

## **LAS ENCRUCIJADAS DE LA TECNOCENCIA.**

### **El conflicto sobre las similitudes y las diferencias entre la selección, el cruzamiento y la manipulación genética**

**Jósean Larión**

Universidad Pública de Navarra

**Resumen.**- El presente artículo analiza la polémica general sobre la correcta narración de las relaciones entre la sociedad, la agricultura y la actual tecnociencia. En concreto, se estudia la discusión sobre la pertinencia de diferenciar con precisión y contundencia entre la selección, el cruzamiento y la manipulación genética de los distintos organismos. Asimismo, se explora la controversia sobre la identidad del extenso proceso que agrupa y delimita a la primera, la segunda y la tercera revolución verde. Por ende, este trabajo investiga la relativa capacidad colectiva para consensuar si los nuevos alimentos transgénicos simbolizan una evolución viable, lógica y positiva o una involución nociva, opcional y preocupante. En último término, se sostiene y especifica que los diversos caminos y encrucijadas propios de la actual tecnociencia ilustran el maleable destino práctico y discursivo resultante de la fuerte tensión social existente entre el relato establecido de la evolución y la continuidad frente al relato emergente y discrepante de la involución y la discontinuidad.

**Palabras clave.**- *tercera revolución verde, conocimiento e incertidumbre, racionalidad y experimentación, organismos modificados genéticamente, estudios sociales de ciencia y tecnología*

### **Crossroads of technoscience. The conflict about similarities and differences between selection, crossing and genetic manipulation**

**Abstract.**- The current article analyses the broad polemics about proper narration of the relationship between the society, the agriculture and the new technoscience. Particularly, it is examined the discussion about the correctness of precisely and powerfully differentiate between selection, crossing and genetic manipulation of the organisms. In addition, it is explored the controversy about the identity of the wide process that integrates and demarcates the first, second and third green revolution. Subsequently, this work evaluates the relative collective capability to elucidate if the new transgenic food represents a viable, logical and positive evolution or an adverse, optional and disturbing involution. Finally, this paper shows and specifies that the multiple roads and crossroads of the technoscience illustrate the discursive and practical open fate resulted of the strong social tension existing between the dominant relate of the evolution and continuity and the emergent and revolutionary relate of the involution and discontinuity.

**Key words.**- *third green revolution, knowledge and uncertainty, rationality and experimentation, genetically modified organisms, social studies of science and technology*

## **Introducción**

Es significativo que muchas de las controversias sociales actuales se traduzcan en robustas y permanentes polémicas entre los diversos colectivos de científicos y técnicos expertos. El complejo ciencia y tecnología, por tanto, pasa de tener sólo una notable importancia social a tener también una inequívoca relevancia sociológica. Así lo entienden, de hecho, las nuevas orientaciones en la sociología de la ciencia y la tecnología cuando concluyen que la poderosa tecnociencia no posee un estatuto epistemológico privilegiado sino que constituye un producto particular de determinadas circunstancias sociales e históricas. En virtud de estas perspectivas más críticas y reflexivas, pues, en este artículo analizo la polémica científica y técnica general en torno a la correcta narración de la historia de las relaciones entre la sociedad, la agricultura y la actual tecnociencia. Se trata por ende de examinar el problema medular acerca de cómo consensuar el respectivo grado de veracidad de los principales

discursos sociales aquí activados y movilizados. Más concretamente, se estudia la discusión central sobre la posible pertinencia de proceder a una distinción precisa y contundente entre los procesos de la selección, el cruzamiento y la manipulación genética de los distintos organismos vegetales y animales.

En consecuencia, el propósito principal de este trabajo consiste en explorar la controversia científica y técnica surgida y desplegada al procurar explicitar la identidad del extenso proceso que agrupa y delimita a la primera, la segunda y la tercera revolución verde. Como expondré más adelante, la primera revolución verde aludiría al lento proceso de desarrollo y consolidación de las primeras prácticas agrícolas y ganaderas. Tras esta revolución neolítica inaugural, pues, la segunda revolución verde se referiría al singular sistema de producción surgido sobre todo después la IIª Guerra Mundial. Y la tercera revolución verde, por tanto, representaría aquella otra revolución que iría justo de la mano de las prácticas específicas asociadas a la nueva ingeniería genética. Así, la presente reflexión sociológica en torno a los contingentes mecanismos grupales de representación de la propia naturaleza encontraría su cardinal razón de ser en la crítica de un supuesto fundamental. Este engañoso postulado afirma en esencia que el cuadro de los múltiples acontecimientos podría trazarse de una forma realmente evidente y aproblemática. Según esta extendida suposición que aquí será cuestionada y desmitificada, por tanto, el relato de lo sucedido sería entendido como un neutral e inocente estado de cosas. Se trataría entonces de una simple cronología racional y objetiva de las historias auténticas e incuestionables. Contra este tipo de convenciones, en cambio, se documenta empíricamente aquí que el relato de lo acaecido es siempre un relato situado, precario y contingente. Por ende, este trabajo investiga la relativa capacidad colectiva para establecer con firmeza y seguridad si los nuevos alimentos transgénicos simbolizan una evolución viable, lógica y positiva o una involución nociva, opcional y preocupante. En último término, por consiguiente, de acuerdo con una fractura interpretativa de carácter estructural, se sostiene y especifica que los diversos caminos y encrucijadas propios de la actual tecnociencia ilustran el maleable destino práctico y discursivo resultante de la fuerte tensión social existente entre el relato metafórico establecido de la evolución y la continuidad frente al relato metafórico emergente y discrepante de la involución y la discontinuidad.

