

**COMPRESIÓN MULTIFOCAL DE LOS
IMAGINARIOS SOCIALES DE LA
BIOTECNOLOGÍA**

Juan Romay Coca

Grupo Compostela de Estudio sobre Imaxinarios Sociais

Departamento de Socioloxía

**COMPRENSIÓN MULTIFOCAL DE LOS
IMAGINARIOS SOCIALES DE LA BIOTECNOLOGÍA**

JUAN ROMAY COCA

**GRUPO COMPOSTELA DE ESTUDIO SOBRE IMAGINARIOS
SOCIALES**

UNIVERSIDAD DE SANTIAGO DE COMPOSTELA

DIRECTOR

JUAN LUIS PINTOS DE CEA-NAHARRO

AGRADECIMIENTOS

Toda trabajo intelectual no es algo que emerge de la nada, se nutre de afectos, intereses, cariño y, sobre todo, mucha paciencia. La elaboración de este trabajo de investigación tampoco está exenta de estos aspectos y ha involucrado a diversas personas que lejos de apoyarme, han tenido que sufrirme y soportarme. Por todo ello quiero, mejor dicho, me veo en la obligación moral de expresar que esta obra es también de las personas que han estado siempre a mi lado.

No puedo olvidarme de una de las personas más importantes de mi vida y de la que estoy completamente enamorado. A ella es a quien le debo más. Su paciencia, su cariño y amor han hecho que este trabajo llegase a buen puerto. También tengo que agradecerle a mi madre cuyo cariño y apoyo siempre están ahí. Soy lo que soy gracias a ti. A ese gran amigo que desde Palencia me dan ánimo para seguir, para ampliar mi espíritu de trabajo y que no deja de apoyarme. Asimismo, quiero agradecer a las personas que pacientemente han soportado mi manera inicial de entender la tesis (y la sociología) y, delante de un café en el *Jacobus*, han discutido cariñosa y humildemente sabiendo redirigirme en esta obra. Por último quiero expresar mi más sincera admiración a mi maestro, él sabe quien es, sus trabajos y sus orientaciones han sido fundamentales tanto en *La comprensión de la tecnociencia* como en esta comprensión de lo biotecnológico.

No puedo olvidarme de mi padre, otros padres, hermana, otra hermana, sobrín@s, prim@s, tíos y a todos mis amigos. A todos ellos, besos, abrazos, pipas y caramelos.

Por último no puedo dejar de mencionar a: Celso Sánchez Capdequí, Mauricio Beuchot, Enrique Carretero, Esther Filgueira, Francisco Díaz-Fierros, Joaquín Esteban, Ana Cuevas, Emilio Valadé, M^a Luz González, a los demás miembros del GCEIS y a todos aquellos que alguna vez han colaborado conmigo en alguno de mis proyectos.

A Alexandre, a Anabel y mis padres

Gracias.

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	11
1. La biotecnología en el sistema tecnocientífico	15
2. Complejidad, policontextualidad y tecnociencia	24
3. Contextualización histórica	32
3.1. Darwin, el evolucionismo y sus consecuencias.	35
3.2. ADN y nuevas posibilidades genéticas.	39
3.3. El proyecto genoma humano y la clonación.	45
3.4. Manipulación genética e ingeniería genética	49
4. Contextualización económica	54
5. Contextualización social	74
3.1. Percepción social.	76
3.2. Discurso biotecnológico.	84
6. El discurso a través de los Imaginarios Sociales (IS)	91
6.1. Lo imaginario.	91
6.2. Imaginario social.	93
MATERIAL Y MÉTODOS	97
1. Metodología pintosiana de análisis de los IS	99
2. La hermenéutica analógica como metodología sociológica y su aplicación al análisis de la actividad tecnocientífica	105
3. Aplicación sociológica de la metodología integracionista de Ferrater Mora: el ejemplo de la «guerra de las ciencias»	113
4. Desarrollo metodológico-epistémico conjunto	119
4.1. El autor.	121
4.2. El texto.	123
4.3. Un posicionamiento intermedio.	125
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	129
1. Análisis del discurso biotecnológico en Internet	131
1.1. El discurso global sobre los transgénicos como paradigma del discurso biotecnológico.	131
1.2. Discurso biotecnológico en los medios de comunicación.	136
1.3. Comprensión del discurso biotecnológico en la red.	138
3.1. Contexto económico-empresarial.	144
3.1.1. Imaginario social temporal.	148
3.1.2. Imaginario social de la patentabilidad.	152
3.1.3. Imaginario social espacial.	157
3.1.4. Imaginario social del bienestar social.	162
3.2. Contexto de la seguridad.	167
3.2.1. Imaginario social económico.	168
3.2.2. Imaginario social de la biodiversidad.	174
3.2.3. Imaginario social del desarrollo/subdesarrollo.	178
3.2.4. Imaginario social alimentario/salud.	182

3.3. Contexto temporal.	188
3.3.1. Imaginario social económico.	190
3.3.2. Imaginario social político.	192
3.3.3. Imaginario social médico/salud.	195
3.3.4. Imaginario social académico.	198
3.4. Contexto académico.	205
REFLEXIONES FINALES	209
BIBLIOGRAFÍA	217
Recursos en la Web	235

INTRODUCCIÓN

Los avances que se han venido produciendo durante los últimos años en el sistema tecnocientífico (descubrimiento de la estructura del ADN, manipulación del ADN, generación de organismos clónicos, etc.) han generado un conjunto de tecnologías, artefactos e incluso nuevas disciplinas que, por primera vez en la historia de humanidad, traen consigo la posibilidad de transformación de nuestro entorno de una manera hasta ahora desconocida e, incluso, de la propia humanidad. Estos cambios son debidos, en buena medida, a los avances que se han producido en el conocimiento biológico. Por este motivo, la lista de especialidades vinculadas al saber biológico se ha incrementado notablemente en los últimos tiempos: microbiología, ecología, etología, genética, biología molecular, bioquímica, fisiopatología, biofarmacología, bioquímica, zoología, botánica, edafología, fitosociología, ingeniería genética, biología molecular, etc. Por otro lado, si se analizan las revistas del *Science Citation Reports* se puede comprobar la importancia de las revistas que cubren investigaciones biológicas. Tanto es así que en 2001, de las 100 revistas de mayor impacto en dicha base de datos, sólo 15 no cubrían información relativa a algún ámbito de la biología (Medina 2004: 229). Estos ejemplos nos dan idea de la relevancia que ha adquirido la biología actual y esta es fruto del desarrollo de la biología molecular que ha devenido en la revolución del ADN recombinante, en la ingeniería genética y en la biotecnología (Medina 2004: 229).

La nueva biología sitúa en el centro de su desarrollo al conocimiento del genoma y del proteoma de los organismos. Esto ha hecho que los procesos de investigación biológicos se vean transformados y pasen de ser netamente teórico-observacionales a ser transformantes. La nueva configuración de la biología como un conjunto de disciplinas transformantes de nuestro entorno y de nosotros mismos (con especial mención de la biotecnología) ha generado un interesante debate social sobre las posibilidades —positivas o negativas— de estos nuevos ámbitos del saber. En este sentido, las grandes innovaciones tecnocientíficas que se están produciendo en biotecnología están abriendo cambios de gran alcance en las formas de organización de la sociedad, cuyos efectos se harán notar en la manera de vivir, de trabajar, en nuestro ocio, en las costumbres e, incluso, en las formas de pensar y de actuar (Tezanos 2008: 49). Por esta razón, en este trabajo de investigación queremos acercarnos a la comprensión de los procesos de percepción social de la biotecnología

y de la evolución de los mismos, lo que nos permitirá vislumbrar posibles derroteros futuros de la relación sociedad-biotecnología. En este sentido, nos centraremos en los imaginarios sociales ya que, como expondremos más adelante, éstos son uno de los procesos fundamentales de vertebración y evolución de la identidad colectiva

Esta potencial transformación social de la nueva biología, hace que la aproximación gnoseológica a la biotecnología sea un instrumento adecuado para comprender las repercusiones sociales, económicas e históricas de las nuevas tecnologías (Muñoz 2001: 88). No obstante, la diversidad actual de algunas de las disciplinas de la biología, como la biotecnología, hacen extremadamente difícil abordar el estudio de estas relaciones de un modo genérico (Muñoz 2001: 88). Por ello, es necesario realizar una aproximación interdisciplinar, mixta y compleja que combine el análisis micro con una visión holista (macro). De ahí que la metodología empleada, y más detallada en su apartado correspondiente, tenga como base epistémica el integracionismo desarrollado por Ferrater Mora y se materialice en la metodología de análisis de los imaginarios sociales expuesta por Juan Luis Pintos, así como en la hermenéutica analógica de Mauricio Beuchot.

Por otro lado, la perspectiva de aproximación a nuestro tema de estudio se hará desde un enfoque sistémico y, por ende, complejo. En este sentido, seguiremos especialmente lo expuesto por el sociólogo Niklas Luhmann aunque con algunas matizaciones realizadas por Rolando García. Este físico y epistemólogo considera que un *sistema complejo* es una representación de un recorte de la realidad, conceptualizado a modo de *totalidad organizada*. En ella los diversos elementos del sistema no son “separables” y necesitan ser estudiados de manera conjunta (García 2006: 21). El hecho de realizar un estudio complejo y conjunto no implica que sea imposible parcializar la investigación para luego unificarlo en una perspectiva más holística (enfoque micro-macro). Por esta razón, el enfoque complejo o multifocal es fundamental en estudios como éste. Esta perspectiva epistémica hace que sea necesario recurrir a los estudios sobre los medios de comunicación de masas —ya que son los que actualmente transmiten la información sobre los avances biotecnológicos—, a la historiografía —que nos permitirá conocer los pasos previos que han generado el desarrollo de la actual biotecnología—, a la economía —dado la

gran influencia de ésta en la tecnociencia— e incluso a la percepción social previa de la biotecnología.

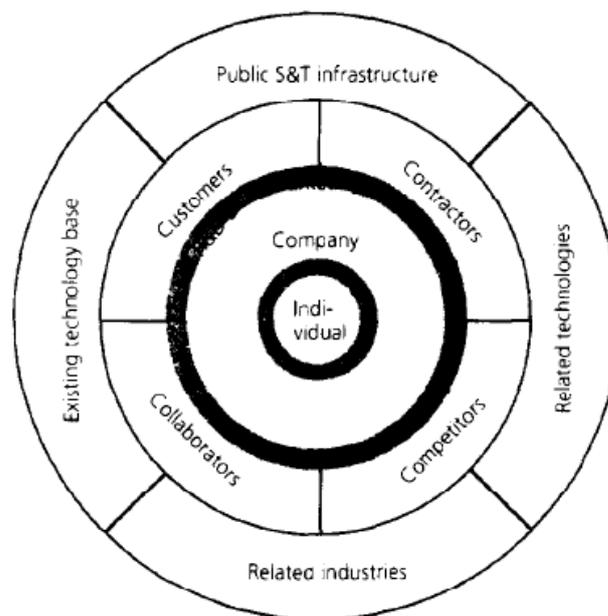
1. LA BIOTECNOLOGÍA EN EL SISTEMA TECNOCIENTÍFICO

De manera semejante a lo que expuso Niklas Luhmann en su teoría sistémica, podemos afirmar que sistema social en el que nos encontramos inmersos es tan complejo que en su desarrollo entran en relación multitud de factores individuales, grupales, societales o naturales. Dichos factores provenientes de los distintos subsistemas que constituyen el gran sistema social (SS): subsistema económico, político, religioso, tecnocientífico, educativo, entre otros. Por ello, también van a ser muy numerosos los aspectos que es preciso tener en cuenta a la hora de estudiar algunos de los componentes del subsistema tecnocientífico tales como el sector biotecnológico.

