free Science? Purity and Power in Modern Science*, Cambridge, Mass., Harvard University Press.
- Puigdomenech, Pere. (1997). «Semillas transgénicas», en *Vida Rural*, 50, pp. 26-27.
- Pujol Gebellí, Xavier. (2001). «España es el cuarto país europeo en cultivos piloto con transgénicos», en *El País*, a 26 de febrero de 2001.
- Pujol Gebellí, Xavier. (2001). «Los padres del arroz “dorado” trabajan para ampliar su catálogo de productos», en *El País*, a 25 de julio de 2001.
- Pursel, V. G., Pinkert, C. A., Miller, K. F., Bolt, D. J., Campbell, R. G., Palmiter, R. D., Brinster, R. L., y Hammer, R. E. (1989). «Genetic Engineering of Livestock», en *Science*, 244, pp. 1281-1288.
- Pusztai, Arpad. (1998). *SOAEFD Flexible Fund Project RO 818. Report of Project Coordinator on Data Produced at the Rowett Research Institute (RRI)*, Oficina Escocesa del Departamento de Agricultura, Medio Ambiente y Pesca

- (SOAEFD), a 22 de octubre de 1998. Este documento se encuentra disponible en Internet.
- Pusztai, Arpad. (2002). «Can Science give us the Tools for Recognizing Possible Health Risks of GM Food?», en *Nutrition and Health*, 16, pp. 73-84.
- Putnam, Hilary. (1988/1981). *Razón, verdad e historia*, Madrid, Tecnos.
- Putnam, Lawrence. (1998). «Debate Grows on Safety of Gene-Therapy Vectors», en *Lancet*, 351, p. 808.
- Quine, Willard Van Orman. (1962/1953). *Desde un punto de vista lógico*, Barcelona, Ariel.
- Quist, D. y Chapela, I. (2001). «Transgenic DNA Introgressed into Traditional Maize Landraces in Oaxaca, México», en *Nature*, 414, pp. 541-543, a 29 de noviembre de 2001.
- Ramón, D. y Calvo, M. D. (1997). «Reflexiones sobre los alimentos transgénicos», en *Vida Rural*, 50, pp. 28-31.
- Ramón, Daniel. (1999). *Los genes que comemos*, Valencia, Algar, Alzira.
- Ramón, Daniel. (2000). «Luces y sombras en torno a los alimentos transgénicos», en *Phytoma España*, 120, pp. 82-84.
- Ramos Torre, R. y García Selgas, F. (1999). (Eds.). *Globalización, riesgo, reflexividad*, Madrid, CIS.
- Ramos Torre, Ramón. (1993). «Una aproximación a las paradojas de la acción social», en Lamo de Espinosa, E. y Rodríguez Ibáñez, J. E. (1993). (Eds.). *Problemas de la teoría social contemporánea*, Madrid, CIS, pp. 435-471.
- Ramos Torre, Ramón. (1996). «Jano y el ornitorrinco. Aspectos de la complejidad social», en Pérez-Agote, A. y Sánchez de la Yncera, I. (1996). (Eds.). *Complejidad y teoría social*, Madrid, CIS, pp. 163-201.
- Ramos Torre, Ramón. (1997). «Dios, Epiménides y Tristram Shandy. Destinos de las paradojas en la sociología de N. Luhmann», en *Anthropos*, 173-174, pp. 137-145.
- Ramos Torre, Ramón. (1999). «Homo tragicus», en *Política y Sociedad*, 30, pp. 213-240.
- Ramos Torre, Ramón. (1999). «Prometeo y las flores del mal. El problema del riesgo en la sociología contemporánea», en Ramos Torre, R. y García Selgas, F. (1999). (Eds.). *Globalización, riesgo, reflexividad*, Madrid, CIS, pp. 249-274.
- Ramos Torre, Ramón. (1999). *La sociología de Émile Durkheim. Patología social, tiempo, religión*, Madrid, CIS.
- Ramos Torre, Ramón. (2002). «El retorno de Casandra. Modernización ecológica, precaución e incertidumbre», en García Blanco, J. M^a. y Navarro Sustaeta, P. (2002). (Eds.). *¿Más allá de la modernidad?*, Madrid, CIS, pp. 403-455.
- Ramos Torre, Ramón. (2003). «Al hilo de la precaución. Jonas y Luhmann sobre la crisis ecológica», en *Política y Sociedad*, vol. 40, núm. 3, pp. 23-51.
- Ramos Torre, Ramón. (2004). «Imágenes del miedo», en *V Encuentro de Teoría Sociológica*, Valencia.
- Ravetz, Jérôme. (1996). «Conocimiento útil, ¿ignorancia útil?», en Theys, J. y Kalaora, B. (1996/1992). (Eds.). *La Tierra ultrajada. Los expertos son formales*, México, FCE, pp. 65-76.
- Rawls, John. (1981/1971). *Teoría de la justicia*, México, FCE.
- Redes. (1999). *Alimentos transgénicos*, en *Redes*, RTVE.

- Redes. (2000). *Transgénicos*, en *Redes*, RTVE.
- Redfield, Robert. (1952). «The Primitive World View», en *American Philosophical Society, Proceedings*, 96, pp. 30-36.
- Redfield, Robert. (1953). *The Primitive World and Its Transformations*, Ithaca, N. Y., Cornell Univ. Press.
- Regidor, Joaquín. (1987). «La biotecnología y la agricultura», en *Fertilización*, 6, 100, pp. 17-22.
- Reichenbach, Hans. (1934). *Experience and Prediction*, Chicago, University of Chicago Press.
- Reichenbach, Hans. (1974/1953). «La concepción funcional del conocimiento», en Horowitz, Irving Louis. (1974/1964). (Ed.). *Historia y elementos de la sociología del conocimiento*, Buenos Aires, Eudeba, vol. I, pp. 288-302.
- Reichenbach, Hans. (1975/1953). *La filosofía científica*, México, FCE.
- Reichenbach, Hans. (1983/1945). *Objetivos y métodos del conocimiento físico*, México, FCE.
- Reichert, C. y Alcalde, E. (2001). «Seis mitos sobre la biotecnología», en *Agricultura*, 70, pp. 637-639.
- Remmling, Gunter W. (1982/1973). (Ed.). *Hacia la sociología del conocimiento*, México, FCE.
- Remmling, Gunter W. (1982/1973). «La existencia y el pensamiento», en Remmling, Gunter W. (1982/1973). (Ed.). *Hacia la sociología del conocimiento*, México, FCE, pp. 21-71.
- Remmling, Gunter W. (1982/1975). *La sociología de Karl Mannheim*, México, FCE.
- Rescher, Nicholas. (1983). *Risk. A Philosophical Introduction to the Theory of Risk Evaluation and Management*, Lanham, University Press of America.
- Rescher, Nicholas. (1993/1988). *La racionalidad*, Madrid, Tecnos.
- Rescher, Nicholas. (1999/1998). *Razón y valores en la era científico-tecnológica*, Madrid, Paidós.
- Restivo, S. y Vanderpool, Ch. K. (1974). (Eds.). *Comparative Studies in Science and Society*, Columbus, Charles E. Merrill.
- Restivo, Sal. (1994). *Science, Society & Values. Toward a Sociology of Objectivity*, Londres y Toronto, Associated University Presses.
- Rickert, Heinrich. (1965/1898). *Ciencia cultural y ciencia natural*, Buenos Aires, Espasa-Calpé.
- Ricoeur, Paul. (1978/1970). *Freud. Un ensayo de interpretación*, México, Siglo XXI.
- Ricoeur, Paul. (1989/1986). *Ideología y utopía*, Barcelona, Gedisa.
- Rider, R. E. (1990). «El experimento como espectáculo», en Ordóñez, J. y Elena A. (1990). (Eds.). *La ciencia y su público. Perspectivas históricas*, Madrid, CSIC.
- Riechmann, J. y Schatkowski, S. (1999). «El debate reciente sobre la ingeniería genética en el seno de los verdes alemanes», en *Viento Sur*, 45, pp. 77-81.
- Riechmann, J. y Tickner, J. (2002). (Eds.). *El principio de precaución en medio ambiente y salud pública. De las definiciones a la práctica*, Barcelona, Icaria.
- Riechmann, Jorge. (1999). «El referéndum suizo sobre manipulación genética. Lecciones de una derrota», en *El Ecologista*, 18, pp. 42-44.
- Riechmann, Jorge. (1999). «Por una acción ecologista racional acerca de los organismos y productos transgénicos», en *Viento Sur*, 45, pp. 69-76.