## **1. El relato establecido de la evolución y la continuidad**

En general y a modo de introducción, cabe decir que los distintos actores sociales implicados en esta controversia no acostumbran a cuestionar los rasgos sustantivos que anteceden y demarcan a la primera revolución verde. Se establece así que hasta hace unos diez mil años, la fecha y el lugar específicos serían tan imprecisos como irrelevantes respecto a lo que aquí nos incumbe, los primeros pueblos que habitaban el planeta sólo se dedicarían a recoger y alimentarse de aquellas plantas, frutos y animales que se encontrarían en la propia naturaleza. Estas primeras poblaciones vivirían de actividades como la caza, la pesca y la recolección de cualquier alimento al alcance de las manos, desde setas, frutos y semillas hasta raíces, huevos, insectos y moluscos. Se trataría 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 conjunto del medio ambiente. Es por tanto casi obvio que los diversos pueblos serían claramente errantes y nómadas, pues cabe suponer que los principales grupos de cazadores y de recolectores se desplazarían de continuo por los territorios en busca de los lugares con más y mejores recursos naturales. Sin embargo, estos poblados tribales no se desplazarían tanto en busca de una mayor comodidad como en busca de una menor proximidad respecto a los múltiples focos de calamidad y

sufrimiento. En consecuencia, podría concluirse que la situación que antecede a la primera revolución verde se define en gran medida por un tomar sin apenas interferir y transformar (Childe, 1975: 69-91).

No obstante, con el paso del tiempo y debido quizá al padecimiento de sucesivos problemas bélicos, alimenticios y medioambientales, se considera que algunos pueblos tuvieron una necesidad creciente de realizar determinadas prácticas excepcionales tales como hacer crecer ciertas plantas o atraer a ciertos 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 hecho, los hombres de las diversas sociedades nómadas, al asentarse poco a poco en algunos de los territorios, irían dejando atrás sus antiguas prácticas de exclusivos cazadores y recolectores para centrarse cada vez más en esas nuevas actividades vinculadas a la agricultura y la ganadería (Childe, 1975: 92-140).

Éste sería el proceso muy lento y lleno de dificultades por medio del cual las distintas sociedades comenzarían a domesticar y transformar a las primeras variedades vegetales y animales. Así, en especial sobre variedades vegetales silvestres como el trigo o la cebada, se habrían seleccionado paulatinamente unas determinadas especies y variedades en detrimento de otras muchas especies y variedades. El ser humano comenzaría entonces a sembrar, cultivar y transformar mediante la selección genética algunas de las raíces, las plantas, las hierbas y los arbustos comestibles. Éste lograría también domesticar y congregarse en torno a sus territorios a algunas especies de animales, dependiendo para ello de los alimentos y la protección que estuviera en condiciones de dispensarles. El surgimiento de la agricultura y el desarrollo de la ganadería, por tanto, se encontrarían relacionados de una manera muy íntima e inseparable. Con lo cual, se entiende que la especie humana comenzaría a intervenir de una forma directa y continua sobre la propia naturaleza. En consecuencia, mediante la domesticación pausada pero progresiva de las plantas y los animales, los distintos colectivos humanos comenzaron así lo que podría entenderse como la creación de una segunda, tercera o enésima naturaleza (Harris, 1986: 159-180).

Éste constituiría, pues, el proceso pausado y escalonado, que por ende muy poco tendría de radical o de revolucionario, conocido por lo general como la revolución neolítica o la primera revolución verde. Sin embargo, dando un inmenso salto en el tiempo y el espacio, lo que se conoce en la actualidad como la segunda revolución verde se referiría a un nuevo modelo productivo y empresarial generado e implantado sobre todo en la segunda mitad del siglo XX. Se trataría de un novedoso modelo de producción que sería financiado en gran parte por distintas instituciones norteamericanas entre las que podría destacarse tanto a la Fundación Rockefeller como a la Fundación Ford. Igualmente, tuvo mucha incidencia la creación de centros de investigación como el Instituto Internacional de Investigación para el Arroz (IRRI) o el Centro Internacional de Mejoramiento del Maíz y el Trigo (CIMMYT). En el año 1943, por ejemplo, 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 y capaces de resistir al hongo pernicioso de la roya de los tallos. Así, esta investigación estuvo dirigida por Norman E. Borlaug, quien fuera por entonces un importante investigador de la Universidad de Minnesota, en EEUU. El resultado de este programa fue, en principio, la obtención de unas variedades híbridas resistentes a la roya del tallo corto y con un alto rendimiento productivo en condiciones adecuadas de riego y abono. De hecho, el éxito del programa sería tan elevado que su principal responsable fue aclamado como el padre de esta segunda revolución a la par que fue galardonado con el premio Nobel de la Paz de 1970. Con la mente puesta en el grave problema del hambre en el mundo, al parecer, se premiaría que



éste contribuyera de una forma tan notable y positiva a crear las condiciones científicas y técnicas necesarias para que la prometedor segunda revolución verde llegara a ser una realidad muy visible y manifiesta (Borlaug, 1999).

En cualquier caso, se subraya que las características esenciales de la segunda revolución verde no podrían comprenderse de una manera adecuada si no se retrocediera en el tiempo hasta el periodo de la IIª Guerra Mundial. Así, tras el final de la segunda gran guerra europea, se haría explícita la necesidad creciente de producir unas cantidades muy elevadas de alimentos para intentar abastecer a las poblaciones implicadas en el brutal conflicto. Diversos colectivos económicos, políticos y sociales entendieron en consecuencia que lo que se requería en ese preciso momento era un nuevo modelo productivo generado con arreglo al avance tan prometedor del complejo ciencia y tecnología. Con el objetivo de incrementar la producción y la productividad de los alimentos cultivados, por tanto, se procedió al uso masivo de abonos, pesticidas y herbicidas, a una mecanización creciente de las tareas de trabajo y a un fuerte desarrollo veterinario y agroquímico. En virtud de la implantación de estas medulares transformaciones, pues, se sostiene que se habrían incrementado casi de manera exponencial los niveles de la producción alimentaria agrícola y ganadera. En consecuencia, más allá de los discursos críticos y agoreros que resaltarán en cambio los posibles impactos negativos asociados a estas importantes transformaciones, el concepto de segunda revolución verde definiría a este nuevo modelo productivo y empresarial en el marco de las relaciones entre la sociedad, la agricultura y la actual tecnociencia (Wilkes y Wilkes, 1972).