El sistema tecnocientífico, como los demás, necesitan diferenciarse de su propio entorno (constituido por los demás sistemas y subsistemas) para poder así ir evolucionando. Por ello, la diferenciación sistema/entorno es crucial para la configuración interna del propio sistema, así como para la descripción y comprensión del mismo o de cualquiera de sus partes. Esta distinción mantiene correlación con el orden ya que según la profundidad con la que se considere el entorno, aparecerán en él una mayor cantidad de subsistemas (Luhmann 1998: 181). Por lo tanto, el desarrollo de la biotecnología traerá consigo, como veremos más adelante, la configuración de un sector diferenciado de las otras «parcelas» del sistema tecnocientífico. Por otro lado, los diferentes sistemas van a ir cambiando en relación a los otros sistemas, los cuales configuran el entorno del sistema de referencia. Ello es debido a que se produce un fenómeno de evolución interdependiente entre ellos: co-evolución. En este proceso de (co-)evolución existe algo fundamental, la *interpenetración*. Dicho concepto indica una relación general entre la diversidad de sistema co-funcionales, es decir es una relación intersistémica entre aquellos que pertenecen recíprocamente uno al entorno del otro (Luhmann 1998: 201). De tal

modo que se producirá una aportación recíproca entre los sistemas interpenetrantes la cual no consiste en el *input* de recursos, de energía, de información (Luhmann 1998: 205). Lo que Luhmann denominaba interpenetración es algo más profundo, es un *plexo de constitución*, ya que gracias a este proceso cada sistema estabiliza su propia complejidad. Es decir, cada sistema se ve obligado, por su propia estructura, a la transformación continua de sus condiciones produciendo continuidad y cambio condicionado por su propia estructura (Luhmann 1998: 205).

Por lo tanto, podemos afirmar (de manera rápida y preliminar) que el sistema tecnocientífico, y por ende la biotecnología, estará configurado por interpenetraciones provenientes del sistema económico (capital riesgo, bancos, financiaciones, empresas, etc.), del sistema pedagógico (aplicaciones de las TICs, infografías educativas, abstracciones pedagógicas, etc.), del sistema societal (dudas, valoraciones positivas o negativas, percepciones, etc.), del sistema jurídico (patentes, nueva legislación, etc.) o de cualquier otro sistema del gran sistema social. Por esta razón, consideramos que la estructura del sistema tecnológico (para nosotros tecnocientíficos) que han desarrollado Autio y Hameri (1995) es restringida. En esta estructura, como se ve en el siguiente esquema, los autores establecen una relación casi exclusiva entre el sistema tecnocientífico y el sistema económico-empresarial, algo que nosotros no haremos.



A su vez, los procesos de interpenetración están vinculados con la comunicación, de hecho Luhmann considera que esta operación del sistema es la única genuinamente social y por tanto es la que va a mediar la configuración del sistema y de los subsistemas del mismo. Ello es debido a que los sujetos serán los que elaboren construcciones que vayan a permitir una condensación de experiencias, una distinción sujeto/objeto e implica necesariamente, y como mínimo, la mediación de dos sistemas de conciencia (Luhmann 1996a: 216). Estos sistemas psíquicos, o de conciencia, construyen mentalmente la realidad en base a la existencia de lo real mediada por las operaciones de conciencia y las diferenciaciones subsiguientes.

Según Luhmann (1996b) los sistemas se encuentran operativamente clausurados. No coincidimos con esta afirmación. A nuestro juicio, y en este punto coincidimos con García (2006) la clausura no es completa —en caso contrario no habría evolución— por lo que diremos que está *operativamente semiclausurado* o *semiabierto*. De hecho, como hemos dicho antes, una operación realizada dentro de un sistema generará, en mayor o menor medida, una transformación (por muy pequeña que esta sea) en otro sistema a través de los agentes operacionales del mismo: las personas o, si se prefiere (aunque evitaremos este término), sistemas de conciencia. Pues bien, tanto si se considera que está cerrado como semiabierto, al sistema no le es posible intervenir en el entorno percibido de manera directa (sí indirecta a través de la interpenetración). Por ello, se genera una ausencia de control que será paliado gracias a los procesos comunicacionales que conducen a la persona más allá de la mera percepción (Luhmann 1996b)

Centrándonos ahora en la comunicación recurriremos a Manuel Castells (2009) quien afirma, de una manera clásica, que comunicar es compartir significados a través del intercambio de información. Luhmann, en cambio, va más allá y considera la comunicación como el procesamiento de la distinción entre información (contenido del acto comunicativo), el propio acto de comunicar (acción comunicativa) y la comprensión (Luhmann 1996b). Información y acto de comunicar son constructos internos que no funcionan como operaciones de la conciencia. En cambio, la comprensión “...es la construcción y desaparición continua de redundancias como condición para las operaciones recursivas, la eliminación de arbitrariedades, la disminución de las cargas de información y la limitación de las posibilidades de

conexión; todo ello con el trasfondo de una concesión de autorreferencia, esto es, con pleno conocimiento de que todo sería también posible de otra manera” (Luhmann, 1996b: 24).

Por otro lado, Luhmann afirma que la red de comunicación procesa mensajes con independencia de su contenido. Por tanto, la perspectiva de esa red es diferente de los propios comunicadores. A su vez, a medida que cambia la diferenciación comunicacional en el sistema, el mensaje se espera que tenga otro significado en función de la situación (Granovetter 1985). Por otro lado, el contenido (o la sustancia) de la comunicación sólo puede ser reconstruido (y reproducido) si los sistemas de comunicación son lo suficientemente complejos para poder contener la señal original. Además, a nivel del sistema social la comunicación de la información no sólo se transmite sino que también se traduce y potencialmente transforma el contenido de la información esperada (Leydesdorff 2000).

Leydesdorff afirma, siguiendo en cierto modo a Luhmann, que la formalización completa de la comunicación, en términos de un conjunto de mensajes que contienen información, fue realizada por Shannon (1948) a través de la teoría matemática de la comunicación. Desde esta perspectiva, la información está libre de contenido y puede ser equipada con la incertidumbre y, de manera indirecta, con la complejidad. Por esto, es posible formalizar dicha información en términos de dígitos binarios o bits (0, 1) configurándose lo que se ha dado en llamar como sociocibernética. Téngase en cuenta que cuando la incertidumbre se ha completado, el sistema se colapsa y se «muere» en un sentido formal. Por lo tanto, un sistema sólo puede procesar la información, es decir, comunicar, siempre y cuando la información esperada no sea completa (Leydesdorff 2000).

Pensemos en un (sub)sistema de comunicación A (el biotecnológico), el cual se comunica con otro sistema de comunicación B (el político). Este último va a proporcionar un determinado contexto en la medida en que ambos sistemas no están ni completamente determinados ni son completamente inciertos, de tal manera que es posible establecer un modelo de co-variación (Leydesdorff 1994). Si consideramos que la co-variación entre dos sistemas (A y B) está mutuamente determinada, entonces la variación restante presenta una estructura en el tiempo en el sistema (A),

que es condición latente para la co-evolución del sistema (B). Por tanto, desde la perspectiva de este último sistema (B), la estructura (en A) también puede ser considerada como redundante. De hecho, en España, en la última legislatura se ha podido comprobar que el Ministerio de Ciencia e Innovación tiene una clara influencia del sistema biotecnológico y afines.

Con la evolución y creciente diferenciación de cualquiera de los sistemas de comunicación, se va a ir implementando el funcionamiento interno a través de los procesos de integración. De no producirse esto así, existirían posibilidades de desmoronamiento proveniente de un exceso de diferenciación. De ahí que sea fundamental mantener el equilibrio sistémico bajo la presión de la creciente incertidumbre en el desarrollo de las competencias comunicativas de un determinado sistema de comunicación. Además, la incertidumbre se va a ir reorganizando continuamente a través de la comunicación. De esto se deduce que las competencias comunicativas de los individuos agentes de la comunicación son cruciales para su supervivencia dentro de un sistema.

Pongamos de nuevo el ejemplo de la biotecnología. En su discurrir histórico se generaron los artefactos precisos para la posible transformación del material genético. Si dicho artefactos fuesen sumamente diferenciales, sería difícil imaginar cómo los agentes biotecnológicos podrían visualizar posibilidades económicas en los mismos. ¿Sería posible pensar en la comercialización de una enzima en un contexto histórico carente del conocimiento bioquímico adecuado? ¿Podría venderse un antibiótico en una sociedad que los rechazase por constituir pecado? Como hemos dicho, existe una co-evolución comunicacional en el desarrollo de los sistemas que origina que los procesos internos presenten una analogía entre ellos. Es decir, en referencia al primer ejemplo, es necesario que se pueda producir una comunicación del conocimiento enzimático para que las enzimas puedan ser percibidas como productos de mercado y que, asimismo, los compradores comerciales puedan percibirlos también como artefactos útiles y susceptibles de adquisición.

Juan Luis Pintos (2006a y 2006b), siguiendo a Niklas Luhmann, afirma que la comunicación implica en nuestras sociedades un conjunto de decisiones selectivas. Para ello, y en primer lugar, es necesario decidir lo que va a ser seleccionado como

información y diferenciarlo de los otros aspectos propios de la transmisión del mensaje, así como de las diversas técnicas retóricas (redundancia, naturalización, etc.). El sistema, por tanto, selecciona como información lo *nuevo*, es decir, aquello de lo que no se tenía noticia, lo que se ignoraba o lo no percibido (Pintos 2006a y 2006b). En el caso que nos ocupa, la información interna proviene —en gran medida— de las publicaciones académicas o especializadas del sector. Este hecho, obliga a los agentes biotecnológicos a tener que buscar la manera de implementar el impacto comunicacional de sus publicaciones bien a través de la aparición de sus investigaciones en las revistas más reconocidas y citadas del sector o bien a través de la mediación de los medios de comunicación de masas. Esta interpenetración entre el sistema tecnocientífico y el sistema mediático es muy habitual ya que, como afirma Elías (2008), la aparición de una noticia sobre un determinado avance tecnocientífico traerá consigo el incremento de las posibilidades de lectura y transmisión de dicha investigación. Por lo tanto, los agentes biotecnológicos tendrán como una de sus labores principales el intento de influir a través de los procesos informacionales. Asimismo, los agentes de otros sectores tecnocientíficos y de otros sistemas recopilan esta información y generan procesos de diferenciación en ella. A raíz de ello se irán configurando los debates sociales en torno a la biotecnología o se irán produciendo interpenetraciones de mayor impacto en otros sistemas.

En este sentido la metaforización de los organismos genéticamente modificados como artefactos propios de la evolución tecnológica o a través del mito de Frankenstein viene de la mano de los procesos de diferenciación grupales y de los sesgos informacionales que cada uno de ellos aplica. De hecho, la biotecnología ha generado transformaciones en organismos, procesos, instrumentos, etc. que pueden ser evaluados de manera positiva o negativa en función de qué tipo de aspectos son magnificados.

Lo antedicho viene a considerar a la comunicación como operación *fundante* del sistema social y, por tanto, parte fundamental de los sistemas, subsistemas y sectores del mismo. Pero, además, “...la teoría de Luhmann [y la propuesta pintosiana con ella] invita a repensar el papel de las industrias culturales y mediáticas. Por una parte, dibuja los perfiles de su dominio; por otra —y precisamente a partir de ahí—, permite tomar conciencia de sus límites. Ambas perspectivas se complementan

recíprocamente; ambas muestran que la comunicación no es una tarea cualquiera que se desarrolle en una sociedad previamente constituida y se añada al conjunto de sus funciones, interacciones y estructuras. La comunicación es el pilar, la unidad elemental a la que cabe reducir todo sistema social; es la operación que le da origen, la mantiene, produce y reproduce constantemente, impulsando además su evolución a lo largo de la cadena temporal” (Llera 2008: 130).