- Riechmann, Jorge. (1999). *Argumentos recombinantes. Sobre cultivos y alimentos transgénicos*, Madrid, La Catarata.
- Riechmann, Jorge. (2000). *Cultivos y alimentos transgénicos. Una guía crítica*, Madrid, La Catarata.
- Riechmann, Jorge. (2000). *Un mundo vulnerable*, Madrid, La Catarata.
- Riechmann, Jorge. (2001). «Nuevas reflexiones sobre biotecnologías agrícolas y alimentos transgénicos», en Anderson, Luke. (2001/1999). *Transgénicos. Ingeniería genética, alimentos, y nuestro medio ambiente*, Madrid, Gaia, Proyecto 2050, pp. 123-172.
- Riechmann, Jorge. (2001). *Todo tiene un límite*, Madrid, Debate.
- Riechmann, Jorge. (2002). *Qué son los alimentos transgénicos*, Barcelona, RBA-Integral.
- Riepe, J. R. y Martin, M. A. (1989). «Biotecnología agrícola. Implicaciones y perspectivas», en *Agricultura y Sociedad*, 53, pp. 129-148.
- Riepe, J. R. y Martin, M. A. (1989). «Biotecnología. Algunas repercusiones socio-económicas», en *Investigación Agraria. Economía*, 4, 1, pp. 69-79.
- Rifkin, Jeremy. (1979/1977). *¿Quién suplantará a Dios?*, Madrid, Edaf.
- Rifkin, Jeremy. (1999/1998). *El siglo de la biotecnología*, Barcelona, Paidós.
- Rifkin, Jeremy. (2001). «El lado oscuro de la revolución genética», en *El País*, a 6 de octubre de 2001.
- Rip, A., Misa, T. y Schot, J. (1995). (Eds.). *Managing Technology in Society. The Approach of Constructive Technology Assessment*, Londres, Pinter.
- Rissler, J. y Mello, M. (1995). *The Ecological Risks of Engineered Crops*, Cambridge (Mass.), MIT Press.
- Ritzer, George. (1980). *Sociology. A Multiple Paradigm Science*, Boston, Allyn and Bacon.
- Ritzer, George. (1991). *Metatheorizing in Sociology*, Toronto, Lexington Books.
- Roca, Miguel. (2000). «Agricultura y biotecnología. Reflexiones desde la empresa privada», en *Agricultura*, 69, 819, pp. 657-659.
- Rocher, Guy. (1990/1973). *Introducción a la sociología general*, Barcelona, Herder.
- Rockefeller Foundation y Syngenta. (2001). «International Rice Research Institute Begins Testing “Golden Rice”». Comunicado de prensa del International Rice Research Institute (IRRI), a 22 de enero de 2001.
- Rodríguez Alcázar, F. J., Medina Domènech, R. M., y Sánchez Cazorla, J. A. (1997). (Eds.). *Ciencia, tecnología y sociedad. Contribuciones para una cultura de la paz*, Instituto de la Paz y los Conflictos, Granada, Universidad de Granada.
- Rodríguez Fouz, Marta. (2003). «Los límites del conocimiento sociológico. Ideología e historia en el análisis de las mentalidades de Karl Mannheim», en Rodríguez Fouz, Marta. (2003). *Pasiones discursivas. Desafíos de la reflexión sociológica*, Pamplona, Universidad Pública de Navarra, pp. 19-53.
- Rodríguez Fouz, Marta. (2003). *Pasiones discursivas. Desafíos de la reflexión sociológica*, Pamplona, Universidad Pública de Navarra.
- Rodríguez Ibáñez, José Enrique. (1989). *La perspectiva sociológica*, Madrid, Taurus.
- Rodríguez Ibáñez, José Enrique. (1993). «Hacia un nuevo marco teórico», en *Revista de Occidente*, 150, pp. 5-18.
- Rodríguez Ibáñez, José Enrique. (1999). *¿Un nuevo malestar en la cultura? Variaciones sobre la crisis de la modernidad*, Madrid, CIS.