Sin embargo, para los colectivos sociales partidarios de la nueva ingeniería genética, la segunda revolución verde supondría sólo un mero éxito temporal. Es decir, que ésta representaría sobre todo un triunfo ciertamente transitorio y momentáneo. Con todo, se precisa que la tercera revolución verde no implicaría el reconocimiento de las posibles carencias del antiguo sistema de producción sino la posibilidad de establecer una forma novedosa y suprema de relacionarse con la propia naturaleza. Así, el periodo de tiempo que transcurre desde el inicio de la tercera revolución verde se definiría por la posibilidad efectiva de manipular genéticamente las plantas y los animales con un muy alto grado de control y precisión. Se ubicaría aquí el diseño y la producción de los organismos modificados genéticamente (OMG). En opinión de estos colectivos, por tanto, la tercera revolución verde consistiría en el amplio conjunto de posibilidades científicas y técnicas de aplicación de la nueva ingeniería genética con el fin primordial de crear unas plantas realmente óptimas y superiores (García Olmedo, 1998: 152-162).

Mediante la aplicación de la ingeniería genética, pues, más allá de los muchos intereses económicos aquí involucrados, se buscaría la obtención de unas plantas más productivas y de una mayor calidad en general (Olivares Pascual, 1998). Igualmente, esta nueva revolución perseguiría el desarrollo de unos cultivos más resistentes a los herbicidas, las enfermedades, los insectos perjudiciales y las condiciones ambientales más duras y desfavorables (Pedayú Ruiz, Ferri Rodríguez y Pedayú Ruiz, 2000: 33-40). Claro que la fabricación de unos alimentos nuevos y superiores a los alimentos convencionales o no-transgénicos siempre se realizaría de una forma totalmente segura e inofensiva para la salud humana y el medio ambiente. La tercera revolución verde supondría, pues, un nuevo e inmenso paso adelante en el creciente control y dominio del mundo natural exterior. Así, para los agentes sociales partidarios del paradigma establecido de la nueva ingeniería genética, este nuevo conjunto de productos y prácticas representaría únicamente un paso más en un continuo proceder de progreso y evolución. En oposición a los discursos más agoreros y escépticos, por tanto, lo que por fortuna sólo se iría dejando atrás serían las prácticas de intervención más intuitivas y rudimentarias. Como por ejemplo se ha preguntado 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)?» (Folch, 2000: 11).

En consecuencia, se resalta que la tecnología más tradicional sería muy similar a la novedosa manipulación genética de los productos vegetales y animales. Según estos grupos sociales, debería recordarse que la humanidad siempre habría estado interfiriendo en la naturaleza de una manera constante y progresiva mediante la manipulación genética de las plantas y los animales. Desde hace ya unos diez mil años, pues, los seres humanos se habrían relacionado con el mundo natural de un modo muy similar a los actuales ingenieros genéticos. Desde tiempos casi inmemoriales, por tanto, se habrían manipulado los genes de los seres vivos con la finalidad de fomentar las propiedades que a las diversas sociedades les habrían resultado más valiosas e interesantes. En consecuencia, no existiría ningún motivo realmente objetivo y poderoso que justificara preocuparse de un modo especial ante los posibles riesgos adversos asociados a los productos de la nueva ingeniería genética. Los posibles miedos serían pues comprensibles pero carecerían de rigor y de fundamento. Como por ejemplo han insistido los expertos Daniel Ramón y María Dolores 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. [...] La sociedad debe ser consciente de que no es razonable oponerse a un progreso que hasta ahora sólo ha rendido resultados positivos sin ningún riesgo para el consumidor» (Ramón y Calvo, 1997: 30-31).

Justamente, podría decirse que para estos colectivos sociales la nueva ingeniería genética representa un paso más en la firme y gradual domesticación de la propia naturaleza. Esta nueva ingeniería genética, pues, representaría el paso del paradigma de la domesticación de las especies animales y vegetales al paradigma de la domesticación de los genes y los transgenes (Callon, 1995). Se trataría, por tanto, de la fase lógica del perenne proceso de control y dominación. Según ha expresado por ejemplo José 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» (Cubero, 2000: 7-8).

Con arreglo a estos postulados, pues, se sostiene que la opinión pública no debería preocuparse de una manera tan irracional e irreflexiva. Así, no existiría ninguna justificación plenamente racional y empírica para inquietarse por la transferencia de genes entre las diferentes especies vegetales y animales. Al fin y al cabo, se sostiene que una simple modificación transgénica sólo significaría que el 99,9% del genoma originario permanecería totalmente intacto e inalterado. Por ende, los grupos más críticos y escépticos no deberían alarmarse en absoluto, pues no existiría ninguna diferencia cualitativa entre cruzar dos variedades de maíz o insertar genes de un pez en un tomate de mesa. Existiría en

consecuencia una continuidad básica y fundamental entre las biotecnologías tradicionales y la nueva ingeniería genética del ADNr. En suma, frente al alarmismo absurdo e injustificado promovido por los grupos ecologistas más radicales y contestatarios, los grupos sociales partidarios de la nueva ingeniería genética proclaman en público el clásico enunciado nada nuevo bajo el sol, o *nihil novum sub sole*. Como por ejemplo han reconocido Teresa Audesirk y Gerald Audesirk: «Los ingenieros genéticos aseguran que 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 la agricultura estándar. Es más, si en la naturaleza todo el tiempo ocurren diversas formas de recombinación genética, ¿por qué debería considerarse a la ingeniería genética moderna como una amenaza especial?» (Audesirk y Audesirk, 1996: 275).