A causa de la relevancia comunicacional del sistema social, y de la mediación de los procesos informacionales en el desarrollo de los sistemas actuales (como acabamos de ver), los medios de masas también han adquirido gran importancia. De hecho, como muestra Navas (2008), los medios de masas están relacionados con los procesos de reducción de la complejidad puesto que el periodismo tiene la capacidad de generar confianza, de mediar en el conflicto social, etc. Estos medios de masas han jugado, y lo siguen haciendo, un papel fundamental en la evaluación social de los procesos biotecnológicos. La necesidad de influir socialmente de las empresas, universidades, organismos de investigación, organizaciones, grupos sociales y personas individuales, ha hecho que los mecanismos de transmisión de información informales (sobre todo los blogs y las redes sociales) vean incrementado su papel en los procesos de intervención en los procesos de opinión. Por esta razón, consideramos necesario subrayar las transformaciones que se están llevando a cabo gracias a las tecnologías de la información y comunicación en la generación de opinión pública para poder entender la razón fundamental de centrar nuestro objeto de investigación en la «red de redes».

El sistema, o subsistema, de los medios de masas —a causa de los cambios sociales y económicos— se está viendo envuelto en numerosas transformaciones que Manuel Castells (2009) clasifica en tres:

- *Transformación tecnológica*: la cual está basada en los procesos de digitalización, en la interconexión de los computadores, en la implementación de software avanzado, en la mayor capacidad de transmisión gracias a la banda ancha, etc.

- *Transformaciones en la estructura institucional y organizativa:* las cuales están vinculadas con la comercialización generalizada de los medios de comunicación de masas; la globalización y concentración empresarial a través de conglomerados y redes; la segmentación, diversificación e, incluso, personalización de los mercados de estos medios a través de la identificación cultural de la audiencia mediática; una creciente convergencia empresarial entre operadores de telecomunicaciones, fabricantes, proveedores, etc.

- *Dimensión cultural del proceso de transformación multinivel de la comunicación:* Castells contrapone a este nivel entre lo global y lo individual. De hecho, esto que estamos diciendo "... puede comprenderse en el punto de intersección de dos pares de tendencias contrapuestas (aunque no incompatibles): el desarrollo paralelo de una cultura global y de múltiples culturas identitarias; y el ascenso simultáneo del individualismo y el comunalismo como dos modelos culturales opuestos, aunque igualmente poderosos, que caracterizan nuestro mundo" (Castells 2009: 90).

Esto ha hecho que los clásicos medios de masas (televisión, radio y prensa) modifiquen su forma, impacto e incidencia en la población. En este sentido, Internet ha originado que las ventas de ejemplares hayan caído en picado mientras que las Web de los distintos medios incrementen su popularidad, además (y en analogía a la red) se pusieran en marcha un nuevo tipo de prensa gratuita (aunque ahora no se encuentre en su mejor momento). No obstante, y dada la actual situación de crisis económica, se está produciendo una purga del sistema mediático (Pérez 2008). De hecho, medios de masas clásicos en España, como *El País*, *El Mundo*, *La Voz de Galicia*, *La Gaceta de los Negocios*, etc., han visto menguadas sus redacciones y sus gastos de producción (Pérez 2008). En cambio, la red de redes se va convirtiendo paulatinamente en el gran entorno informativo de nuestra sociedad. No obstante, la situación económica actual ha originado que se ocasione una desaceleración económica en el entorno digital. De hecho, como también dice Marcos S. Pérez

(2008), las previsiones auguraban incrementos superiores al 15% para llegar a 2010, porcentaje menor al esperado anteriormente.

Por otro lado, en la red han emergido diversas maneras de “comunicar” e “informar”. De hecho, Pierre Lèvy (2002) ha mostrado que el ecosistema mediático ha experimentado tres líneas básicas de transformación: desterritorialización ocasionada por la emergencia del ciberespacio, integración o convergencia digital y autonomía y proliferación de medios y canales alternativos (Lèvy 2002: 38). En este sentido Navas pone como ejemplo paradigmático el hecho de que la revista *Times* eligiese en el 2006 a los usuarios de Internet como personaje del año. Además, tanto las redes sociales como los *bloggers* configuran un nuevo movimiento social quasi-mediático. En él los niveles de las subjetividades no se esconden y se entremezclan información y opinión sin ningún problema. Aún así, a finales del 2007 el número de *bloggers* a nivel mundial ya superaron los 73 millones, algo que no puede dejarse a un lado a la hora de hablar de los medios de comunicación de masas.

Estas pinceladas sobre los medios de masas, nos muestran que el rastreo vía Internet es algo que puede dar una muestra mucho más aproximada a la potencial realidad imaginaria actual sobre cualquier aspecto de la realidad social. Además, estas transformaciones mediáticas hacen que una persona no adscrita a ninguna empresa mediática, y por tanto no vinculada a ningún sistema de presión económico, ideológico o partidista, tenga voz y cierta incidencia (aunque ésta suele ser muy reducida). Por esta razón, a través de la red se puede evaluar con mayor fiabilidad la complejidad comunicacional de un determinado debate social. No obstante, el análisis de los medios de comunicación presenta ciertos problemas epistémicos que deben ser asumidos:

- Problemas con la repetitividad experimental.
- Volatilidad del componente empírico.
- Reiteración del componente empírico.

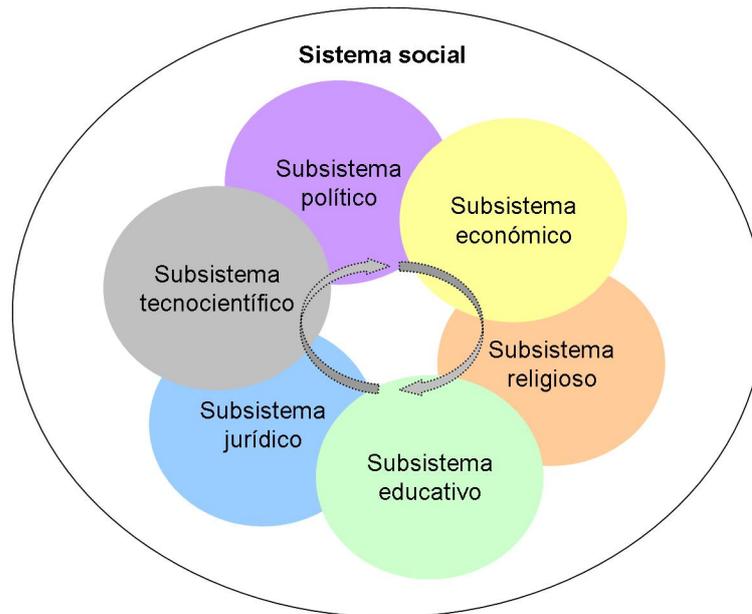
- Relativa descontextualización de la muestra, ya que la fuente, en ocasiones, permanente oculta.
- Problemas con la calidad de la información evaluada.

Pese a estos problemas, hemos considerado que la actual generación de opinión en los debates no se circunscribe única y exclusivamente a los medios de comunicación convencionales. Actualmente, existen blogs de cierta importancia y con un número relativamente amplio (150-250 seguidores) que pueden configurar criterios de evaluación del mismo modo en que los desarrollaban convencionalmente los periódicos y las revistas. No obstante, es fundamental desarrollar un proceso de filtrado de la información recibida y evitar reiteraciones, así como fuentes de dudosa fiabilidad. En este punto el investigador tiene un papel muy importante.

2. COMPLEJIDAD, POLICONTEXTURALIDAD Y TECNOCIENCIA

Con anterioridad hemos hablado de la complejidad como una de las características fundamentales de los sistemas y como estructura interna de nuestra aproximación epistémica a la realidad social. Pues bien, la complejidad social ha traído consigo que actualmente se emplee el concepto de *sociedades policontexturales* con la finalidad de mostrar el conjunto de interpenetraciones funcionales que se van produciendo entre los distintos (sub)sistemas (Pintos, 1995a, 1995b, 2001a, 2001b, 2003, 2004, 2005, 2006a y 2006b). Recordemos, que una contextura es un tejido constituido por multitud de hilos. Por tanto, una policontextura será, entonces, una estructura configurada por un conjunto de contexturas entrelazadas entre sí. Esta idea de complejidad, de entramado, también recuerda —de algún modo— a la propuesta de la sociedad red de Manuel Castells (1997). De hecho, la comprensión de la sociedad como una red no dista mucho, a nuestro juicio, de la interpretación de ésta como un sistema. No obstante, nosotros asumiremos la concepción de la sociedad como sistema por la proximidad conceptual con todos los procesos que

sucedan en la naturaleza. En cambio, la concepción de la sociedad como red la distancia de la naturaleza, ya que en esta última nada sucede a modo de red (como puede comprobarse en los estudios ecológicos). La red es una estructura más simplificada y, por tanto, reducida que un sistema.



En los últimos años se han establecidos diversos apelativos para las sociedades donde vivimos y en todos ellos estaba implícita la idea de la sociedad como un entramado complejo vinculado con el sistema tecnocientífico. Unos la califican con el apelativo del riesgo (Beck), otros le dan importancia a la comunicación (Castells), a la información (Lyon), a la incertidumbre (Funtowicz y Ravetz) pero todos asumen que actualmente el desarrollo social no es algo sencillo que no implique problemas de comprensión y de análisis. Todos estos calificativos tienen algo de cierto ya que, como es perfectamente constatable, todos los sujetos de las sociedades más intervencionistas¹ conviven con numerosos procesos tecnológicos: telefonía móvil, internet convencional, internet móvil (conexiones a través del móvil), GPS en los automóviles, alimentos transgénicos, aplicación de hormonas en crecimiento vegetal, uso de enzimas en alimentación, etc. Por esta razón, es imprescindible mantener una

¹ Se denomina sociedades intervencionistas a aquellas que producen una mayor modificación de su entorno medioambiental.

concepción de la sociedad lo suficientemente amplia que nos permite englobar todos estos condicionantes sociales. En este punto, el lector se habrá dado cuenta que los ejemplos que hemos puesto están vinculados con el desarrollo tecnocientífico. De hecho, cada día son mayores las influencias mutuas que se producen entre las diversas sociedades y el sub-sistema tecnocientífico (Cuevas y López Cerezo, 2009).

Niklas Luhmann ha establecido la existencia de cuatro grandes sistemas: psíquico (persona individual), social, natural y técnico (Luhmann 1998). Respecto a los tres primeros sistemas no tenemos nada que decir, ya que consideramos que está perfectamente probada su existencia de manera independiente y semiclausurada respecto a los demás. En relación con el último sistema, el técnico, creemos que es sumamente dudosa su existencia independiente; algo básico para poder considerarlo como tal sistema. Ello es debido a que, como dice Ortega y Gasset (1982) no es posible concebir al ser humano sin técnica, algo a lo que también se suman García Bacca (1987), Heidegger (1984), Ellul (1960) y Simondon (2008). Todos estos autores desarrollaron sus planteamientos epistémicos desde un enfoque proveniente de la filosofía de la tecnología y con la intención de estudiar el vínculo entre la tecnología y la humanidad.

Estas consideraciones, parten de la visión de que la técnica primitiva y su transmisión ha posibilitado la evolución del ser humano en la manera en que lo ha hecho (Espinosa 1999 y Coca y Valadé 2008), o como dice García Bacca “*técnica es empresa de novedades en ser*” (García Bacca 1987: 149). A su vez, Carlos París considera que hay modos de tecnificación netamente intelectivos y, por tanto, vinculados estrechamente con los humano (París 1970: 85). Dada esta estrecha relación entre el desarrollo de la humanidad y el supuesto sistema técnico, consideramos que este último sistema no debería estar separado de los demás, por lo que sería más adecuado definirlo, en todo caso, como (sub)sistema tecnológico. No obstante, este subsistema habría que incluirlo como parte de uno de los sistemas fundamentales del gran sistema social: el subsistema tecnocientífico. Tengamos en cuenta que actualmente es inescindible la vinculación existente entre la ciencia y la tecnología. Ello conforma un nuevo sistema que ha sido denominado como tecnocientífico.