- Rodríguez Martín, Javier. (1999). «Paso a la acción directa en la lucha contra los transgénicos», en *Ecología Política*, 17, pp. 137-139.
- Rodríguez Martínez, Javier. (1999). «El riesgo como utopía negativa. Notas para una reflexión», en Ramos Torre, R. y García Selgas, F. (1999). (Eds.). *Globalización, riesgo, reflexividad*, Madrid, CIS.
- Rodríguez, M. A., López Martínez, M^a. del C. y Blanca Herrera, R. M^a. (2000). «Nuevos alimentos modificados genéticamente y sociedad», en *Alimentaria*, 318, pp. 71-80.
- Rodríguez, M. A., López Martínez, M^a. del C. y Blanca Herrera, R. M^a. (2000). «Legislación del etiquetado de los nuevos alimentos obtenidos por ingeniería genética», en *Alimentaria*, 316, pp. 37-43.
- Roqueplo, Philippe. (1996). «El peritaje científico, ¿Consenso o disenso?», en Theys, J. y Kalaora, B. (1996/1992). (Eds.). *La Tierra ultrajada. Los expertos son formales*, México, FCE, pp. 124-133.
- Rorty, Richard. (1989/1979). *La filosofía y el espejo de la naturaleza*, Madrid, Cátedra.
- Rorty, Richard. (1996/1989). *Contingencia, ironía y solidaridad*, Barcelona, Paidós.
- Rose, H. y Rose, S. (1970). *Science and Society*, Middlesex, Inglaterra, Pelican Book.
- Rose, H. y Rose, S. (1976). (Eds.). *Ideology of/in Natural Science*, Londres, MacMilan.
- Rose, H. y Rose, S. (1979). (Eds.). *Economía política de la ciencia*, México, Nueva Imagen.
- Rose, H. y Rose, S. (1980/1976). *La radicalización de la ciencia*, México, Nueva Imagen.
- Rossi, Paolo. (1990). *Francis Bacon. De la magia a la ciencia*, Madrid, Alianza.
- Roszak, Theodore. (1986). *El culto a la información*, Barcelona, Crítica.
- Rowell, Andrew. (1998). «Abofeteando a la resistencia», en *The Ecologist, The Monsanto Files: Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, 53-54.
- Royal Society. (1999). «Críticas de la Royal Society en Gran Bretaña al Informe Pusztai», en *Jonás-Prensa Alternativa*, a 18 de junio de 1999.
- Ruivenkamp, Gido. (1992). «Biotecnología a la medida. Posibilidades de una evolución centrada en los agricultores», en *Agricultura y Sociedad*, 64, pp. 87-97.
- Sacristán, Manuel. (1983). «Karl Marx como sociólogo de la ciencia», en *Mientras Tanto*, 16/17, pp. 9-56.
- Salmon, Katy. (2001). «África. Entre el hambre y los transgénicos», en *Tierramérica*, Inter Press Service.
- Sampedro, Javier. (1999). «Los transgénicos a la luz de los argumentos», en *El País*, a 7 de diciembre de 1999.
- Sampedro, Javier. (2000). «La batalla de fondo entre la UE y Estados Unidos», en *El País*, a 17 de abril de 2000.
- Sampedro, Javier. (2000). «La oposición ecologista a los transgénicos es elitista y conservadora», en *El País*, a 12 de febrero de 2000.
- Sampedro, Javier. (2000). «La UE quiere vetar los transgénicos que generen dudas científicas», en *El País*, a 28 de enero de 2000.

- Samuel, Lehrer, et al. (1996). «Why are Sama Proteins Allergenic? Implications for Biotechnology», en *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 36, 6, pp. 553-564.
- Sánchez Capdequí, Celso. (1996). «Recursividad, ambivalencia y creatividad social», en Beriain, Josetxo. (1996). (Ed.). *Las consecuencias perversas de la modernidad. Modernidad, contingencia y riesgo*, Barcelona, Anthropos, pp. 267-280.
- Sánchez Capdequí, Celso. (2004). *Las máscaras del dinero. El simbolismo social de la riqueza*, Barcelona, Anthropos.
- Sánchez de la Yncera, Ignacio. (1993). «Crisis y orientación. Apuntes sobre el pensamiento de Karl Mannheim», en *REIS*, 62, pp. 17-43.
- Sánchez de la Yncera, Ignacio. (1994). *La mirada reflexiva de G. H. Mead*, Madrid, CIS, Siglo XXI.
- Sánchez de la Yncera, Ignacio. (1996). «El sujeto y la sociedad. En la raíz de las dificultades teóricas», en Pérez-Agote, A. y Sánchez de la Yncera, I. (1996). (Eds.). *Complejidad y teoría social*, Madrid, CIS, pp. 401-436.
- Sánchez de la Yncera, Ignacio. (1999). «Una “socialidad” y una “personalidad” revueltas contra los clásicos. Para el vuelco reflexivo de una sociología sin “individuo” ni “sistema”», en Ramos Torre, R. y García Selgas, F. (1999). (Eds.). *Globalización, riesgo, reflexividad*, Madrid, CIS, pp. 409-447.
- Sánchez de la Yncera, Ignacio. (2001). «La comunicación de las socialidades. De la llamada a una “sociedad de la información”, los desplazamientos verbales y el dominio del tiempo», en *IV Encuentro de Teoría Sociológica*, Oviedo.
- Sánchez de la Yncera, Ignacio. (2002). «El mundo conecta, se agolpan las identidades», en García Blanco, J. M^a. y Navarro Sustaeta, P. (2002). (Eds.). *¿Más allá de la modernidad?*, Madrid, CIS, pp. 293-327.
- Sánchez Millán, Antonio. (2001). «La resolución discursiva de los conflictos sociotécnicos», en *Argumentos de Razón Técnica*, 4, pp. 241-266.
- Sánchez Morales, M. R. (1994). «Aspectos sociológicos de la biotecnología humana», en *Sistema*, 123, pp. 115-124.
- Sánchez Navarro, Jesús. (1995). «La sociología y la naturaleza social de la ciencia», en *Isegoria*, 12, pp. 197-211.
- Sánchez Ron, José Manuel. (1992). *El poder de la ciencia*, Madrid, Alianza
- Sandín, Máximo. (2002). «Una nueva biología para una nueva sociedad», en *Política y Sociedad*, vol. 39, núm. 3, pp. 537-573.
- Sanmartín, José, et al. (1992). (Eds.). *Estudios sobre sociedad y tecnología*, Barcelona, Anthropos.
- Sanmartín, José. (1987). *Los nuevos redentores. Reflexiones en torno a la sociobiología, la ingeniería genética y el mundo feliz que nos prometen*, Barcelona, Anthropos.
- Sanmartín, José. (1990). «“La ciencia descubre. La industria aplica. El hombre se conforma”. Imperativo tecnológico y diseño social», en Medina, M. y Sanmartín, J. (1990). (Eds.). *Ciencia, tecnología y sociedad. Estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública*, Barcelona, Anthropos, pp. 168-180.
- Sanmartín, José. (1990). «La historia se repite. Nuevas formas de un viejo tema: Los determinismos biológicos», en Carreras, A. y Escorihuela, J. L. y Requejo, A.