En esta línea, para los grupos defensores de la nueva ingeniería genética, queda claro que durante siglos la humanidad habría introducido mejoras constantes en las diversas plantas mediante los procesos de la selección y el cruzamiento genético. La nueva ingeniería genética sería sólo una mera extensión de esta tradición humana de modificar en su beneficio a los múltiples organismos. Se produciría, eso sí, una reducción muy considerable del tiempo necesario para la obtención de las distintas variedades mejoradas. En consecuencia, la nueva ingeniería genética no debería entenderse como una tecnología novedosa en un sentido estricto y determinante. De hecho, de existir alguna diferencia fundamental, ésta consistiría en que la nueva ingeniería genética permitiría una transferencia plenamente selectiva y controlada de los genes con sus caracteres propios y sus funciones respectivas. Ésta sería por consiguiente la diferencia más clara y sustantiva. Según ha puesto de manifiesto la Sociedad Española de Biotecnología (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 se puede controlar y conocer mejor la modificación genética introducida y se pueden obtener resultados más rápidamente. Pero aún más, con la ingeniería genética se pueden realizar 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 se pueden trasladar a una patata, lo que tradicionalmente era imposible ya que obviamente no se podía cruzar una fresa con una patata» (SEBIOT, 2003: 15).

Y desde el punto de vista de los países más desfavorecidos, ciertos especialistas declaran incluso que el riesgo de la aplicación de la nueva biotecnología sería mucho menor que el riesgo de su no aplicación (García Olmedo, 2003: 36-37). Así, en contraste con los discursos más exagerados y apocalípticos, se proclama que la nueva ingeniería genética sólo añadiría más control y precisión a una práctica que la humanidad ya realizaría desde tiempos casi inmemoriales. Haciendo posible un más alto grado de seguridad y exactitud, por tanto, esta nueva herramienta posibilitaría que los mejoradores genéticos desarrollen unas variedades vegetales incorporando los caracteres deseados y descartando las propiedades perjudiciales. En consecuencia, no existiría ninguna razón clara y poderosa para que algunos expertos en



particular y el público en general se preocuparan por las posibles repercusiones humanas y ambientales adversas asociadas a la libre proliferación mundial de los OMG. Como por ejemplo han señalado Gerhard 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 la mejora vegetal clásica» (Waltz y Roca, 1997: 34).

## 2. El relato emergente de la involución y la discontinuidad

Según cabría sospechar, no obstante, los grupos sociales detractores de la nueva ingeniería genética se cuestionan con gran firmeza el carácter supuestamente lógico y determinado de las relaciones entre la sociedad, la agricultura y la actual tecnociencia. Así, por ejemplo, sostener que la segunda revolución verde fue la respuesta poco menos que altruista, solidaria o filantrópica del complejo ciencia y tecnológica a las necesidades sociales más urgentes y relevantes surgidas tras la segunda gran guerra europea representaría una clara falsificación de la pura realidad (Rosset, et al. 2000). Para estos grupos críticos, pues, la segunda revolución verde se referiría sobre todo a muy escasas variedades vegetales en apariencia muy mejoradas y productivas tales como el trigo, el arroz y el maíz así como al conjunto de los herbicidas, los insecticidas, los fertilizantes y los sistemas de riego específicos asociados a estos monocultivos. En contraste con las retóricas habituales que sostienen que con estas nuevas prácticas se podría acabar con el grave problema del hambre en el mundo, por tanto, se denuncia que la segunda revolución verde habría consistido en una masiva campaña de persuasión y de intervención impulsada por los intereses económicos de algunas empresas transnacionales y de algunos de los más poderosos gobiernos occidentales (Anderson, 2001: 50-51).

Sería cierto pues que la segunda revolución verde generó algunos beneficios relevantes, pero ésta también habría provocado toda una serie de consecuencias perjudiciales y poco explicitadas. Las nuevas semillas, por ejemplo, serían más exigentes que las semillas tradicionales, pues éstas absorberían una mayor cantidad de agua y de fertilizantes. Se afirma igualmente que si no se poseyeran unas grandes extensiones de terreno cultivable difícilmente podrían utilizarse los necesarios equipos de maquinaria pesada para la siembra, el riego, el fumigado y la cosecha de estos monocultivos. Muy en paralelo, se denuncia que los nuevos pesticidas serían muy caros para la mayor parte de los agricultores y los ganaderos de los países menos industrializados y que estos mismos productos agroquímicos podrían ser muy tóxicos para las personas, los insectos útiles y el conjunto del medio ambiente (Shiva, 1991).

En este contexto, la segunda revolución verde supondría el reemplazo de múltiples cultivos locales por escasas variedades vegetales traídas muchas veces de lejanos territorios. Así, la tendencia al monocultivo crearía unos ecosistemas inestables, simplificados y muy vulnerables a las plagas y las enfermedades. Esta gran transformación, por tanto, implicaría a corto plazo un posible alto rendimiento de los nuevos productos pero acarrearía también la

consolidación de sólidas dependencias económicas entre los grupos locales y las grandes empresas en relación con el lucrativo mercado de los costosos insumos de pesticidas, herbicidas y fertilizantes químicos. El resultado neto de la simplificación de esta valiosa biodiversidad, pues, sería la creación de un ecosistema artificial que requeriría una intervención humana constante y progresiva. La situación general, por tanto, se traduciría a medio y largo plazo en unas pérdidas enormes tanto para los grupos locales como para el medio ambiente. De hecho, se critica que muchas de las variedades tradicionales podrían haberse perdido para siempre. Justamente, se sostiene que si estos problemas son ya muy graves, más graves se mostrarían al comprender que éstos difícilmente podrán ser corregidos y subsanados. Según un Informe realizado en 1996 por la Organización para la Agricultura y la Alimentación de la ONU (FAO), precisamente, la causa principal de la erosión genética de las plantas cultivadas en 154 países habría sido, en más de 80 de estos países, el reemplazo de las variedades autóctonas por la nociva tendencia a los monocultivos (Spinney, 1998).

En cuanto a la tercera revolución verde, muchos grupos sociales denuncian que los productos obtenidos por medio de la nueva ingeniería genética entrañarían toda una serie de costes, riesgos e incógnitas. El modelo social instaurado a gran escala por esta nueva revolución, por consiguiente, implicaría una simple extensión de las perniciosas dependencias empresariales a partir de las cuales se habría consolidado la segunda revolución verde. En consecuencia, se señala que los alimentos transgénicos no deberían concebirse como un conjunto de productos inherentemente positivos y beneficiosos sino como un conjunto de productos que entrañarían importantes perjuicios, ambivalencias e incertidumbres sociales y ambientales que siempre deberían ser rigurosamente estudiados, evaluados y gestionados (Rifkin, 1999: 19-49).