Al hablar de tecnociencia es preciso mencionar la existencia un debate entre la afirmación de un entrelazamiento entre la ciencia y la tecnología, en la llamada tecnociencia, o el mantenimiento de la separación entre ambas. España no ha sido ajena a esta problemática encontrándose sociólogos y filósofos que siguen considerando que la ciencia y la tecnología responde a fines, valores y desarrollos diferentes debiendo, por tanto, mantenerse separados (Castro, Castro y Morales 2008; Cuevas 2009; Fernández Prados 2003; González, López y Luján 1996; Lamo de Espinosa 1996; López y Luján 2000; Marcos 2008; Quintanilla 2005 y Zamora 2005), mientras que otros, en cambio, no establecen unas diferenciaciones tan claras, estando éstas más o menos matizadas (Alonso y Galán 2004; Atienza y Diéguez 2004; Coca y Pintos 2008; Echeverría 2003 o Muñoz 2001). Este debate también lo podemos encontrar en otras partes del globo (Agazzi 1997; Bucchi y Neresini 2006; Hottois 2003; Latour 1983; Niiniluoto 1999; Woolgar 1991) con posturas semejantes a las que existen en nuestro Estado.

Como se ha podido comprobar, nuestra posición está dentro de aquellos que consideran que existe un sistema tecnocientífico. De hecho, estamos de acuerdo con Gille quien, empleando una terminología sistémica, habla de la *interpenetración* de la ciencia y de la técnica (Gille 1978). A su vez, Hottois dice que la tecnociencia evoca la investigación y el desarrollo tecnocientífico (IDTC) en su complejidad. Es decir, según él, implica la ausencia de jerarquía entre investigaciones, descubrimientos e inventos teóricos y técnicos. Además, sigue diciendo, existe un encabalgamiento dinámico de las diversas tecnociencias (Gille 1978). Por otro lado, la IDTC es fundamentalmente dinámica, activa y productiva; cuyo marco filosófico «tradicional» más apropiado es el del pragmatismo en sus diversas formas. Asimismo, al ser activa y productiva en lo que concierne tanto a la investigación (experimentación) como a la difusión de los descubrimientos-inventos, la IDTC implica aspectos y consecuencias económicas y plantea problemas éticos, sociales y políticos. Entonces llega a ser decisiva la cuestión de la *responsabilidad*, tanto más difícil cuanto que la IDTC es en gran parte imprevisible. Pues bien, Hottois considera que la IDTC está en constante interacción con el medio simbólico (cultural, social, psicológico, institucional...) en el que se desarrolla y que varía de una región a otra del mundo (Hottois 2003: 500 y sig.).

No obstante, los distintos aspectos que para Hottois tiene la tecnociencia podrían defenderse sin emplear el término tecnociencia y manteniendo la separación entre ciencia y tecnología. Dicho de otro modo, podemos decir que la ciencia y la tecnología mantienen posiciones de equilibrio y no jerarquizadas, que las diversas disciplinas científicas y tecnológicas se encabalgan, que la investigación y el desarrollo de la ciencia y la tecnología es dinámica, activa y productiva (por lo menos en la actualidad), que están en las antípodas del pensamiento contemplativo, que son actividades pragmáticas, que implica aspectos y consecuencias económicas y plantea problemas éticos, sociales y políticos y, por último, que están en interacción con el medio simbólico.

Con lo que acabamos de mostrar vemos que la caracterización hottoisiana, a nuestro juicio, no establece la necesidad de aplicar el término tecnociencia, sino que menciona algunas de las nuevas características que posee la actividad tecnocientífica. En este sentido, hay autores como Javier Echeverría que al utilizar el término tecnociencia, aunque admiten el uso del mismo, no llevan tan lejos como Gilbert Hottois su asunción. De hecho, Echeverría en diversas ocasiones (1995, 2003 y 2008, entre otros) ha diferenciado entre ciencia, tecnología, tecnociencia y gran ciencia (*big science*). De tal manera que la tecnociencia es circunscrita, por este autor, a una parte del sistema que anteriormente nosotros hemos denominado como tecnocientífico. En este sentido, y desde una perspectiva axiológica, Echeverría afirma que la tecnociencia incorpora a su núcleo axiológico buena parte de los valores técnicos (utilidad, eficiencia, eficacia, funcionalidad, aplicabilidad, etc.) y aunque sigue manteniendo los valores epistémicos, el segundo subsistema de valores tiene un peso tan considerable como el primero. La tecnociencia y la ciencia se distinguen entre sí por el mayor o menor peso relativo de esos dos subsistemas de valores, sin perjuicio de que ambas incorporen valores epistémicos y técnicos a su núcleo axiológico (Echeverría 2003).

Por nuestra parte, el concepto de tecnociencia se empleará con el fin de mostrar la gran complejidad existente. Por esta razón, vamos a situarnos cerca de la postura de Emilio Muñoz quien no tiene reparos en hablar de ciencia y tecnología, estableciendo diferencias entre ellas, pero considerando que ambas están dentro de un *sistema (bio)ciencia-tecnología-industria-sociedad* (2001). Es preciso advertir que Muñoz

no menciona el término tecnociencia, aunque nosotros sí lo haremos. El planteamiento de Muñoz nos permite, en primer lugar, mantener un nivel de complejidad lo suficientemente amplio para incorporar, como propia, cierta elasticidad imprescindible a la hora de desarrollar un estudio de sociedades como la nuestra. Además, da idea de la interrelación entre los diversos subsistemas del sistema social². A su vez, una concepción interrelacional de los numerosos factores de los diversos sistemas de lo real posibilita el establecimiento de un sistema policontextural o, como ha expuesto Alfredo Marcos en diversas ocasiones, una concepción de la *ciencia amplia* (Marcos, 2000 y en prensa); objetivo fundamental en el instante histórico en el que nos encontramos.

Por tanto, gracias a esta interrelacionalidad es posible entretejer un “tejido” biotecnocientífico, industrial, social y personal que irá constituyendo el propio sistema (o (sub)sistema) tecnocientífico. De este modo, es obvio que consideramos que el término *tecnociencia* es altamente heurístico, aunque no rechazamos la posibilidad de discriminar entre ciencia y tecnología, dentro del propio sistema. Por otro lado, hemos implementado la consideración muñoziana al incluir el factor personal como parte de dicho subsistema. De esta manera es factible hablar de una *policontexturalidad tecnocientífica* (Coca y Pintos, 2008a y 2008b) en la que se muestren los factores fundamentales de deben ser tenidos en cuenta a la hora de hacer un análisis del sistema. No obstante, somos perfectamente conscientes de las imposibilidades de poder establecer siempre una investigación con todos estos factores. Por ello, y siguiendo a García (2006) es factible delimitar el estudio y parcelar nuestro objeto de investigación a uno o varios de los factores, aunque siempre manteniendo el espíritu de análisis complejo.

Por otro lado, somos conscientes de que el concepto de *policontexturalidad tecnocientífica*, puede tener problemas de vaguedad, pero abogamos por él, como dijimos antes, dada su capacidad hermenéutica. Téngase en cuenta, por otro lado, que esta concepción *policontextural* o, si se prefiere, *amplia* del sistema, es deudora de diversos planteamientos feministas, sobre todo del *empirismo contextual* de Helen

² Al emplear la terminología luhmanniana no es posible establecer como sinónimos los conceptos de sistema social y sociedad. Ello es debido a que el sistema social es uno de los grandes sistemas de lo real y que tendrá en su interior a las distintas sociedades o subsistemas sociales.

Longino (1990), de las teorías de la acción tecnocientífica, especialmente de las de Tuomela (1984) y Quintanilla (2005), de las concepciones hermenéuticas de la ciencia (entre las que destacaremos a Coca 2007 y 2008; Heelan 1972, 1983, 1989; Heelan y Schulkin 1998; Villarroel 2006), de la sociología de la ciencia (Bloor 1998; Díaz 2007; Latour 2007; Latour y Woolgar 1995; Merton 1977 y 1995; Santos 2001 y 2003; Valero 2004a y 2004b, Woolgar 1991), de la corriente CTS (Alonso y Galán 2004; Atienza y Diéguez 2004; González, López y Luján 1996; Medina y Kwiatkowska 2000; Mitcham 1989,...) y de planteamientos afines (Hernández Sánchez 2003 y Holton 2002).

Tomo prestadas las palabras de Alfredo Marcos quien considera que “junto a la psicología de la ciencia, que es una disciplina empírica que se ocupa de los aspectos empíricos de la adquisición de conocimiento por parte de los individuos y de la actividad de los mismos, se requiere una disciplina filosófica, una *ética de la ciencia* que reflexione de modo crítico sobre la actividad de las personas implicadas en la ciencia” (Marcos 2000: 128). Este autor como filósofo que es apuesta por la filosofía, aunque por nuestra parte consideramos que la acción de reflexión y pensamiento no tiene porque estar circunscrita a esta área del saber cualquier perspectiva teórica (teoría de la biología, química, sociológica, etc.) tendrá relevancia epistémica y epistemológica.

Marcos añade que junto a la sociología de la ciencia se precisa otra rama de la filosofía práctica de la ciencia, la comprensión política de la ciencia, que evalúe, desde el punto de vista de la racionalidad, la actividad y organizaciones de las comunidades científicas (e incluso de otras comunidades más amplias cuando su organización afecte a las ciencia) en orden a la consecución de sus fines y armonización de sus valores (Marcos 2000: 129). En esta misma línea de reflexión se ha posicionado Julio Cabrera Varela quien apuesta por una perspectiva dialéctica como horizonte en el desarrollo de las ciencias sociales (Cabrera Varela 2002), así como García (2006).

Antes hemos dicho que la policontextualidad, para nosotros, está vinculada con el empirismo conceptual de Helen Longino que, incluyendo las propuestas teóricas de Evelyn Fox Keller en la suya, desarrolla una nueva concepción de la objetividad tildada de relacional. La idea básica consiste en la dilución de la diferenciación entre sujeto y objeto y la consideración de que los sujetos

cognoscentes no son los sujetos individuales sino las comunidades epistémicas. El conocimiento, entonces, será el resultado de un diálogo entre los individuos y las comunidades científicas a través de lo que ella denominó *comunidad dialógica interactiva* (Longino 1993: 112). Este aspecto tiene gran importancia en la policontextualización del sistema tecnocientífico, ya que nos muestra que el sistema ha terminado por estar constituido por comunidades epistémicas dialógicas interactivas, no por sujetos más o menos aislados.

Teniendo presente estas consideraciones preliminares, podemos afirmar que es notoria la importancia actual que tiene el sistema tecnocientífico (del sistema social) en la actualidad. Dicha importancia proviene de la profunda interconexión entre los distintos subsistemas del sistema social y en la gran coevolución entre ellos. De ahí que el objetivo fundamental de este trabajo consista en hacer un estudio de las vinculaciones entre el subsistema tecnocientífico y la sociedad a través del discurso sobre la biotecnología.

Para realizar esta tarea, partimos del gran factor de interconexión entre ambos: los medios de comunicación. El cual, como muestra Elías (2008), está adquiriendo gran interés como disciplina de estudio. Estamos de acuerdo con Luhmann (1998) en que la comunicación es, digámoslo así, la sangre que permite que viva el sistema social. De hecho, como es obvio, sería imposible concebir cualquier tipo de estructura social independiente de algún proceso comunicativo.

Además, coincidimos plenamente tanto con la idea de que los medios de comunicación configuran el cuarto poder social, como con la propuesta de *Telépolis* (Echeverría 1994, 1998 y 2004) como nuevo entorno social y cívico. En este sentido, y como afirma Echeverría, las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TICs) han incrementado notablemente el factor informacional o comunicacional en las sociedades actuales. Por ello, es muy importante analizar e investigar este factor como condicionante de la evolución del sistema tecnocientífico. No obstante, en este trabajo más que un estudio sobre los medios de comunicación clásicos, realizaremos un análisis del discurso en uno de los sistemas de información y comunicación más importante en la actualidad: Internet. Para ello, como mostraremos más adelante, nos hemos servido de una de las opciones que

proporciona el buscador Google: las alertas. Esto lo hemos complementado con otras posibilidades cibernéticas que existen en la actualidad. Téngase presente que única y exclusivamente nos hemos centrado en el análisis del discurso relativo al término “biotecnología”. Con ello, consideramos que podemos entrever, a grandes rasgos, los futuros procesos coevolutivos del sistema.