- (1990). (Eds.). *Azar, caos e indeterminismo*, Zaragoza, Prensas Universitarias, pp. 151-182.
- Sanmartín, José. (1990). *Tecnología y futuro humano*, Barcelona, Anthropos.
- Santamarta, José. (2001). «Notas sobre los transgénicos en España y América Latina», en Anderson, Luke. (2001). *Transgénicos. Ingeniería genética, alimentos, y nuestro medio ambiente*, Madrid, Gaia, Proyecto 2050, pp. 173-180.
- Saxena, Deepak, et al. (1999). «Insecticidal Toxin in Root Exudates from Bt Corn», en *Nature*, 402, p. 480.
- Schaff, Adam. (1971). *Sociología e ideología*, Barcelona, Redondo.
- Schaff, Adam. (1973/1968). *Ensayos sobre filosofía del lenguaje*, Barcelona, Ariel.
- Schaff, Adam. (1975/1967). *Lenguaje y conocimiento*, México, Grijalbo.
- Scheler, Max. (1924). (Ed.). *Versuche zu einer Soziologie des Wissens*, Munich y Leipzig, Dunker and Humblot.
- Scheler, Max. (1924). «Probleme einer Soziologie des Wissens», en Scheler, Max. (1924). (Ed.). *Versuche zu einer Soziologie des Wissens*, Munich y Leipzig, Dunker and Humblot, pp. 5-146.
- Scheler, Max. (1973). *Sociología del saber*, Buenos Aires, Siglo Veinte.
- Schmid, Alan A. (1989). «Protección legal de variedades vegetales, biotecnología y derechos cambiantes de propiedad en agricultura», en *Agricultura y Sociedad*, 53, pp. 149-170.
- Schrag, S. J. y Perrot, V. (1996). «Reducing Antibiotic Resistance», en *Nature*, 381, pp. 120-121.
- Schumacher, Ernst F. (1978/1973). *Lo pequeño es hermoso. Por una sociedad y una técnica al servicio del hombre*, Madrid, H. Blume.
- Schumpeter, Joseph. (1974/1949). «Ciencia e ideología», en Horowitz, Irving Louis. (1974/1964). (Ed.). *Historia y elementos de la sociología del conocimiento*, Buenos Aires, Eudeba, vol. I, pp. 338-352.
- Schütz, Alfred. (1974/1962). *El problema de la realidad social*, Buenos Aires, Amorrortu.
- Schütz, Alfred. (1974/1964). «El ciudadano bien informado. Ensayo sobre la distribución social del conocimiento», en Brodersen, Arvid. (1974/1964). (Ed.). *Estudios sobre teoría social. Alfred Schütz*, Buenos Aires, Amorrortu, pp. 120-133.
- Sears, Mark K., et al. (2001). «Impact of Bt Corn Pollen on Monarch Butterflies. A Risk Assessment», en *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 98, pp. 11.937-11.942, a 9 de octubre de 2001.
- SEBIOT. (2000). *Plantas transgénicas. Preguntas y respuestas*, Madrid, Artes Gráficas G3.
- SEBIOT. (2003). *Biotecnología y alimentos. Preguntas y respuestas*, Madrid, Artes Gráficas G3.
- Sempere, J. y Riechmann, J. (2000). *Sociología y medio ambiente*, Madrid, Síntesis.
- Sentís, Carlos. (2002). «Ingeniería genética. Insuficiencias teóricas y la aplicación del principio de precaución», en *Política y Sociedad*, vol. 39, núm. 3, pp. 627-639.
- Sentís, Carlos. (2002). «Transgénicos. Cara y cruz», en *El Cultural*, de *El Mundo*, pp. 56-57, a 22-28 de mayo de 2002.
- Serres, M. y Latour, B. (1998/1995). *Conversations on Science, Culture and Time (Studies in Literature and Science)*, Ann Arbor, University of Michigan Press.

- Serres, Michel. (1974). *La Traduction (Hèrmes III)*, Paris, Minuit.
- Serres, Michel. (1991/1980). *El paso del noroeste*, Madrid, Debate.
- Serres, Michel. (1991/1990). *El contrato natural*, Valencia, Pre-Textos.
- Serres, Michel. (1993/1966-1977). (Ed.). *Historia de las ciencias*, Madrid, Cátedra.
- Serres, Michel. (1994). «La Tierra como sujeto de derecho», en *Hespérides*, vol. I, nº. 6, pp. 91-102.
- Servicio de Noticias de Washington. (2000). «Monsanto ofrece los derechos de patente del arroz dorado», en *Programa de Información Internacional del Departamento de Estado de los Estados Unidos*.
- Shapin, S. y Schaffer, S. (1985). *Leviathan and the Air Pump. Hobbes, Boyle and the Experimental Life*, Princeton, Princeton University Press.
- Shapin, Steven. (1982). «History of Science and its Sociological Reconstructions», en *History of Science*, 20, pp. 157-211.
- Shapin, Steven. (1991). «El técnico invisible», en *Mundo Científico*, 113, pp. 520-529.
- Shapin, Steven. (1994). «El conocimiento frenológico y la estructura social del Edimburgo de principios del diecinueve», en Solís, Carlos. (1994). (Ed.). *Razones e intereses. La historia de la ciencia después de Kuhn*, Barcelona, Paidós, pp. 179-218.
- Shapin, Steven. (1994). *A Social History of Truth. Civility and Science in Seventeenth-Century England*, Chicago, University of Chicago Press.
- Shapin, Steven. (2000/1996). *La revolución científica*, Barcelona, Paidós.
- Shelley, Mary W. (2000/1817). *Frankenstein o el moderno Prometeo*, Madrid, Alianza.
- Shiva, Vandana. (1991). *The Violence of the Green Revolution*, Pennag, Red del Tercer Mundo.
- Shiva, Vandana. (1998). «El peor de los panoramas futuros», en *Viento Sur*, 38, pp. 43-61.
- Shiva, Vandana. (2001/1997). *Biopiratería. El saqueo de la naturaleza y del conocimiento*, Barcelona, Icaria, Antrazyt.
- Shonet, Simmons. (1996). «Biotechnology in Europe. Contentions in the Risk-Regulation Debate», en *Science and Public Policy*, 23, pp. 117-122.
- Shrader-Frechette, Kristin. (1983/1980). *Energía nuclear y bienestar público*, Madrid, Alianza.
- Shrader-Frechette, Kristin. (1985). *Risk Analysis and Scientific Method*, Dordrecht, Reidel.
- Shrader-Frechette, Kristin. (1991). *Risk and Rationality*, Berkeley, University of California Press.
- Shrader-Frechette, Kristin. (1997). «Amenazas tecnológicas y soluciones democráticas», en González García, M. I., López Cerezo, J. A., Luján López, J. L. (1997). (Eds.). *Ciencia, tecnología y sociedad. Lecturas seleccionadas*, Barcelona, Ariel, pp. 225-236.
- Simmel, Georg. (1974/1950). «Conocimiento, verdad y falsedad en las relaciones humanas», en Horowitz, Irving Louis. (1974/1964). (Ed.). *Historia y elementos de la sociología del conocimiento*, Buenos Aires, Eudeba, vol. I, pp. 329-337.
- Simmel, Georg. (1977/1900). *Filosofía del dinero*, Madrid, Instituto de Estudios Políticos.