Igualmente, se advierte que la tercera revolución verde no supondría la consecuencia lógica y determinada del progresivo dominio y sometimiento de la propia naturaleza. Así, se critica que esta tercera revolución no sería el mero resultado de un conocimiento científico y técnico realmente avalorativo y desinteresado. En cambio, esta nueva forma de relacionarse con el mundo natural estaría promovida por los intereses monetarios particulares de determinadas compañías transnacionales. Según estos grupos críticos, pues, lo que estas grandes empresas buscan no son unos productos de una mayor calidad genérica sino unos productos de una mayor rentabilidad empresarial. Se denuncia así que esta tercera revolución verde no debería entenderse al margen de la economía de libre mercado y del imperativo normativo de la búsqueda constante y a toda costa de la exclusiva rentabilidad económica de las plantas, los animales y los propios seres humanos. En coherencia, se mostraría que estos supuestos avances no beneficiarían a los grupos sociales más desfavorecidos sino sobre todo a un grupo muy reducido de empresarios que tienen en propiedad las acciones en bolsa de las más grandes compañías transnacionales del sector agroalimentario (Khor, 2003).

La avaricia humana estaría así amenazando ciertas barreras naturales y determinadas restricciones éticas y normativas. El propio Príncipe de Gales también se habría pronunciado sobre este tipo de cuestiones y problemáticas. Según habría declarado este muy conocido personaje público: «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» (Príncipe de Gales, 1998: 6). No obstante, en respuesta a estas críticas manifestaciones, se habría publicado lo siguiente por parte de la empresa transnacional Monsanto: «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*» (Goldsmith, 1998: 64).

Además, para los grupos sociales detractores de la nueva ingeniería genética, los argumentos por medio de los cuales se pretende legitimar a este tipo de prácticas resultarían del todo ajenos a los estudios más solventes y acreditados. Porque, para empezar, la manipulación genética de las plantas y los animales sería totalmente diferente a los procesos tradicionales de selección y de cruzamiento. Es decir, que las prácticas empleadas de manera 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 de cruzamiento. Según estos grupos críticos, pues, las prácticas actuales asociadas a la ingeniería genética serían realmente inéditas y cualitativamente diferentes en relación con las prácticas biotecnológicas más habituales y convencionales. El interés en aparentar que la nueva ingeniería genética constituye sólo una mera extensión de las prácticas fitomejoradoras tradicionales, por tanto, expresaría la notable voluntad de ciertos grupos sociales de encubrir que las actuales prácticas recombinantes entrañarían todo un conjunto de riesgos en gran medida novedosos, desconocidos y preocupantes (Khor, et al. 1995: 14).

En esta línea, la industria y los expertos de la nueva ingeniería genética dicen ampararse en los estudios más solventes cuando reclaman los respectivos derechos de propiedad intelectual para sus creaciones e invenciones. Así, se sostiene que los alimentos transgénicos serían unos organismos realmente nuevos y diferentes que no existirían en la naturaleza sino que habrían sido generados sólo como resultado del intenso trabajo de los hombres de laboratorio. Sin embargo, los grupos sociales detractores de los productos transgénicos no entenderían en principio por qué motivos estos colectivos se molestarían cuando se sostiene que los transgénicos serían unos organismos realmente nuevos y diferentes que podrían acarrear unos riesgos de igual modo novedosos y preocupantes. El riguroso significado de los conceptos medulares movilizados en esta discusión científica y técnica no parece así poder desvincularse claramente de las fuertes tensiones grupales que definen a esta misma controversia social fundamental. Como por ejemplo ha indicado con gran acierto la activista y ecologista 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 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 [establecer] 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 lo 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» (Shiva, 2001: 42-43).

En opinión de estos grupos, pues, las prácticas asociadas a la nueva ingeniería genética serían muy diferentes a lo que proclaman en público los colectivos partidarios de los OMG. Así, si bien sería cierto que el hombre siempre habría incidido en la evolución natural de las diversas especies, bien sea por selección o por cruzamiento genético, sería evidente también que siempre se habrían respetado las barreras naturales que existirían entre las diferentes especies animales y vegetales. Es decir, que siempre se habrían respetado las claras restricciones biológicas que, por un lado, impedirían el cruce entre los individuos de unas poblaciones muy diferentes y, por otro lado, posibilitarían que estas especies evolucionaran a lo largo de la historia natural de una manera aislada e independiente. La alarma social se

justifica así al advertir que la tercera revolución verde trascendería perniciosamente la consabida evolución natural de los organismos. 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 la evolución. [...] Con la diseminación de organismos modificados genéticamente se resquebraja el modelo de la evolución biológica [existente] en nuestro planeta desde hace cientos de millones de años. Un modelo que se caracteriza por la progresiva diversificación y continuidad de acervos genéticos separados, la selección natural y supervivencia de los mismos a través de su interacción con el medio ambiente, y la imposibilidad de una nueva fusión de dichos acervos genéticos previamente separados» (Garrido, 2002: 644).

En conexión, frente a los métodos tradicionales de selección y de cruzamiento, estas novedosas prácticas permitirían vulnerar las barreras naturales que existirían entre las diversas especies para así mezclar el patrimonio genético de especies biológicamente muy alejadas y diferenciadas. Asimismo, se critica que este tipo de prácticas intervendría en las interacciones genéticas de los organismos de una forma hasta ahora totalmente inédita y alarmante. En opinión por ejemplo del profesor e investigador 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, ya que “todos somos transgénicos” y “hemos comido genes desde siempre”, es confundir intencionadamente a la gente*» (Riechmann, 2000: 56).