Las razones son las posibilidades de modificación bióticas tanto en la naturaleza como en la constitución humana, los conflictos éticos que genera la capacidad de materializar la transformación del material genético de lo vivo, las profundas conmociones sociales originadas a raíz de estas posibilidades, las cuestiones biológicas derivadas de la orientación de la evolución del sistema natural, así como los aspectos industriales y políticos provenientes del debate sobre la patentabilidad de nuevos organismos, estructuras germinativas, etc.

Estos aspectos nos han movido a investigar sobre la biotecnología, aunque hemos querido centrarnos en el aspecto comunicacional de este conjunto de disciplinas tecnocientíficas. No obstante, es fundamental enmarcar nuestro ámbito de actuación para lo que realizaremos una breve contextualización histórica, económica y social. Así, posteriormente, podremos recurrir a una metodología proveniente de las ciencias sociales (en sentido amplio) que nos permitirá estudiar qué es lo que se comunica junto al término de biotecnología con la intención de poseer un marco básico de comprensión de las futuras tendencias en este ámbito.

3. CONTEXTUALIZACIÓN HISTÓRICA

La biotecnología es un conjunto de técnicas que tienen por objetivo fundamental desarrollar artefactos basados en la aplicación directa o indirecta de organismos vivos para su consecución. Por esta razón, son productos biotecnológicos el vinagre, el vino, el yogur, el queso, el requesón, así como productos más recientes como las plantas transgénicas, los probióticos o los animales transgénicos. Pues bien, estas técnicas han tenido un gran desarrollo en los últimos

años, aunque su historia se remonta, prácticamente, a los albores de la humanidad. En este sentido, podemos tomar como ejemplo la información expuesta en la web del Museo Nacional de la Salud (Atlanta, USA) donde se muestra un recorrido histórico por esta disciplina al que haremos referencia de manera un tanto esquemática.

Los sumerios y babilónicos, alrededor del año 6000 a.C., ya empleaban las levaduras para hacer cerveza. Asimismo, los egipcios en el 4000 a.C. descubrieron el modo de hacer pan utilizando levaduras. En esta misma época, en China se hacía una especie de yogurt, queso, vinagre y vino. Posteriormente, y alrededor del año 1300 d.C., se han encontrado datos de que los aztecas cosechaban en México algas de los lagos como fuente de alimento. Cien años después, en el 1400 d.C., se ha podido verificar que la destilación de distintas variedades de grano fermentado era generalizada en Egipto y Persia.

No obstante, la biotecnología, entendida en el sentido actual, podemos decir que comienza a dar sus primeros pasos entre los siglos XVII-XVIII cuando Robert Hooke describe las células y los naturalistas comienzan a practicar la hibridación de una manera sistemática, y cuando, en el año 1673, Anton van Leeuwenhoek describe las bacterias, los protozoos y reconoce que estos microorganismos podrían desempeñar un papel importante en los procesos de fermentación. Ambos momentos históricos, se consideran claves para el posterior desarrollo de la biotecnología.

Eric S. Grace (1998) en su obra *La biotecnología al desnudo* establece una secuencia de pasos que llevaron a la consecución de la biotecnología actual (Esquema 1). Esta secuencia de sucesos es suficientemente clara para tener una idea aproximada de cual ha sido el proceso histórico de configuración de la biotecnología actual. Como hemos dicho, nuestro objetivo no es el de hacer una elaboración detallada de este proceso histórico. La intención es la de hacer una contextualización de las partes fundamentales del núcleo epistémico que configuran la biotecnología y que ayudará a comprender la relación entre la biotecnología actual y la sociedad.

Esquema 1:	
Etapas en el camino hacia la biotecnología	
Año	Acontecimiento histórico
1665	Robert Hooke describe las células y les da nombre
1675	Antón van Leewenhoek desarrolla mejores microscopios y descubre los microorganismos, las bacterias y los espermatozoides.
1839	Matthias Scheliden y Theodore Schwann formulan la teoría celular.
1859	Charles Darwin publica <i>El origen de las especies por medio de la selección natural</i> y propone la teoría de la selección natural.
1866	Gregor Mendel publica <i>Experimentos con plantas híbridas</i> , donde esboza los principios de la herencia.
1869	Johann Miescher lleva a cabo el primer análisis químico del ácido nucleico.
1902	Archibald Garrod intuye que los genes consisten en instrucciones para formar proteínas.
1910	Thomas Hunt Morgan establece que los genes están localizados en los cromosomas.
1928	Fred Griffith descubre que un «principio transformador» (material genético) transmite el carácter de virulencia de células bacterianas muertas a vivas.
1941	George Beadle y Edgard Tatum establecen que cada gen produce una enzima.
1944	Oswald Avery y su equipo demuestran que el «principio transformador» de Griffith es el ADN.
1953	James Watson y Francis Crick deducen la estructura del ADN: una doble hélice.
1967	Har Gobind Khorana y Marshall Nirenberg descifran el código genético.

Fuente: Eric S. Grace (1998), p. 50, modificado.

Hemos dejado a un lado aspectos importantes en la historia de la biología, y por ende relevantes para la biotecnología actual, tales como el desarrollo del microscopio o el nacimiento de la genética por Mendel. Ello es debido a que éstos y otros episodios descartados tienen importancia epistémica en el núcleo interno de la biotecnología pero no han percolado a la sociedad ya que el conocimiento de estos aspectos se restringe al discurso especializado o semi-especializado.

El objetivo de este trabajo es fundamentalmente de análisis de la percepción social, de ahí que sólo nos centremos en los aspectos que condicionen a ésta. No obstante, el núcleo epistémico interno de la biotecnología, que funciona en base a la codificación verdad/no verdad, va constituyendo un conjunto de verdades que irán estableciendo los pasos previos para las posibles evoluciones del sector o del sistema.

Por esta razón, la concepción “mecanicista” de la tecnociencia se mantiene actualmente si nos atenemos a expresiones del tipo: “manipulación específica de las señales reguladoras adyacentes al gen que controlan su expresión” (Marín 1985: 13).

Los paréntesis históricos de los que hemos hablado, consideramos que tienen gran importancia por que están en la base de la hermenéutica social de la biotecnología. Estos peldaños se corresponden con la teoría de evolución (Darwin), con la elucidación de la estructura del ADN, con las nuevas posibilidades genéticas obtenidas a partir de las técnicas de manipulación del ADN así como del descifrado del código genético y con el desarrollo de las técnicas de clonación. En este sentido el profesor Juan Francisco Marín, respecto a los problemas sociales derivados de la biotecnología, mostraba la vinculación de la mayoría de estos aspectos al afirmar que la humanidad estaba adquiriendo la capacidad de controlar las características de los organismos y el potencial para alterar el material hereditario de una manera dirigida (Marín 1985: 55). A lo que añadía:

“La idea de que la genética puede conducir algún día a la capacidad para dirigir la evolución humana ha producido reacciones particularmente intensas. La principal razón es que tal capacidad para dirigir la evolución humana conlleva la responsabilidad para retener la integridad genética humana y la de las especies en conjunto, algo que hasta ahora estaba controlado por fuerzas de la naturaleza ajenas al hombre” (Marín 1985: 55).

3.1. Darwin, el evolucionismo y sus consecuencias.

Charles Darwin no fue el primer biólogo que ha hablado de la evolución de las especies. Su abuelo paterno, Erasmus Darwin (1731-1802) fue uno de los muchos precursores de la futura teoría de la evolución. Asimismo, a partir de la información obtenida por el embriólogo Kart Ernest von Baer, Herbert Spencer formuló en 1851 una ley general de la evolución (Lecourt 1990). No obstante, fue la propuesta de

Darwin la que generó una revolución intelectual tan grande que sobrepasó los límites de la biología y llegó a provocar el derrumbe de algunas de las creencias más enraizadas en el pensamiento humano (Sánchez Ron 2007).

Nada más finalizar sus estudios en Cambridge, Darwin tuvo la oportunidad de embarcarse en el barco *HMS Beagle* en un viaje que llevó a este naturalista por las islas de Cabo Verde, Río de Janeiro, Montevideo, Bahía Blanca, Buenos Aires, Santa Fe, la Patagonia y la Tierra de Fuego, el estrecho de Magallanes, Valparaíso, Perú, el archipiélago de las Galápagos, Tahití y Nueva Zelanda, Australia, el cabo de Buena Esperanza, las islas de Ascensión, Canarias y Azores. Este viaje tuvo un momento central en el archipiélago de las Galápagos donde pudo observar la morfología de los pinzones de estas islas. Además de los datos obtenidos en este viaje, Darwin necesitó otras observaciones y estudios de los resultados de otros biólogos. En este sentido, una de las lecturas que más influencia tuvo en el pensamiento posterior darwiniano provino que la obra *An Essay on the Principle of Population as it affects the future improvement of Society with remarks on the speculations of Mr. Godwin, Mr. Condorcel, and other writers* (1793) escrita por Thomas Robert Malthus (1766-1834). Este bagaje empírico y teórico se fue incrementando hasta el verano de 1842 cuando Darwin ya consideraba que podía escribir un esbozo de su teoría de las especies, basada en el principio que él denominó «selección natural» (Sánchez Ron 2007).

Tal y como hemos dicho, la propuesta darwiniana de la selección natural parte de la teoría de la evolución que ya estaba vigente. Pero hasta que Charles Darwin formuló su planteamiento, existía un debate académico de baja intensidad. La relevancia social que adquirió el darwinismo se produjo por la profunda vinculación con cuestiones ideológicas, trayendo consigo unas grandes polémicas.

“En cualquier caso, ya fuese estando a favor o en contra, en pocos lugares fue la teoría darwiniana de la evolución pasada por alto. De hecho, suscitó inmediatamente grandes pasiones, en las que los argumentos científicos se mezclaban con consideraciones de índole política, además de las religiosas ya mencionadas. De la fusión, a finales de la década de 1870, de las ideas

evolucionistas con un programa político conservador, surgió lo que se denomina «darwinismo social» (Sánchez Ron 2007: 187).

Los defensores de este darwinismo social mezclaron la propuesta de Darwin con la de Spencer. De hecho, blandían la bandera de la teoría de Darwin aunque su fundamento estaba más asentado en los escritos de Herbert Spencer (Sánchez Ron 2007). Estos defensores instaban al racismo social, a la eliminación de los «inadaptados», de los «ineficientes» y de los «incompetentes», reforzando y reformulando la eugenesia negativa, tan popular en las últimas décadas del siglo XIX y principios del XX. A comienzos del debate biotecnológico, se ha vuelto a enarbolar la bandera antieugenésica por los sectores antibiotecnológicos, ante el miedo de que la tecnociencia genere nuevos procesos de exclusión social (Atienza y Lujan 1997, Nunes 2001a y Santos 1989). Actualmente todos estos problemas parecen que se han matizado notablemente y no son tan problemáticos como al principio.

Pues bien, volviendo a la teoría de la evolución es necesario añadir que el impacto social de la propuesta evolucionista mezclada con la selección natural no sólo se ha circunscrito a finales del siglo XIX y comienzos del XX, se ha continuado hasta el día de hoy. No obstante, a día de hoy la teoría de la evolución sigue en permanente revisión y ha sido implementada y reformulada por Ernst Mayr, Dobzhansky, etc. configurando el *neodarwinismo*, por Motoo Kimura en el *neutralismo*, por Lynn Margulis en la *teoría de la endosimbiosis* y por Gould y Eldredge constituyendo la propuesta teórica de los *equilibrios puntuados* (Coca y Valadé 2008).

“La evolución de los seres vivos no es algo terminado que simplemente se encuentra en fase de perfeccionamiento. No. Consiste en uno de los problemas fundamentales que rodean al pensamiento biológico e que se encuentra en permanente revisión. De hecho, desde que Darwin, Wallace, Lamarck, etc. expusieron sus aproximaciones a la evolución hasta nuestros días, se postularon una gran cantidad de procesos «explicativos» del dinamismo de lo vivo que sería muy extenso exponerlos aquí.” (Coca y Valadé 2008: 143).