- Simmel, Georg. (1986/1908). «Digresión sobre el extranjero», en Simmel, Georg. (1986/1908). *Sociología, 2. Estudios sobre las formas de socialización*, Madrid, Alianza, pp. 716-740.
- Simmel, Georg. (1986/1908). *Sociología. Estudios sobre las formas de socialización*, Madrid, Alianza.
- Simmel, Georg. (1988). *Sobre la aventura. Ensayos filosóficos*, Barcelona, Península.
- Skinner, Quentin. (1988). (Ed.). *El retorno de la gran teoría en las ciencias sociales*, Madrid, Alianza.
- Sklair, Leslie. (1977). *El conocimiento organizado*, Barcelona, Labor.
- Smith, Adam. (1985/1883). *La riqueza de las naciones*, Barcelona, Orbis.
- Smith, M. R. y Marx, L. (1996/1994). (Eds.). *Historia y determinismo tecnológico*, Madrid, Alianza.
- Smith, M. R. y Wynne, B. (1989). (Eds.). *Expert Evidence*, Londres, Routledge.
- Sokal, A. y Bricmont, J. (1999/1997). *Imposturas intelectuales*, Barcelona, Paidós.
- Sokal, Alan. (1997). «Porquoi j'ai Écrit ma Parodie?», en *Le Monde*, a 31 de enero de 1997.
- Solé Puig, Carlota. (1997). «Acerca de la modernización, la modernidad y el riesgo», en *REIS*, 80, pp. 111-131.
- Solís, Carlos. (1994). (Ed.). *Razones e intereses. La historia de la ciencia después de Kuhn*, Barcelona, Paidós.
- Sorell, Tom. (1993). *La cultura científica. Mito y realidad*, Barcelona, Península.
- Sorokin, Pitirin. (1957/1947). *Sociedad, cultura y personalidad*, Madrid, Aguilar.
- Sorokin, Pitirin. (1962/1937-1941). *Dinámica social y cultural*, Madrid, IEP.
- Soutullo, Daniel. (1998). *De Darwin al ADN*, Madrid, Talasa.
- Spendeler, L. y Carrasco, J-F. (2003). *Al grano. Impacto del maíz transgénico en España*, Amigos de la Tierra y Greenpeace, Alcobendas, Industrias Gráficas EPES.
- Spinney, Laura. (1998). «Biotechnology in Crops. Issues for the Developing World», en *Research Paper Compiled for Oxfam GB*, mayo de 1998.
- Spratt, Brian G. (1994). «Resistance to Antibiotics Mediated by Target Alternations», en *Science*, 264, p. 388.
- Stark, Werner. (1963/1958). *La sociología del conocimiento*, Madrid, Morata.
- Steinbrecher, R. A. y Mooney, P. R. (1998). «Tecnología Terminator. Una amenaza para la seguridad alimentaria mundial», en *The Ecologist, The Monsanto Files: Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, pp. 28-31.
- Suppe, Frederick. (1979/1974). *La estructura de las teorías científicas*, Madrid, Editora Nacional.
- Suzuki, D. y Knudtson, P. (1991). *Genética. Conflictos entre la ingeniería genética y los valores humanos*, Madrid, Tecnos.
- Széll, Gyorgy. (1994). «Tecnología, producción, consumo y medio ambiente», en *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, 140, pp. 251-264.
- Sztompka, Piotr. (1995/1993). *Sociología del cambio social*, Madrid, Alianza.
- Tàbara, J. D., Polo, D. y Lemkow, L. (2003). «Precaución, riesgo y sostenibilidad en los organismos agrícolas genéticamente modificados», en *Política y Sociedad*, vol. 40, núm. 3, pp. 81-103.
- Tabashnik, Bruce E. (1994). «Evolution of Resistance to *Bacillus Thuringiensis*», en *Annual Review of Entomology*, vol. 39, pp. 47-49.

- Tabashnik, Bruce E., et al. (1997). «One Gene in Diamondback Moth Confers Resistance to Four Bt Toxins», en *Proceedings of the National Academy of Sciences*, USA, vol. 94, pp. 1640-1644.
- Taylor, Charles. (1997/1995). *Argumentos filosóficos. Ensayos sobre el conocimiento, el lenguaje y la modernidad*, Barcelona, Paidós.
- Tezanos, J. L. y López Peláez, A. (2000). (Eds.). *Ciencia, tecnología y sociedad*, Madrid, Sistema.
- Tezanos, J. L. y Sánchez Morales, R. (1998). (Eds.). *Tecnología y sociedad en el nuevo siglo*, Madrid, Sistema.
- The Ecologist. (1998). «Nota editorial. Multinacionales y debate democrático», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, pp. 3-4.
- The Ecologist. (1998). *The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, septiembre-octubre de 1998.
- Theys, J. y Kalaora, B. (1996/1992). (Eds.). *La Tierra ultrajada. Los expertos son formales*, México, FCE.
- Theys, J. y Kalaora, B. (1996/1992). «Cuando la ciencia inventa de nuevo el medio ambiente», en Theys, J. y Kalaora, B. (1996/1992). (Eds.). *La Tierra ultrajada. Los expertos son formales*, México, FCE, pp. 9-35.
- Thomas, Jim. (1998). «Boicot. Marcas y productos a evitar», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, pp. 59-61.
- Thomas, W. I. y Swaine, D. (1928). *The Child in America*, Nueva York, Knopf.
- Thomson, Judith Jarvis. (1986). *Rights, Restitution and Risk*, Cambridge, Harvard University Press.
- Thuillier, Pierre. (1990). *El saber ventrílocuo. Cómo habla la cultura a través de la ciencia*, México, FCE.
- Thuillier, Pierre. (1992/1988). *Las pasiones del conocimiento. Sobre las dimensiones culturales de la ciencia*, Madrid, Alianza.
- Time. (2000). «This Rice Could Save a Million Kids a Year», en *Time*, vol. 156, nº 5, a 31 de julio de 2000.
- Todt, O. y Luján, J. L. (1997). «Labelling of Novel Foods, and Public Debate», en *Science and Public Policy*, 24, pp. 319-326.
- Todt, Oliver. (2004). «El conflicto sobre la ingeniería genética y los valores subyacentes», en *Sistema*, 179-180, pp. 89-102.
- Toharia, José-Juan. (1976). «Para una reorientación de la sociología del conocimiento», en *Papers*, 6, pp. 123-145.
- Tokar, Brian. (1998). «Monsanto. Una historia en entredicho», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, pp. 8-14.
- Torres Albero, Cristóbal. (1993). «El problema de la ciencia como institución social», en *Revista Internacional de Ciencias Sociales*, 4, pp. 161-181.
- Torres Albero, Cristóbal. (1994). «Perspectivas sobre la estratificación social en la vida científica», en *Cuadernos de Sección. Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 1, pp. 65-76.
- Torres Albero, Cristóbal. (1994). «Procesos de estructuración social de las comunidades científicas», en *Cuadernos de Sección. Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 1, pp. 53-63.