Justamente, según estos colectivos sociales, la diversidad genética se comportaría en la naturaleza siempre de acuerdo con ciertas reglas y limitaciones. Se señala así que una rosa podría cruzarse con otro tipo de rosa pero que difícilmente una rosa podría cruzarse con un roble, un animal de granja o un ser humano. En consecuencia, entre las biotecnologías tradicionales de selección y de cruzamiento y las prácticas de la nueva ingeniería genética sí existiría una discontinuidad cualitativa muy sólida y preocupante. Sí existirían entonces razones poderosas para estar alarmados y preocupados. Como por ejemplo ha reafirmado el propio Jorge Riechmann: «*Las nuevas biotecnologías suponen un salto cualitativo con respecto a las formas antiguas de aprovecharnos de la vida; aquí hay un salto, una discontinuidad importante. 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*» (Riechmann, 2002: 18).

## Conclusión

Llegados a este punto, pasaré ahora a presentar las principales conclusiones. Según he mostrado, 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. En contraste con esta aproximación acrítica y superficial, cabe interpretar que existirían sobre todo dos grandes relatos sociales e históricos que irían justo de la mano de un intrincado conjunto de supuestos, estrategias e implicaciones. De hecho, parece acertado concluir que es con arreglo a estos dos repertorios discursivos como se instituyen y legitiman en gran medida las acciones a realizar y los objetivos a conquistar. A modo de síntesis, por un lado, existe el relato establecido según el cual la nueva ingeniería genética representaría sólo un paso más en la constante y progresiva domesticación de los genes, las especies y la naturaleza que, por tanto, no demandaría unas prácticas de regulación política específicas y diferenciadas. En cambio, por otro lado, tenemos el relato discrepante en virtud del cual la nueva ingeniería genética representaría un nítido salto cualitativo en la forma de relacionarnos con la naturaleza que, por consiguiente, sí requeriría unas prácticas de regulación política concretas y determinadas. Los grupos más entusiastas emplean la retórica de la esperanza que resalta la dominación científica y técnica paulatina del mundo social y natural. Y los colectivos más críticos y cautelosos, por el contrario, utilizan la retórica del miedo que subraya el riesgo, la ambivalencia y la incertidumbre sobre las posibles consecuencias adversas derivadas del complejo ciencia y tecnología (Mulkay, 1993-1994). Así, más allá de la medular cuestión sobre la verdad y la falsedad de las distintas oratorias y retóricas aquí reclutadas y desplegadas, merece apuntarse en todo caso que las respectivas metáforas proceden por lo general a destacar ciertas propiedades de lo existente pero a costa precisamente de ocultar otras muchas realidades y relaciones (Lakoff y Johnson, 1998: 198-200).

Justamente, para los grupos sociales partidarios de los alimentos transgénicos, estas novedosas prácticas deberían ser socialmente asumidas e integradas debido a que serían el resultado infranqueable del positivo y progresivo desarrollo científico y tecnológico. Se estaría aquí en presencia de la metáfora del imperativo científico y tecnológico en virtud de la cual se entiende que lo que puede hacerse debe hacerse y será hecho (Winner, 1979). Los productos transgénicos, puesto que son posibles científica y técnicamente, serán más tarde o más temprano transformados en una realidad sólida e irresistible. Ésta sería en consecuencia una de las suposiciones más básicas y fundamentales. Así, la consolidación mundial de los alimentos transgénicos sería sólo una mera cuestión de tiempo, aceptación y conformismo (Sanmartín, 1990). Según esta usual y potente metáfora, pues, cabe entender que la estabilización mundial de la tercera revolución verde, lo mismo que las otras dos revoluciones verdes precedentes, sería tan necesaria como social e históricamente inevitable e irremediable. De hecho, uno de los supuestos principales de esta opción teórica es que el devenir de la historia sólo puede suceder de una manera y que existen objetos sacros cuya aparición determina casi por completo el futuro del acontecer humano (Iranzo Amatriaín, 2002: 569). De nada serviría, por tanto, una momentánea resistencia política o sociocultural, alentada por el miedo irracional o la sospecha justificada ante el cambio, la novedad o el progreso, si el destino científico y tecnológico que al parecer rige el acontecer humano ya se encontrase claramente escrito y determinado (Lizcano Fernández, 1996).

Muy diferente sería, sin duda, el discurso principal adoptado de un modo más o menos deliberado o estratégico por los colectivos sociales detractores de los OMG. Para estos grupos más críticos, el futuro no estaría fatalmente determinado por los objetos del mundo de la ciencia y la tecnología sino que sería algo que siempre quedaría por reinventar y reconstruir por los actores sociales implicados en cada una de las situaciones. En esta línea, sostener que las sociedades actuales y venideras estarían poco menos que condenadas a realizar todo aquello que es posible científica y técnicamente sería una clara falsedad histórica e implicaría además una posición de muy difícil justificación política y sociocultural. En consecuencia,



parece evidente que la meta central de esta estrategia retórica erigida con arreglo al discurso de lo social e históricamente irresistible e infranqueable consistiría en procurar sortear reglas, requisitos y principios capitales relativos por ejemplo a los imperativos de la justicia, la legitimidad y la democracia representativa (Shrader-Frechette, 1997).

Se asume por ende que defender la tesis consolidada del determinismo científico y tecnológico implica negar la incidencia de los factores sociales sobre la configuración interna del sistema científico y tecnológico (Berger y Luckmann, 1979). Inversamente, se entiende que reconocer la tesis contestataria del determinismo social de los hechos científicos y tecnológicos supone rechazar la autonomía y el condicionamiento del complejo ciencia y tecnología sobre los factores sociales e históricos (Hacking, 2001). Sin embargo, en virtud de las aporías que puedan presentar ambos modelos de análisis, uno y otro en exceso duros, fatales y deterministas, siempre existiría la posibilidad de optar por el discurso más prudente y plausible de las alternativas y las interconexiones. Se ilustraría entonces que entre un extremo, el del reino de la autonomía y el determinismo del sistema científico y tecnológico, y otro extremo, el de un mundo fruto en exclusiva de la voluntad colectiva y la libre toma de decisiones humanas particulares, siempre podría adivinarse toda una multiplicidad de tonos grises y de procesos de interdependencia (Smith y Marx, 1996: 11-17).