La evolución —y el evolucionismo en sus diversas formas— y los debates sociales que ésta trae consigo, siguen vigentes aunque modificados. De hecho, los debates entre el evolucionismo y el creacionismo todavía están vivos, principalmente en los Estados Unidos de América. Pero no sólo eso, la perspectiva evolutiva de lo vivo ha tomado un giro inusitado hasta entonces, gracias a los organismos modificados genéticamente (OGMs). Ello es debido a que la incorporación al medio de cualquier tipo de OGM se ha considerado que puede generar consecuencias evolutivas insospechadas.

[De hecho,] “el debate sobre la seguridad de los laboratorios biotecnológicos cobró gran intensidad en el decenio de los años 70. En nuestros días el aspecto más controvertido respecto a la seguridad y el riesgo de los productos biotecnologizados se asocia principalmente a la diseminación de organismos modificados genéticamente (OMGs)” (Luján y Moreno 1993: 12)

Dicha diseminación, implica un posible cruzamiento con variedades no modificadas genéticamente, lo que podría originar (según los críticos de los OGMs) una disminución de la biodiversidad que podría originar graves variaciones en las pautas evolutivas a causa de extinciones masivas. Además el incremento de la biotecnología trajo consigo una drástica disminución del número de plantas empleadas en alimentación. En este sentido Villa y Lema (2000) afirman que la humanidad ha utilizado unas 3.000 plantas de las 80.000 consideradas comestibles. De estas tres mil, el ser humano sólo cultiva a gran escala 150 y de éstas sólo 29 proporcionan el 90% de la alimentación humana (Villa y Lema 2000: 308). Esta disminución de las hectáreas de variedades vegetales cultivadas genera un determinado ambiente que condicionará los procesos de selección natural y de adaptación de los organismos. Esto lleva a Susantha Goonatilake (1992) a afirmar que se está produciendo un alineamiento entre la historia de la biología y la historia humana. Las historias de la biología y la cultura, dice, llegan a ser ahora una misma

entidad. El resultado, continúa, es la emergencia de una evolución común de la biología y la historia humana y, por tanto, una evolución del sistema que va acelerándose cada vez más si comparamos la situación actual con los primeros lineamientos (Goonatilake 1992: 246). A esto también podemos añadir lo expuesto por García (2006), desde una perspectiva crítica, quien afirma que el papel que antes tenía la evolución natural parece pertenecer ahora a una tecnología cuya historia es concebida de tal manera que sólo puede conducir al tipo actual de intervención tecnológica. Ante esto parece que no cabe más alternativa que no sea el sometimiento o la adaptación al curso corriente de esa supuesta evolución técnica. En este historicismo, dice García, se asoma el *stock* de determinismo y finalismo que periódicamente hace su aparición en el mundo moderno (García 2006: 1009). Además, y como veremos más adelante, los discursos antibiotecnológicos también emplean las posibles transformaciones evolutivas que puedan ocasionar los OGMs para la consecución de sus propios intereses. En este sentido podemos tomar como ejemplo a la organización ecologista Greenpeace quienes afirman, en su web, que los transgénicos suponen un grave riesgo para la biodiversidad y que tienen efectos irreversibles e imprevisibles sobre los ecosistemas (contaminación genética, pérdida de biodiversidad, desarrollo de resistencias, etc.) lo que supone transformaciones en los procesos evolutivos naturales.

3.2. ADN y nuevas posibilidades genéticas.

Existe un consenso generalizado sobre el hecho de que los trabajos que Gregor Mendel realizó con guisantes, así como las consiguientes leyes que afirmó en su artículo de 1865, abrieron las puertas a la disciplina que sería denominada posteriormente como genética. Este trabajo permaneció prácticamente olvidado hasta que, simultáneamente, Hugo de Vries, Carl Correns y, en menor grado, Eric von Tschermak las redescubren abriendo las puertas a la nueva biología y a uno de los aspectos más relevantes de la tecnociencia del siglo XXI. De hecho, los trabajos de Mendel permitieron ir configurando el concepto de gen, aunque fue preciso probar su existencia física.

En este sentido, en el año 1868, un biólogo de origen suizo llamado Friedrich Miescher, fue capaz de aislar un compuesto, al que denominó nucleína. Pero este investigador, dado el conocimiento existente en aquel momento, no relacionó esta sustancia con la molécula de la herencia. Posteriormente, en 1879, Walter Flemming observó durante sus estudios de la meiosis lo que llamó cuerpos filamentosos y que, posteriormente se hizo corresponder con los cromosomas.

Pese a estos descubrimientos, hasta comienzos del siglo XX todo parece indicar que los estudios sobre genética no tuvieron un gran impacto en el desarrollo de la ciencia. De hecho, uno de los principales genetistas de todos los tiempos, Thomas Hunt Morgan (1866-1945), cuando llegó como catedrático de zoología a la Universidad de Columbia (Nueva York) era muy escéptico con respecto al mendelismo, es decir en relación a la existencia de una teoría de la herencia que emplease unas determinadas unidades discretas (los cromosomas) (Sánchez Ron 2007). No obstante, después de los numerosos trabajos que desarrolló su grupo de investigación con la *Drosophila melanogaster* y la *Drosophila ampelophila*, comprobó que sus impresiones iniciales eran erróneas. Tanto es así, que en su obra *The Theory of the Gene* (1926) Morgan “manejaba ideas que se instalarían definitivamente en el *corpus* de la biología” (Sánchez Ron 2007: 885). El problema es que, en aquel momento, aunque ya se utilizaba el concepto de gen no estaba claro cual era la naturaleza del mismo.

“De esta manera, el desarrollo de la genética fue abriendo el camino a grandes avances en la comprensión de la vida, hasta el punto que si del siglo XIX se puede decir, en lo que se refiere a las ciencias biomédicas, que fue el siglo de la fisiología, una parte importante del siglo XX fue el de la genética. En el plano teórico, fue entonces cuando se obtuvo una base firme para entender la evolución: al ser ésta la fuente principal de novedad biológica, la mutación de genes se erigió en el motor que la dirigía. Ahora bien, durante la primera mitad del siglo pasado, mientras la genética se instalaba en la cumbre de las ciencias biológicas, la naturaleza física del concepto central, el gen, continuó envuelta en misterio” (Sánchez Ron 2007: 886).

El conocimiento sobre el gen tomo un impulso destacado gracias a las innovadoras técnicas de secuenciación, de amplificación del material genético y de aislamiento, entre otras. No obstante, hasta la llegada de la biología molecular la genética no tenía un papel social y tecnocientífico tan relevante como el que presenta actualmente.

Sin ninguna duda, la elucidación de la estructura del ADN ha sido uno de los grandes hitos de la biología actual. Este proceso histórico no estuvo exento de conflictos, problemas y «luchas» entre los distintos grupos de investigación que estaban trabajando en ello. De hecho, uno de los grandes grupos que investigaban sobre ello era el del King's College de Londres formado, fundamentalmente, por Rosalind Franklin y Maurice Wilkins. En este equipo, y gracias al trabajo de Franklin, se obtuvieron unas fotografías de alta resolución de difracción de cristales de fibras de ADN. Estas fotografías fueron enseñadas por Wilkins, sin el consentimiento de Franklin, a Watson y Crick que trabajaban en el Laboratorio Cavendish y fueron una de las claves principales para que Watson y Crick pudieran elaborar su famoso modelo. De hecho ambos autores, en un artículo publicado en *Nature* en el que exponían las implicaciones genéticas de la estructura del ácido desoxirribonucleico, decían:

“Nosotros hemos propuesto recientemente una estructura para la sal del ácido desoxirribonucleico que, si es correcta, sugiere inmediatamente un mecanismo para su duplicación. Los resultados obtenidos mediante rayos X por los investigadores del King's College de Londres y presentados al mismo tiempo apoyan cualitativamente nuestra estructura y son incompatibles con todas las estructuras propuesta anteriormente” (Watson y Crick, 1953: 964).

Es decir, estos autores a parte de proponer una estructura de la sal de ácido desoxirribonucleico, sugieren también un mecanismo de duplicación de dicha

macromolécula. De ahí, que las aportaciones de Watson y Crick fueron muy relevantes para los subsiguientes avances en biología, por ofrecer unas pautas para futuros estudios.

Tal y como nos muestra Sánchez Ron, estos autores mostraron posturas casi enfrentadas respecto a la importancia de las investigaciones del King's College para sus propuestas sobre el ADN. Mientras que Watson minimizó su relevancia, Crick, refrendando la importancia de las investigaciones de Rosalind Franklin, ha escrito lo siguiente:

“Fue Franklin quien mostró claramente la existencia de dos formas de ADN, la A y la B. Fue Rosalind quien con gran esfuerzo determinó la densidad, las dimensiones celulares exactas y la simetría de la forma A, evidencia que sugirió con fuerza que la estructura tenía dos cadenas (y no sólo una), que circulaban en sentidos opuestos” (Crick 1995: 198).

En este «juego» de competición, aunque de una manera más indirecta, también entró Edwin Chargaff quien a través de un análisis cromatográfico, fue capaz de identificar las bases nucleotídicas que constituyen el ADN: la adenina, la citosina, la guanina y la timina. Estos datos también fueron fundamentales para Watson y Crick.

Estas investigaciones y los datos subsiguiente fueron cruciales para que a finales de la década de los 60 y comienzos de los 70 del siglo XX comenzaran a desarrollarse las técnicas que trajeron consigo la descodificación del ADN de numerosos organismos, entre ellos el del ser humano, y disciplinas tales como la biotecnología. El primer descubrimiento relevante, para Sánchez Ron (2007), en la nueva biología molecular tuvo lugar en 1967 con el aislamiento de la enzima ligasa (proteína con capacidad de unirse al ADN) en el fago T4. Un año después Arber y Linn encontraron en *Escherichia coli* las enzimas de restricción, capaces de romper el ADN por zonas concretas de la macromolécula. En 1972, Mertz y Davis descubrieron los extremos cohesivos gracias a la fragmentación del ADN por las

endonucleasas de restricción RI. Este descubrimiento dio comienzo a la posibilidad de generar ADN recombinante pudiendo fusionar fragmentos de moléculas de ADN de especies diferentes. De hecho, Cohen *et al.* en 1973 construyeron un plásmido (molécula de ácido nucleico extracromosómico) bacteriano *in vitro*. Estas y otras tecnologías trajeron consigo numerosas posibilidades y diversas percepciones sociales.

“Inmediatamente después de que se introdujesen las primeras técnicas de ADN recombinante, se reconoció que sería posible construir moléculas de ADN recombinante *in vitro*, generándose especulaciones y debates acerca de las implicaciones de la tecnología genética en los seres vivos, y entre ellos en los humanos. Parecía claro que la biología molecular, ahora en la forma de ingeniería genética o biotecnología, podría permitir seleccionar no ya individuos, sino algunos de sus genes o porciones de ellos; crear, en definitiva, algo absolutamente nuevo: nuevas moléculas, nuevos genes y por tanto nueva vida” (Sánchez Ron 2007: 941).