- Torres Albero, Cristóbal. (1994). *Sociología política de la ciencia*, Madrid, CIS, Siglo XXI.
- Torres Albero, Cristóbal. (1995). «Problemas epistemológicos en el análisis de la ciencia», en Iranzo Amatriaín, Juan Manuel, et al. (1995). (Eds.). *Sociología de la ciencia y la tecnología*, Madrid, CSIC, pp. 83-96.
- Toulmin, Stephen. (1953). *The Philosophy of Science*, Londres, Hutchinson.
- Toulmin, Stephen. (1977/1972). *La comprensión humana*, Madrid, Alianza.
- Touraine, Alain. (1987/1984). *El regreso del actor*, Buenos Aires, Eudeba.
- Touraine, Alain. (1993/1992). *Crítica de la modernidad*, Madrid, Temas de Hoy.
- Urrialde, Rafael. (2000). «Un futuro cada vez más incierto», en *Phytoma España*, 120, pp. 86-88.
- US Department of Health, Education Welfare, National Institutes of Health. (1976). *Recombinant DNA Research Guidelines*, Federal Register 41, 27902, 43, a 7 de julio de 1976.
- Valero, Constantino. (2002). «Los organismos modificados genéticamente. Del campo al plato», en *Vida Rural*, 9, 160, pp. 28-31.
- Vázquez Montalbán, Manuel. (2001/1999). *Marcos. El señor de los espejos*, Madrid, Punto de Lectura.
- Veblen, Thorstein. (1919). *The Place of Science in Modern Civilisation and Other Essays*, Nueva York, Huebsch.
- Velayos Castelo, Carmen. (2000). «La dimensión ética de la creación de organismos genéticamente modificados», en *Phytoma España*, 120, pp. 120-122.
- Velikovski, Immanuel. (1950). *Worlds in Collision*, New York, Macmillan Company.
- Vence, Xavier. (1995). *Economía de la innovación y del cambio tecnológico*, Madrid, Siglo XXI.
- Wagner, Peter. (1997/1994). *Sociología de la modernidad. Libertad y disciplina*, Barcelona, Herder.
- Wahl, Geoffrey M., et al. (1984). «Effects of Chromosomal Position on Amplification of Transfected Genes in Animal Cells», en *Nature*, 307, pp. 516-520.
- Wakayama, Teruhiko, et al. (1998). «Full-Term Development of Mice from Enucleated Oocytes Injected with Cumulus Cell Nuclei», en *Nature*, 394, pp. 369-374.
- Wallace, Walter. (1976/1971). *La lógica de la ciencia en la sociología*, Madrid, Alianza.
- Wallis, Roy. (1979). (Ed.). *On the Margins of Science. The Social Construction of Rejected Science*, Keele, University of Keele.
- Waltz, G. y Roca, M. (1997). «La biotecnología aplicada a los cultivos», en *Vida Rural*, 50, p. 34.
- Warwick, Hugh. (1998). «Agente Naranja. El envenenamiento de Vietnam», en *The Ecologist, The Monsanto Files: Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, pp. 17-18.
- Watson, James. (1994/1968). *La doble hélice. Un relato autobiográfico sobre el descubrimiento del ADN*, Barcelona, Salvat.
- Watzlawick, Paul, et al. (1995/1988). (Eds.). *La realidad inventada*, Barcelona, Gedisa.
- Weber, Max. (1971/1917). *Sobre la teoría de las ciencias sociales*, Barcelona, Península.

- Weber, Max. (1983/1920-1921). *Ensayos sobre sociología de la religión*, Madrid, Taurus, vols. I y II.
- Weber, Max. (1993/1922). *Economía y sociedad*, México, FCE.
- Weber, Max. (1996/1918). *El político y el científico*, Madrid, Alianza.
- Weber, Max. (1997/1905). *La ética protestante y el espíritu del capitalismo*, Barcelona, Península.
- Weiss, Robin A. (1998). «Transgenic Pigs and Virus Adaptation», en *Nature*, 391, pp. 327-328.
- Whitley, Richard D. (1984). *The Intellectual and Social Organization of the Science*, Oxford, Clarendon Press.
- Wildavsky, A. y Dake, K. (1990). «Theories of Risk Perception. Who Fears What and Why?», en *Daedalus*, 119, 4, pp. 41-60.
- Wildavsky, Aaron. (1998). *Searching for Safety*, New Brunswick, Transaction.
- Wilkie, Tom. (1994). *El conocimiento peligroso. El proyecto genoma humano y sus implicaciones*, Madrid, Debate.
- Wilkinson, Jane. (1992). «Hacia un sistema alimentario orientado por la demanda. Nuevas direcciones para la innovación biotecnológica», en *Agricultura y Sociedad*, 64, pp. 99-126.
- Willians, Nigel. (1998). «Agricultural Biotech Faces Backlash in Europe», en *Science*, vol. 281, pp. 768-771.
- Wilmot, Ian, et al. (1997). «Viable Offspring Derived from Fetal and Adult Mammalian Cells», en *Nature*, 385, pp. 810-813.
- Winch, Peter. (1972/1958). *Ciencia social y filosofía*, Buenos Aires, Amorrortu.
- Winner, Langdon. (1979/1977). *Tecnología autónoma*, Barcelona, Gustavo Gili.
- Winner, Langdon. (1987/1986). *La ballena y el reactor. Una búsqueda de los límites en la era de la alta tecnología*, Barcelona, Gedisa.
- Winner, Langdon. (1989). «Viviendo en el espacio electrónico», en *Anthropos*, 94-95, pp. 75-91.
- Winner, Langdon. (1990). «De herejía a sabiduría convencional. Reflexiones sobre ciencia, tecnología y sociedad», en Medina, M. y Sanmartín, J. (1990). (Eds.). *Ciencia, tecnología y sociedad. Estudios interdisciplinarios en la universidad, en la educación y en la gestión pública*, Barcelona, Anthropos.
- Winner, Langdon. (1995/1992). «Constructivismo social. Abriendo la caja negra y encontrándola vacía», en Iranzo Amatriain, Juan Manuel, et al. (1995). (Eds.). *Sociología de la ciencia y la tecnología*, Madrid, CSIC, pp. 305-318.
- Wirth, Louis. (1987/1936). «Prefacio», a Mannheim, Karl. (1987/1929). *Ideología y utopía. Introducción a la sociología del conocimiento*, México, FCE, pp. I-XXXI.
- Wittgenstein, Ludwig. (1987/1956). *Observaciones sobre los fundamentos de la matemática*, Madrid, Alianza.
- Wittgenstein, Ludwig. (1988/1951). *Investigaciones filosóficas*, Barcelona, Crítica, UNAM.
- Wittgenstein, Ludwig. (1997/1921). *Tractatus logico-philosophicus*, Madrid, Alianza.
- Wolfenbarger, L. L. y Phifer, P. R. (2000). «The Ecological Risks and Benefits of Genetically Engineered Plants», en *Science*, 290, pp. 2088-2092, a 15 de diciembre de 2000.