Así, los grupos sociales detractores de los productos transgénicos afirman que siempre serían las personas concretas quienes comandan y reorientan, más que fijan y determinan, los procesos del desarrollo, la evaluación y el comercio de los OMG. En relación con este caso singular, no obstante, los colectivos más exaltados sostienen que la prometedor tercera revolución verde ya estaría, por así decir, delante de nuestros ojos. Empero, los grupos más críticos y prudentes responden que esta nueva etapa revolucionaria debería identificarse no con el paradigma hegemónico de la nueva ingeniería genética sino con el paradigma alternativo de un organicismo materialista, una biología de sistemas o una nueva ecología genética (Ho, 2001: 80). En este sentido, una de las cuestiones más complejas y debatidas consiste en si, en efecto, los productos obtenidos por medio de la nueva ingeniería genética representan un avance científico y técnico auténtico e incontestable. Por ende, uno de los problemas sustantivos se remonta una vez más a la medular discusión sobre si los productos transgénicos simbolizan o bien una valiosa mejora genética o bien una perniciosa degradación genética de las plantas y los animales. Justamente, este trabajo ha explorado con detenimiento la relativa capacidad colectiva para consensuar de una forma racional y empírica si los nuevos alimentos transgénicos representan o bien una evolución viable, lógica y positiva o bien una involución nociva, opcional y preocupante (Encyclopédie des Nuisances, 2000: 71-99).

En todo caso, parece errónea la hipótesis que afirma que los expertos partidarios de los productos transgénicos serían unas personas incapaces por completo de reconocer que estas nuevas prácticas implicarían unos riesgos añadidos y específicos. Igualmente, parece engañosa la hipótesis simétrica que declara que los especialistas detractores de estos productos serían unas personas honestas e inteligentes en grado extremo capaces en exclusiva de acceder a este tipo de saberes y conocimientos. De hecho, la vigente situación de incertidumbre científica indica que no se trataría tanto de diferenciar con plena precisión entre las personas más o menos diestras o incompetentes, o entre los argumentos más o menos racionales o resultado inequívoco de los intereses y los valores en apariencia extracientíficos o no-epistémicos. No obstante, si nuestra toma de posición se tornara inexcusable, parece que la negativa de los grupos partidarios del paradigma de la nueva ingeniería genética a reconocer abiertamente los riesgos derivados de pasar por alto las barreras naturales que existirían entre las distintas especies representa una actitud que

difícilmente puede entenderse en términos, en principio, exclusivamente racionales y empíricos. Sea como fuere, según puede asumirse de lo ya explicitado, quisiera recalcar que las presentes consideraciones no se dirigirían en especial frente a ninguna de las dos posiciones principales aquí enfrentadas sino contra el preocupante deslumbramiento individual y colectivo resultante de una percepción muy acrítica y sacralizada del vigente complejo científico y tecnológico (Latour, 1992).

En sintonía con estas apreciaciones, por último, debe resaltarse que cada uno de estos dos discursos interpretativos fomentaría determinadas posiciones y cursos de acción. Como ya he señalado, la primera estrategia interpretativa se sirve del discurso de lo científica y técnicamente determinado y, por tanto, de lo social e históricamente inevitable e irresistible. La segunda estrategia interpretativa, en cambio, se aprovecha del discurso de lo social e históricamente determinado y, por consiguiente, de lo científica y técnicamente maleable y franqueable. Así, esta reveladora flexibilidad interpretativa mostraría que ninguno de estos dos relatos alternativos representa la forma correcta de narrar los acontecimientos, es decir, la forma avalorativa y desinteresada de narrar lo sucedido y de predisponer lo aún por suceder. Por ende, cabe concluir que no existiría algo así como una forma verdadera de contar la historia integral de las relaciones entre la sociedad, la agricultura y la actual tecnociencia. La historia real es entonces desplazada en parte por la interpretación de la historia real, proceso narrativo éste que siempre es social e históricamente generado y reconfigurado. Sépanlo o no los distintos actores sociales aquí implicados y actúen o no en consecuencia, pues, cada una de estas dos opciones narrativas posibilitaría ciertas posiciones y cursos de acción específicos que generarían a su vez determinada distribución social de beneficiados y de perjudicados. Lo primordial, como en tantas otras ocasiones, consiste en saber quién gana y quién pierde de acuerdo con la administración social de cada uno de los estilos, los principios y las tradiciones interpretativas (Feyerabend, 1982). Lo que aquí está en juego, por tanto, no es sólo la identidad de estos nuevos organismos sino sobre todo la identidad de los expertos y los colectivos que forcejean por el monopolio de las representaciones legítimas del mundo social y natural (Bourdieu, 2003). De hecho, en contraste con las miradas más idealistas y desenfocadas, las corrientes analíticas más realistas y reflexivas en la sociología de la ciencia y la tecnología nos han permitido poner de relieve una vez más que los saberes que poseen y movilizan los diversos expertos y colectivos son en gran medida unos saberes habilitados, restringidos y organizados con arreglo a sólidas y persistentes relaciones sociales de poder y de dominación.