Otra técnica de gran importancia para la biología molecular actual y para la biotecnología es la Reacción en Cadena de la Polimerasa (PCR). Esta tecnología fue inventada por Kary Mullins en la compañía Cetus Corporation. Esta tecnología permite amplificar más de mil millones de veces un ADN obtenido a partir de una región seleccionada de un genoma determinado. No obstante, es preciso conocer al menos una parte de su secuencia nucleotídica (Alberts *et al.* 1996)

El método PCR se va desarrollando en diversos ciclos de síntesis. En cada uno de estos ciclos, se produce una cantidad doble de una molécula de tamaño único precedente. Cada ciclo está formado por 3 etapas sucesivas: separación de las cadenas de ADN, unión del cebador y síntesis de un nuevo fragmento complementario (Alberts *et al.* 1996). Esta metodología necesita la mediación de un tipo de enzimas denominadas polimerasas que son fundamentales para la configuración de las cadenas complementarias. Estas polimerasas de ADN se derivan de bacterias

hipertermófilas, ya que es preciso que aguantes las altas temperaturas que requiere esta técnica. En lo que acabamos de decir vemos la relevancia, a nivel biotecnológico, de la implementación de la tecnología enzimática. En este sentido, Emilio Muñoz afirma que la tecnología enzimática es una de las tecnologías básicas de la biotecnología. Estas moléculas catalizadoras se utilizan en una gran variedad de procesos que van desde la producción de sustancias edulcorantes y pantalones tejanos descoloridos, hasta el diagnóstico de enfermedades infecciosas y genéticas, pasando por la identificación de criminales (Muñoz 2000: 188 y sig.).

Todo este conocimiento (brevemente expuesto) que se ha ido desarrollando sobre el ácido desoxirribonucleico es uno de los pasos fundamentales en la elaboración de la actual biotecnología y en el cambio de la percepción social hacia la nueva biología. Este cambio es debido al proceso de interpenetración comunicacional del que hablábamos al comienzo del texto. En este sentido, como muestra Hacking (2006), la elucidación, el conocimiento y el control del ADN, ha hecho que estemos comenzando a dominar nuestro propio acervo genético. Estas posibilidades hacen que sean factibles las percepciones negativas y positivas de las mismas. Por esta razón, el sistema tecnocientífico se encuentra estrechamente vinculado con el desarrollo de la “sociología del riesgo” (Beck, Luhmann, Ledidow y Tait, etc.) a través de la ambivalencia, o ambigüedad, de lo que Ian Hacking denomina como *imperativo genético* en referencia al actual desarrollo tecnocientífico. Por esta razón afirma que el imperativo genético encuentra su hogar natural en la sociedad del riesgo (Hacking 2006: 91). De tal manera que biología y sociedad según este autor se unifican en una especie, digámoslo así, de destino común.

Algo similar a esto lo afirma Tim Owen (2006) quien considera que es necesario desarrollar un nuevo marco meta-teórico para poder configurar una sociología anti-reduccionista que permita estudiar los problemas éticos de las nuevas tecnologías, así como las nuevas construcciones sociales. Por esta razón, Owen (2006) apuesta por el desarrollo del término ciencia genético-social para unificar en un mismo campo epistémico este nuevo complejo de aspectos éticos, sociales, biológicos, políticos etc. y así poder estudiarlos, analizarlos y comprenderlos de manera conjunta.

3.3. El proyecto genoma humano y la clonación

Las metodologías empleadas, junto a las nuevas técnicas de cartografiado genético, permiten conocer la secuencia de nucleótidos que tiene una determinada secuencia de ADN. Estas posibilidades de cartografía genética se elevaron considerablemente gracias al desarrollo de la tecnología del ADN recombinante y, concretamente, con la utilización de las enzimas de restricción. Estas enzimas generan una serie de extremos cohesivos que, a su vez, sirven como señales genéticas para el cartografiado de un determinado genoma.

Logros técnicos como éstos permitieron que en 1984 se propusiese la creación de un consorcio internacional para secuenciar el genoma humano. No obstante, no fue hasta año 1988 cuando formalmente se puso en marcha. El proyecto fue liderado por Estados Unidos, aunque con la importante participación de Reino Unido, Francia, China y Alemania. En 1989 se nombro a James Watson director de este proyecto internacional, aunque dos años después dimitió. No obstante, el proyecto continuó.

Paulatinamente la secuenciación del genoma humano se fue desarrollando pero, dada las posibilidades industriales de esta gran investigación, en 1998 el director de la empresa Celera Genomics, Craig Venter, anunció su intención de determinar la secuencia del genoma humano. Debido a esto, el Proyecto Genoma Humano (PGH) paso de ser una investigación pública (como lo era internacionalmente) a ser una investigación público-privada. Finalmente, el 15 de febrero del 2002 el consorcio público presentó sus resultados en la revista *Nature*, mientras que Celera Genomics lo hizo un día después en la revista *Science* (Sánchez Ron 2007).

Estrictamente la secuenciación del genoma humano no tiene implicaciones biotecnológicas y ha tenido consecuencias relativamente reducidas. Sin embargo, las afirmaciones que se le han arrojado al PGH y a la secuenciación del genoma, son asimilables a la mayoría de los debates sociales originados por la biotecnología. No

obstante, hay una notable excepción: la cuestión de la patentabilidad de los genes. Este tema, no es objeto de nuestro interés en este trabajo (ya que, estrictamente, no está en el campo de la biotecnología aunque sí en los aledaños) pero lo mencionamos por dos razones. En primer lugar, por ser uno de los ejemplos destacados de vinculación entre el sistema tecnocientífico, el sistema económico y el jurídico. En segundo lugar, hacemos mención de los procesos de patentabilidad génica ya que estos se han unido a los procesos de patentado de organismos y han producido un gran debate político y social. A este nivel Muñoz afirma:

“Las *patentes de genes* son factibles en todos los campos de la biotecnología: secuencias de nucleótidos que codifican para proteínas, vectores, microorganismos u organismos superiores transformados por la secuencia y hasta los productos cuando el producto es nuevo por sí mismo. La correspondiente tecnología del proceso también puede ser protegida. La patentabilidad de secuencias de DNA de función desconocida es dudosa y controvertida. La organización HUGO (Organización del Genoma Humano) acepta que las patentes se concedan a los genes en su extensión, pero rechaza patentar secuencias fragmentarias de DNA que tengan una utilidad o función establecida” (Muñoz 2001: 106).

Lo que sí ha sido percibido socialmente, es la consecuencia del hecho de tener una “biblioteca” de genes. Ello facilita enormemente el trabajo sobre estos determinados genes y permite la transformación más exitosa y enfocada de nuestro genoma. Pues bien, esta posibilidad es la que ha originado reacciones polarizadas sobre las consecuencias sociales de este tipo de investigaciones. Por nuestra parte, hemos dejado constancia de esta iniciativa de investigación no tanto por su vinculación real con la biotecnología, sino por las consecuencias sociales y por la relación que se establece entre este tipo de investigaciones y la biotecnología.

Otro gran paso, dado recientemente, es el relativo dominio del proceso de clonación. Este proceso tiene una gran utilidad en biotecnología, ya que es

fundamental cultivar clones de una determinada planta en el laboratorio para poder originar un organismo transgénico vegetal, y ha generado una gran problemática social. En este sentido podemos trasladar aquí lo que nos muestra Malcom Grant:

“La biotecnología moderna relativa a las plantas se está desarrollando a través de diferentes frentes. En el debate en torno a los cultivos transgénicos han adquirido importancia dos aspectos:

(1) La mejora asistida por marcadores, en la que una corta secuencia de ADN actúa como etiqueta de otros genes estrechamente ligados. Esto es de hecho una técnica de huella genética, que permite a los mejoradores de plantas identificar en el fenotipo caracteres deseables a partir del genotipo, emparejando perfiles moleculares con propiedades físicas de la variedad. Esto permite una aceleración significativa de la velocidad de la mejora de plantas convencionales.

(2) La tecnología del ADN recombinante, también llamada modificación, manipulación o ingeniería genética, o transgénesis, y abreviada como «GM». En este proceso se puede aislar el ADN de cualquier clase de organismo e introducirlo en plantas de cultivo. Es más preciso que la mejora convencional en el sentido de que los genes introducidos son pocos y conocidos. Además, el rango de genes posibles que se pueden insertar es mucho mayor. Los genes pueden venir de otro organismo de la misma especie, quizá replicando en el laboratorio un proceso que podría haber ocurrido en la naturaleza, o de una especie totalmente diferente.” (Grant 2008: 110).

Esquema 2:
Ejemplo base de un protocolo a seguir para la transformación de un organismo vegetal

- 1 Un cultivo de la bacteria que porta el plásmido armado con los genes de nuestro interés. El cultivo se realiza en medio líquido adecuado que contiene, aparte de los nutrientes necesarios, el antibiótico (p.e. kanamicina) para el cual es resistente y que elimina el crecimiento de otras posibles cepas no resistentes.
- 2 Material vegetal estéril que puede provenir de cultivo “in vitro”. Este material (p.e. hoja) se corta en pequeños trozos de 1 cm y se sumergen en la solución bacteriana.
- 3 Se dejan de 1 hasta 12 horas, según el tipo de tejido, la planta y el grado de susceptibilidad a la infección. Se puede añadir a la solución alguna sustancia de tipo fenólico que actúan como señal química para la penetración de la bacteria.
- 4 Al cabo de ese tiempo de inoculación, se lavan con agua estéril, se secan sobre papel de filtro y se cultivan en una placa de Petri que contiene un medio nutritivo sólido al que se le ha añadido un antibiótico (p.e. cefotaxime) que controle y detenga el crecimiento de la bacteria.
- 5 Se ponen las placas en una cámara oscura a 26 °C durante 24 horas. Esta fase se llama co-cultivo y en ella la bacteria va penetrando en las células y transformándolas.
- 6 Se transpasan los explantos a placas nuevas que contienen medio sólido nutritivo con los reguladores de crecimiento adecuados y siguiendo con el antibiótico que controla el crecimiento bacteriano.
- 7 Se dejan las placas en las condiciones, previamente establecidas, de luz y temperatura más favorables para ese cultivo.
- 8 Se subcultivan cada 4 a 6 semanas pasando los explantos a medio nuevo de la misma composición, y se comprueba la formación de callo y de posibles órganos como yemas o raíces.
- 9 Una vez formadas las plantitas, se pasan a frascos de vidrio con medio nuevo y se dejan crecer para poder analizar si son plantas transgénicas o no.

Fuente: González Caamaño 2007, p. 104 y sig.

Como muestra González Caamaño (2007) antes de transformar genéticamente un organismo vegetal, tenemos que haber establecido previamente un método viable de regeneración de este organismo por medio de un cultivo *in vitro*. Por ello, es fundamental regenerar una planta completa a partir de una sola célula, un protoplasto, un trozo de hoja, de raíz, de callo ..., es decir, a partir de cualquier tipo de explanto que sea capaz, gracias a la acción de determinadas hormonas vegetales reguladoras del crecimiento (auxinas y citoquininas) regenerar una planta completa (González Caamaño 2007: 103). Por tanto, biotecnología, clonación y transformación genética están estrechamente relacionadas.

“La tecnología aplicada a las plantas nos ha abierto un campo nuevo y extenso en el que podremos llegar a dominarlas consiguiendo nuevas especies, o las que teníamos pero con las características deseadas. Plantas de diseño. Pero la curiosidad que nos lleva a descubrir nuevas cosas también puede llevarnos a creer que lo podemos todo, que podemos jugar a ser un dios creador de nuevas especies” (González Caamaño 2007: 106).

Este juego del que habla González Caamaño, fue reconocido inmediatamente después de que se introdujesen las primeras técnicas de ADN recombinante. Estas técnicas se desarrollaron gracias a los trabajos de Mertz y Davis, en 1972, quienes descubrieron que las moléculas de ADN se podían unir con facilidad una vez cortadas por el enzima de restricción *EcoRI*. Un año después, Cohen *et al.* desarrollaron un método de reordenamiento de moléculas de ADN, generando moléculas híbridas.