- Wolff, Kurt H. (1974/1968). «Sociología del conocimiento y teoría sociológica», en Wolff, Kurt H. (1974/1968). *Contribución a una sociología del conocimiento*, Buenos Aires, Amorrortu, pp. 113-152.
- Wolff, Kurt H. (1974/1968). *Contribución a una sociología del conocimiento*, Buenos Aires, Amorrortu.
- Woolgar, S. y Russell, G. (1993-1994). «Las bases sociales de los virus informáticos», en *Política y Sociedad*, 14-15, pp. 171-195.
- Woolgar, Steve. (1988). (Ed.). *Knowledge and Reflexivity*, Londres, Sage.
- Woolgar, Steve. (1991). «The Turn to Technology in Social Studies of Science», en *Science, Technology and Human Values*, 16, pp. 20-50.
- Woolgar, Steve. (1991/1988). *Ciencia. Abriendo la caja negra*, Barcelona, Anthropos.
- Woolgar, Steve. (1995/1982). «Los estudios de laboratorio. Un comentario sobre el estado de la cuestión», en Iranzo Amatriaín, Juan Manuel, et al. (1995). (Eds.). *Sociología de la ciencia y la tecnología*, Madrid, CSIC, pp. 221-233.
- Wright, Georg Henry von. (1987/1958). *Explicación y comprensión*, Madrid, Alianza.
- Wynne, Brian. (1975). «The Rhetoric of Consensus Politics. A Critical View of Technology Assessment», en *Research Policy*, 4, pp. 108-158.
- Wynne, Brian. (1983). «Redefining the Issues of Risk and Public Acceptance», en *Futures*, pp. 13-32.
- Wynne, Brian. (1987). *Risk Management and Hazardous Wastes. Implementation and the Dialectics of Credibility*, Londres, Springer.
- Wynne, Brian. (1992). «Misunderstood Misunderstanding. Social Identities and Public Uptake of Science», en *Public Understanding of Science*, 1, pp. 281-304.
- Wynne, Brian. (1992). «Risk and Social Learning. From Reification to Engagement», en Krinsky, S. y Golding, D. (1992). (Eds.). *Social Theories of Risk*, Westport, Praeger, pp. 275-297.
- Wynne, Brian. (1992). «Uncertainty and Environmental Learning», en *Global Environmental Change*, 2, 2, pp. 111-127.
- Wynne, Brian. (1995). «Public Understanding of Science», en Jasanoff, Sheila, et al. (1995). (Eds.). *Handbook of Science and Technology Studies*, Thousand Oaks (Ca.), Londres y Nueva Dehli, Sage, pp. 361-388.
- Wynne, Brian. (1996). «May the Sheep Safely Graze? A Reflexive View of the Expert-Lay Knowledge Divide», en Lash, S., Szerszynski, B. y Wynne, B. (1996). (Eds.). *Risk, Environment & Modernity. Towards a New Ecology*, Londres, Sage, pp. 44-83.
- Wynne, Brian. (1997/1992). «Incertidumbre y aprendizaje ambiental. Reconcebir la ciencia y la política en un paradigma preventivo», en González García, M. I., López Cerezo, J. A., Luján López, J. L. (1997). (Eds.). *Ciencia, tecnología y sociedad. Lecturas seleccionadas*, Barcelona, Ariel, pp. 161-183.
- Ye, X., Al-Babili, S., Klöti, A., Zhang, J., Lucca, P., Beyer, P. e Potrykus, I. (2000). «Engineering Provitamin A (B-Carotene) Biosynthetic Pathway into (Carotenoid-Free) Rice Endosperm», en *Science*, 287, pp. 303-305.
- Yearley, Steven. (1984). *Science & Sociological Practice*, Milton Keynes, Open University Press.
- Yearley, Steven. (1988). *Science, Technology and Social Change*, Londres, Unwin Hyman.

- Yearley, Steven. (1992/1991). *The Green Case. A Sociology of Environmental Issues, Arguments and Politics*, Londres y Nueva York, Routledge.
- Yearley, Steven. (1993-1994). «La autoridad social de la ciencia en la edad postmoderna», en *Política y Sociedad*, 14-15, pp. 59-66.
- Yearley, Steven. (1996). *Sociology, Environmentalism, Globalization. Reinventing the Globe*, Londres, Sage.
- Yoke Heong, Chee. (1999). «Alimentos transgénicos y bioseguridad. Descubrimientos científicos siembran alarma», en *Revista del Sur*, junio de 1999.
- Zeitlin, Irving. (1973/1968). *Ideología y teoría sociológica*, Buenos Aires, Amorrortu.
- Ziman, John. (1972/1968). *El conocimiento público*, México, FCE.
- Ziman, John. (1980/1976). *La fuerza del conocimiento*, Madrid, Alianza.
- Ziman, John. (1981/1978). *La credibilidad de la ciencia*, Madrid, Alianza.
- Ziman, John. (1986/1984). *Introducción al estudio de las ciencias. Los aspectos filosóficos y sociales de la ciencia y la tecnología*, Barcelona, Ariel.
- Znaniecki, Florian. (1944/1940). *El papel social del intelectual*, México, FCE.
- Zuckerman, Harriet. (1977). *Scientific Elite. Nobel Laureates in the United States*, Nueva York y Londres, The Free Press.

2. Recursos en Internet

- Administración FDA, Food and Drug Administration (Administración de Alimentos y Fármacos de EEUU). En: www.fda.gov/.
- Agencia EPA, Environmental Protection Agency (Agencia Protección Ambiental de EEUU). En: www.epa.gov/.
- Asociación Acció Ecologista-Agró, Valencia. En: www.accioecologista-agro.org.
- Asociación ACSUR-Las Segovias. Asociación para la Cooperación con el Sur, Madrid. En: www.acsur.org/.
- Asociación ADENA, Asociación en Defensa de la Naturaleza. En: www.wwf.es/home.php.
- Asociación AETOX, Asociación Española de Toxicología. En: <http://tox.umh.es/aetox/GTMA/>.
- Asociación Alternativa Verda, Barcelona. En: www.verds-alternativaverda.org/.
- Asociación Amigos de la Tierra, Friends of the Earth. En: <http://www.tierra.org/> ; <http://www.foei.org/gmo/index.html>.

Asociación ASEBIO, Asociación Española de Bioempresas. En: www.asebio.com/.

Asociación Bakeaz, Bilbao. En: www.bakeaz.org/.

Asociación Biodiversidad América Latina. En: www.biodiversidadla.org.

Asociación Bioética. En: www.bioetica.org.

Asociación Bioplanet, Fundación Ciencia para la Vida. En: www.bioplanet.net/.

Asociación Ecohábito, Argentina. En: www.ecohabito.com.

Asociación Ecojusticia. En: www.webpersonal.net/ecojusticia/.

Asociación Ecologistas en Acción. En: www.ecologistasenaccion.org.

Asociación Entrepueblos, Barcelona. En: www.pangea.org/epueblos.

Asociación EuropaBio, Asociación de Empresas de Biotecnología de la UE. En: www.europabio.org.

Asociación GRAIN, Genetic Resources Action International, Barcelona. En: www.grain.org.

Asociación Greenpeace, Reino Unido, Francia y España. En: www.greenpeace.org.uk ; www.greenpeace.fr ; www.greenpeace.es.

Asociación Los Verdes, Valencia. En: www.verdes.es/.

Asociación Plataforma Rural, Madrid. En: www.cdrtcampos.es/plataforma_rural/.

Asociación RAP-AL, Red de Acción en Plaguicidas y sus Alternativas para América Latina (RAP-AL forma parte de PAN, Pesticide Action Network). En: www.geocities.com/rap_al/ ; www.panna.org/panna.

Asociación Red del Tercer Mundo (Third World Network). En: www.twinside.org.sg.

Asociación Red por una América Latina Libre de Transgénicos. En: www.biodiversidadla.org/redlat.htm.

Asociación Semillas en Economía Campesina, Colombia. En: www.colnodo.apc.org/semillas/.

Asociación Sodepaz, Madrid. En: www.sodepaz.org/.

Asociación Survival Internacional. En: www.survival-international.org.