## Bibliografía

- Anderson, Luke. (2001/1999). *Transgénicos. Ingeniería genética, alimentos, y nuestro medio ambiente*, Madrid, Gaia, Proyecto 2050.
- Audesirk, T. y Audesirk, G. (1996). *Biología. La vida en la Tierra*, México, Prentice-Hall.
- Berger, P. y Luckmann, Th. (1979/1966). *La construcción social de la realidad*, Buenos Aires, Amorrortu.
- Borlaug, Norman E. (1999). «Los ecologistas extremistas impiden erradicar el hambre», en *El País*, a 28 de octubre de 1999.
- Bourdieu, Pierre. (2003/2001). *El oficio de científico. Ciencia de la ciencia y reflexividad*, Barcelona, Anagrama.
- 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 Brieuç», en Iranzo

- Amatriaín, Juan Manuel, et al. (1995). (Eds.). *Sociología de la ciencia y la tecnología*, Madrid, CSIC, pp. 259-282.
- Cubero, José Ignacio. (2000). «Historia de la biotecnología vegetal», en *I Jornadas sobre Productos Transgénicos en Agricultura*, del 13 al 15 de noviembre de 2000.
- Childe, V. Gordon. (1975/1936). *Los orígenes de la civilización*, Madrid, FCE.
- Encyclopédie des Nuisances. (2000/1999). *Observaciones sobre la agricultura genéticamente modificada y la degradación de las especies*, Barcelona, Alikornio.
- Feyerabend, Paul K. (1982/1978). *La ciencia en una sociedad libre*, Madrid, Siglo XXI.
- Folch, Ramón. (2000). «Prólogo», a Riechmann, Jorge. (2000). *Cultivos y alimentos transgénicos. Una guía crítica*, Madrid, La Catarata, pp. 9-11.
- García Blanco, J. M<sup>a</sup>. y Navarro Sustaeta, P. (2002). (Eds.). *¿Más allá de la modernidad?*, Madrid, CIS.
- García Olmedo, Francisco. (1998). *La tercera revolución verde. Plantas con luz propia*, Madrid, Debate.
- García Olmedo, Francisco. (2003). «Diez reflexiones sobre biotecnología agraria», en *Jornada Temática: Formación e Innovación Agrarias*, Madrid, 9 de abril de 2003.
- Garrido, Francisco Javier. (2002). «Biotecnología, S. A. Una aproximación sociológica», en *Política y Sociedad*, vol. 39, núm. 3, pp. 641-659.
- 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.
- González García, M. I., López Cerezo, J. A., Luján López, J. L. (1997). (Eds.). *Ciencia, tecnología y sociedad. Lecturas seleccionadas*, Barcelona, Ariel.
- Hacking, Ian. (2001/1998). *¿La construcción social de qué?*, México, Paidós.
- Harris, Marvin. (1986). *Introducción a la antropología*, Madrid, Alianza.
- Ho, Mae-Wan. (2001/1998). *Ingeniería genética. ¿Sueño o pesadilla?*, Barcelona, Gedisa.
- Iranzo Amatriaín, Juan Manuel, et al. (1995). (Eds.). *Sociología de la ciencia y la tecnología*, Madrid, CSIC.
- Iranzo Amatriaín, Juan Manuel. (2002). «Una revolución tecnológica sin transformación social», en García Blanco, J. M<sup>a</sup>. y Navarro Sustaeta, P. (2002). (Eds.). *¿Más allá de la modernidad?*, Madrid, CIS, pp. 549-576.
- 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.
- Lakoff, G. y Johnson, M. (1998/1980). *Metáforas de la vida cotidiana*, Madrid, Cátedra.
- Latour, Bruno. (1992/1987). *Ciencia en acción*, Barcelona, Labor.
- 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.
- 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.
- Mulkay, Michael. (1993-1994). «Retórica y control social en el gran debate sobre los embriones», en *Política y Sociedad*, 14-15, pp. 143-153.
- Olivares Pascual, José. (1998). «A propósito de la tercera revolución verde», en *Boletín de la Sociedad Española de Genética*, núm. 12, p. 5.



- Pedauyé Ruiz, J., Ferri Rodríguez, A. y Pedauyé Ruiz, V. (2000). *Alimentos transgénicos. La nueva revolución verde*, Madrid, McGraw-Hill.
- Príncipe de Gales. (1998). «Semillas del desastre», en *The Ecologist, The Monsanto Files. Can We Survive Genetic Engineering?*, vol. 28, nº 5, pp. 6-7.
- Ramón, D. y Calvo, M. D. (1997). «Reflexiones sobre los alimentos transgénicos», en *Vida Rural*, 50, pp. 28-31.
- Riechmann, Jorge. (2000). *Cultivos y alimentos transgénicos. Una guía crítica*, Madrid, La Catarata.
- Riechmann, Jorge. (2002). *Qué son los alimentos transgénicos*, Barcelona, RBA-Integral.
- Rifkin, Jeremy. (1999/1998). *El siglo de la biotecnología*, Barcelona, Paidós.
- Rosset, Peter, et al. (2000). «Lecciones de la revolución verde: ¿Tecnología nueva para acabar con el hambre?», en *Revista del Sur*, núm. 105-106, monográfico de julio-agosto 2000.
- 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.
- SEBIOT. (2003). *Biotecnología y alimentos. Preguntas y respuestas*, Madrid, Artes Gráficas G3.
- Shiva, Vandana. (1991). *The Violence of the Green Revolution*, Pennag, Red del Tercer Mundo.
- Shiva, Vandana. (2001/1997). *Biopiratería. El saqueo de la naturaleza y del conocimiento*, Barcelona, Icaria Antrazyt.
- Shrader-Frechette, Kristin. (1997). «Amenazas tecnológicas y soluciones democráticas», en González García, M. I., López Cerezo, J. A., Luján López, J. L. (Eds.). (1997). *Ciencia, tecnología y sociedad. Lecturas seleccionadas*, Barcelona, Ariel, pp. 225-236.
- Smith, M. R. y Marx, L. (1996/1994). (Eds.). *Historia y determinismo tecnológico*, Madrid, Alianza.
- Spinney, Laura. (1998). «Biotechnology in Crops. Issues for the Developing World», en *Research Paper Compiled for Oxfam GB*, número de mayo de 1998.
- Waltz, G. y Roca, M. (1997). «La biotecnología aplicada a los cultivos», en *Vida Rural*, 50, p. 34.
- Wilkes, H. G. y Wilkes, K. K. (1972). «The Green Revolution», en *Environment*, 14, pp. 32-39.
- Winner, Langdon. (1979/1977). *Tecnología autónoma*, Barcelona, Gustavo Gili.