- Asociación Vida Sana, Barcelona. En: www.vidasana.org ;
www.fdg.es/usr/vidasana.
- Centro Nacional de Biotecnología, Universidad Autónoma de Madrid.
En: www.cnb.uam.es.
- Centro Técnico Nacional de la Conservas Vegetales. En:
www.ctnev.es/.
- Comisión Europea, Sección de Agricultura. En:
http://europa.eu.int/comm/agriculture/index_es.htm.
- Consejo CSIC, Consejo Superior de Investigaciones Científicas,
España. En: www.csic.es.
- Consejo CSN, Consejo de Seguridad Nuclear, España. En: www.csn.es.
- Coordinadora COAG, Coordinadora de Agricultores y Ganaderos,
España. En: www.coag.org/.
- Coordinadora CODA, Coordinadora de Organizaciones Defensa
Ambiental. En: www.nodo50.org/coda.
- Departament de Biologia Fonamental i Ciències de la Salut,
Departamento de Biología Fundamental y Ciencias de la Salud,
Universidad de las Islas Baleares. En: www.uib.es/depart/dbf/.
- Departamento de Biología Vegetal, Universidad Politécnica de
Valencia. En: www.upv.es/informa/invesc.html.
- Departamento de Biotecnología, Universidad Politécnica de Valencia.
En: www.upv.es/informa/estudiosc.html.
- Departamento de Ciencias del Medio Natural, Universidad Pública de
Navarra. En: www.unavarra.es/organiza/dep_cimn.htm.
- Departamento de Genética, Universidad Complutense de Madrid. En:
www.ucm.es/info/genetica/.
- Departamento de Medio Ambiente de CCOO, Madrid. En:
www.ccoo.es.
- Departamento de Microbiología, Universidad de Granada. En:
www.ugr.es/~dptomic/.
- Departamento de Producción Agraria, Universidad Pública de Navarra.
En: www.unavarra.es/produccionagraria/.
- Departamento USDA, United States Department of Agriculture
(Departamento de Agricultura de EEUU). En: www.usda.gov/.
- Empresa AgrEvo, Alemania. En: <http://www.agrevo.com>.

- Empresa Astra-Zeneca, Gran Bretaña. En: www.astrazeneca.com/node/home.aspx.
- Empresa Aventis (Bayer). En: www.aventis.com/.
- Empresa BASF, Alemania. En: www.basf.com/.
- Empresa Calgene. En: www.calgene.com/.
- Empresa Dow Chemical, EEUU. En: <http://www.dowagro.com>.
- Empresa DuPont, EEUU. En: www.dupont.com.
- Empresa Heinz. En: <http://www.heinz.com> ; <http://www.heinz.co.uk>.
- Empresa Monsanto y Pharmacia, EEUU. En: www.monsanto.es ; www.monsanto.com.
- Empresa Nestle, Suiza. En: <http://www.nestle.com>.
- Empresa Novartis, Suiza. En: www.novartis.es ; www.novartis.com.
- Empresa Syngenta (Novartis y AstraZeneca). En: www.syngenta.com ; www.syngentaseeds.es/.
- Empresa Unilever, Holanda y Gran Bretaña. En: <http://www.unilever.com>.
- Federación European Federation of Biotechnology. En: www.dechema.de.
- Foro FAB, Foro Argentina de Biotecnología. En: www.foarbi.org.ar/.
- Foro The Genetics Forum, Gran Bretaña. En: www.websters-online-dictionary.org/definition/english/Th/The+Genetics+Forum.html.
- Fundación ANTAMA, Fundación para la Aplicación de Nuevas Tecnologías en la Agricultura y la Ganadería, España. En: www.fundacion-antama.org.
- Fundación FED, Fundación Ecología y Desarrollo, Zaragoza. En: www.ecodes.org.
- Fundación GAIA, Proyecto 2050. En: www.ecoportal.net/ong/ongs/gaia.htm.
- Fundación RAFI, Rural Advancement Foundation International. En: www.rafi.org.
- Grup de Científics i Tècnics per un Futur No Nuclear, Barcelona. En: www.energiasostenible.org/htm/contacte1.asp.
- Grupo ETC, Grupo de Acción sobre Erosión, Tecnología y Concentración, Canadá. En: www.etcgroup.org

- Grupo SAP, Scientific Advisory Panel (Grupo Científico Asesor de EPA, EEUU). En: www.epa.gov/scipoly/sap/.
- Instituto de Salud Carlos III, Universidad Carlos III, Madrid. En: www.isciii.es.
- Instituto IESA, Instituto de Estudios Sociales Avanzados, España. En: www.iesam.csic.es.
- Instituto INIA, Instituto Nacional de Investigación y Tecnología Agraria y Alimentaria, Ministerio de Ciencia y Tecnología, España. En: www.inia.es.
- Institutos NIH, National Institutes of Health (Institutos Nacionales de la Salud de EEUU). En: www.nih.gov.
- Ministerio de Agricultura de Japón (Innovative Technology División). En: www.ss.s.affrc.go.jp/docs/sentan/eguide/edevelp.htm.
- Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación, España. En: www.mapya.es/.
- Ministerio de Ciencia y Tecnología, España. En: www.mcyt.es/.
- Ministerio de Medio Ambiente, España. En: www.mma.es/.
- Organización BIO, Biotechnology Industry Organization. En: www.bio.org.
- Organización FAO, Food and Agriculture Organization (Organización para la Agricultura y el Medio Ambiente de la ONU). En: www.fao.org.
- Organización Laneta, México. En: www.laneta.apc.org/ogt/.
- Organización Natural Law Party of the United States. En: www.natural-law.org.
- Organización OCDE, OECD, Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (Organization for Economic Cooperation and Development). En: www.oecd.org.
- Organización OCU, Organización de Consumidores y Usuarios, España. En: www.ocu.org/.
- Organización ONU, UN, Organización de Naciones Unidas. En: www.un.org/spanish/.
- Revista Bioética, Universidad Pompeu i Fabra. En: www.biomed.net/biomed.
- Revista Consumer. En: www.revista.consumer.es/.

- Revista Nature. En: www.nature.com.
- Revista New Scientist. En: www.newscientist.com.
- Revista Risk, Health, Safety & Environment. En: www.fplc.edu/RISK/rskarts.htm.
- Revista Science. En: www.sciencemag.org.
- Revista The Ecologist, Reino Unido. En: www.theecologist.org/ ; www.theecologist.net/files/docshtm/index.asp.
- Revista The Lancet. En: www.thelancet.com.
- Revista WorldWatch, Madrid. En: www.nodo50.org/worldwatch.
- Servicio ISAAA, International Service for the Acquisition of Agri-Biotech Applications (Servicio Internacional para la Adquisición de Aplicaciones Agrobiotecnológicas). En: www.isaaa.org.
- Sindicato EHNE, Euskal Herriko Nekazarien Elkartasuna (Sindicato de Agricultores y Ganaderos de Euskal Herria). En: www.ehne.org/.
- Sociedad SEAE, Sociedad Española de Agricultura Ecológica. En: www.agroecologia.net.
- Sociedad SEBBM, Sociedad Española de Bioquímica y Biología Molecular. En: <http://sebbm.bq.ub.es/>.
- Sociedad SEBIOT, Sociedad Española de Biotecnología. En: <http://www.sebiot.org/>.
- Sociedad SIBI, Sociedad Internacional de Bioética. En: www.sibi.org.
- Unión UCS, Union of Concerned Scientist (Unión de Científicos Preocupados). En: www.ucsusa.org/.
- Unión UITA, Unión Internacional de los Trabajadores de la Alimentación, Agrícolas, Hoteles, Restaurantes, Tabaco y Afines, Montevideo, Uruguay. En: www.rel-uita.org.