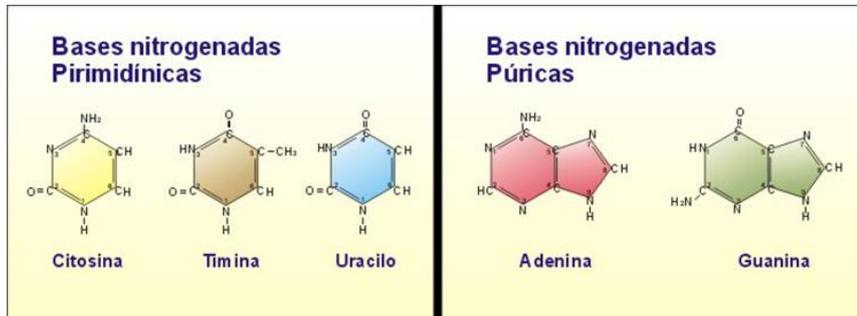
“Parecía claro que la biología molecular, ahora en la forma de ingeniería genética o biotecnología, podría permitir seleccionar no ya individuos, sino algunos de sus genes o porciones de ellos; crear, en definitiva, algo absolutamente nuevo: nuevas moléculas, nuevos genes y por tanto nueva vida” (Sánchez Ron 2007: 941).

3.4. Manipulación genética e Ingeniería genética

La manipulación del genoma de los distintos organismos está basada en la formación de nuevas combinaciones de material genético. Ello es debido a la posibilidad de inserción de fragmentos de ácidos nucleicos en el organismo que se desee modificar. Para lograr este objetivo, es necesario valerse en un vector, es decir

un artefacto biotécnico que haga las funciones de transportados del fragmento de ácido nucleico huésped hacia el material genético hospedador.

Gráfico 1. Bases nitrogenadas presentes en el material genético.



Fuente: Recorrido por las Ciencias de la Vida y las Ciencias de la Tierra. Proyecto de difusión y divulgación científica. Universidad de Alcalá de Henares.

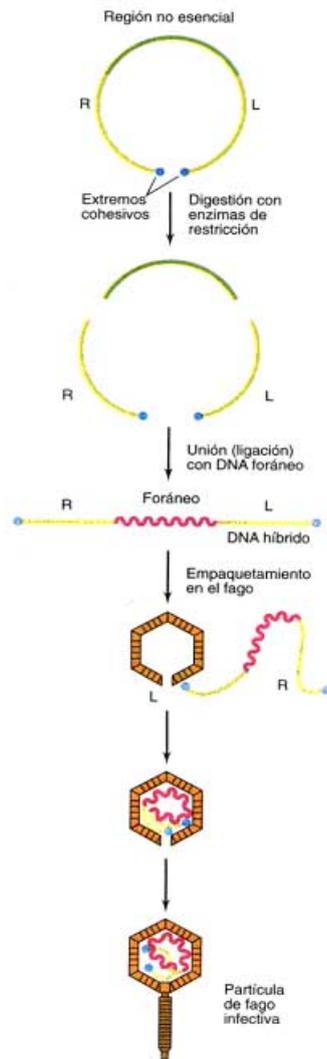
http://www2.uah.es/difusion_cientifica/

Llegar a realizar este proceso de transformación implica lo que se denomina como manipulación genética. Dicha técnica conlleva la fragmentación del material genético en trozos que puedan ser vehiculizados. Las responsables de este proceso de ruptura fueron descubiertas en 1970 por Werner Aber, Hamilton Smith y Daniel Nathans, y reciben el nombre de enzimas de restricción. Estas enzimas recorren el genoma y provocan cortes en ácido nucleico cuando éste presenta una determinada secuencia nucleotídica. Recordemos que los ácidos nucleicos están constituidos por diversos nucleótidos, los cuales pueden estar formados por diversas bases nitrogenadas (adenina, timina, citosina, guanina y uracilo), unidas a un azúcar un azúcar (ribosa o desoxirribosa) y un fosfato (ácido ortofosfórico).

A raíz del descubrimiento y la obtención de estas enzimas, paulatinamente se lograron identificar y aislar otras muchas enzimas de restricción (ver esquema 3). Posteriormente, se descubrieron otras enzimas fundamentales, las ligasas, que permitían unir dos fragmentos de material genético compatibles. Por tanto, gracias a estos descubrimientos fue posible fragmentar un determinado genoma obtener un fragmento de éste, e incorporarlo a un determinado vector (por ejemplo un virus) que permita la modificación del organismo hospedador y futuro OGM (ver Gráfico 2).

El descubrimiento de las enzimas que catalizan la manipulación del ADN, fueron los primeros pasos para la consecución de una serie de técnicas moleculares

Gráfico 2:
Incorporación de DNA foráneo a un virus vector



Fuente: Madigan et al. (1998)

que han logrado incrementar a un nivel, hasta ahora inimaginable, las posibilidades biotecnológicas del sistema tecnocientífico y, por tanto, del sistema social: secuenciación del ADN, terapia génica, bioinformática, creación de vacunas de ADN, etc. Tal y como nos muestra Emilio Muñoz en su libro *Biotecnología y sociedad*, a partir de la década de los ochenta y hasta la actualidad se han producido gran cantidad de desarrollos, proyectos e iniciativas que han contribuido a la potenciación de la biotecnología (Muñoz 2001: 21) de los que pueden destacarse los siguientes:

- Electroforesis en gel con campos pulsátiles: Desarrollada en 1984 (Cantor, C. y Schwartz, D).
- Reacción en cadena de la polimerasa (PCR): Descubierta por K. Mullis en 1980 y publicada en *Science* en 1985.
- Ensayos de campo con OGM: A partir de 1985 se empiezan a practicar ensayos con plantas modificadas con resistencia a herbicidas, insectos, virus y bacterias.
- Secuenciación del ADN por fluorescencia automatizada: Desarrollada por Caltech y Applied Biosystems (1986).

- Anticuerpos catalíticos: Aparecen en 1986 y son capaces de catalizar reacciones bioquímicas en los antígenos diana.
- Biolística o biobalística: Técnica comercializada por Du Pont para conseguir que el ADN penetre en las células. La fuerza que impulsa al material genético es la presión por disparo o la corriente eléctrica.

Esquema 3: Ejemplos de enzimas de restricción y su origen

Enzima de restricción	Organismo de donde se extrae
<i>EcoRI</i>	<i>Escherichia coli</i>
<i>EcoRII</i>	<i>Escherichia coli</i>
<i>HindII</i>	<i>Haemophilus influenzae</i>
<i>HindIII</i>	<i>Haemophilus influenzae</i>
<i>HaeIII</i>	<i>Haemophilus aegyptius</i>
<i>HpaII</i>	<i>Haemophilus parainfluenzae</i>
<i>PstI</i>	<i>Providencia stuartii</i>
<i>SmaI</i>	<i>Serratia marcesens</i>
<i>BamI</i>	<i>Bacillus amyloliquefaciens</i>
<i>BglII</i>	<i>Bacillus globiggi</i>

Fuente: Griffiths et al. (1998)

- Cromosomas artificiales de levaduras (YACS): Maynard Olson los obtuvo en 1987.
- Animales transgénicos: Producidos por primera vez en 1981 a partir de razones, en 1988 se lograron transgenizar ovejas y en 1990 vacas.
- Terapia génica: Los primeros ensayos clínicos comenzaron en 1981.

- Secuenciación del genoma: Varios genomas animales han sido secuenciados: levaduras, *Caenorhabditis elegans*, *Drosophila melanogaster*, bacterias, etc.
- Mapa físico del genoma humano: El mapa de primera generación fue publicado por Daniel Cohen *et al.* en la revista *Nature* (1993).
- Vacunas ADN: Inyección de plásmidos que codifican antígenos heterólogos, éstos determinan que los productos génicos generados estimulen la respuesta inmune.
- Bioinformática: Desarrollo de bases de datos, de microcomponentes de ADN (chips de ADN y arrays de ADN). En abril de 1999 se anuncia que un consorcio empresarial (Bayer, Bristol-Myers, Glaxo-Wellcome, Hoechst Marion Roussel, Monsanto, Novartis, Pfizer, Roche, SB y Zeneca) junto con la Fundación Wellcome Trust ponían en marcha una base de datos pública de mutaciones (polimorfismos de un solo nucleótido).
- Genómica funcional: Busca el análisis completo de la relación entre el genotipo y el fenotipo.
- Obtención de nuevos productos terapéuticos y nuevas formas farmacéuticas: Terapias basadas en proteínas, uso de microesferas compuestas de polímeros, liposomas, aerosoles, encapsulación con productos naturales, etc.
- Computación con ADN: Leonard Adleman demostró en 1994 que el ADN podía emplearse para codificar y resolver problemas matemáticos. A partir de ahí se han logrado grandes progresos en la combinación de computación con ADN y electrónica.
- Plantas como biorreactores: Producción de proteínas, vacunas, anticuerpos.
- Clonación.

- Etcétera.

Lo que hemos expuesto en este apartado muestra el gran avance que se ha ido produciendo en los últimos años de nuestra historia. De hecho, de una biología descriptiva se ha pasado a una biología con gran capacidad de manipulación del entorno natural y de la configuración biológica de todos los seres vivos (incluyendo a los humanos).

4. CONTEXTUALIZACIÓN ECONÓMICA

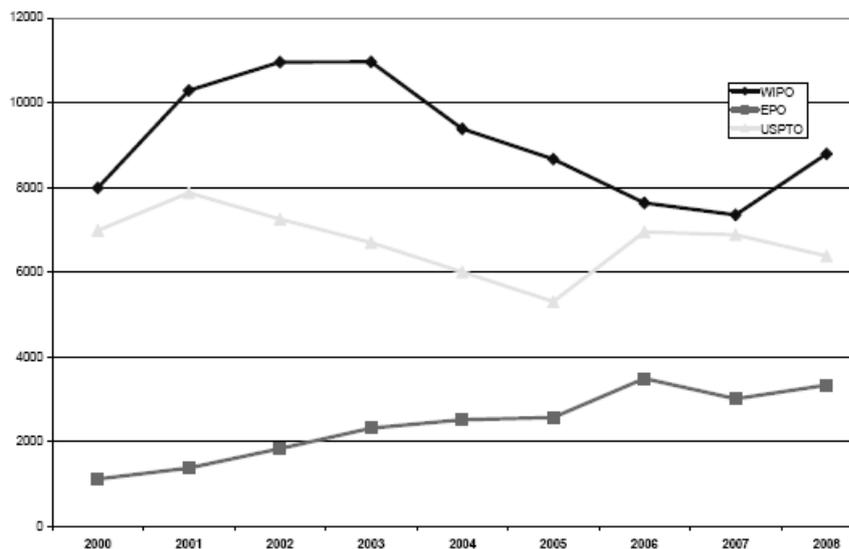
Hemos expuesto repetidamente la interpenetración creciente entre el sistema tecnocientífico y el económico. Por este motivo, no podemos pasar de largo de los factores económico-empresariales que condicionan, matizan e influyen en la (co)evolución del sector biotecnológico del sistema tecnocientífico. Por otro lado, el presente trabajo se centra, especialmente, en las regiones de habla castellana por lo que los datos que vamos a exponer a continuación se circunscriben fundamentalmente a este entorno. En este apartado expondremos, en primer lugar, datos sobre las patentes generadas en Iberoamérica para, posteriormente, mostrar el uso de la biotecnología en los últimos años.

Recordemos que en las empresas de base tecnológica, es fundamental el proceso de patentamiento de los productos para proteger los resultados de la actividad de I+D+i (investigación+desarrollo+innovación) algo que, como también expusimos antes, genera un problema de percepción social negativa en diversos sectores del sistema social. Además, las patentes son un elemento importante en las estrategias comerciales de las distintas corporaciones. De hecho, algunas empresas (en función de las características del mercado, del potencial económico del producto desarrollado y de la situación de los competidores) pueden llegar a decidir que la mejor opción para la protección de sus invenciones es el ocultamiento y el secretismo

(Barrete 2009). En este caso, como es obvio, no tenemos capacidad para mostrar dichos productos.

Pues bien, para analizar el desarrollo actual de patentes en iberoamérica el equipo coordinado por Barrete (2009) centró su atención en los datos provenientes de la Organización Mundial de la Propiedad Intelectual (WIPO, según sus siglas en inglés), de la Oficina de Patentes y Marcas de los Estados Unidos (USPTO) y de la Oficina Europea de Patentes (EPO).

Gráfico 3
Total de patentes otorgadas en biotecnología (WIPO, USPTO, EPO)

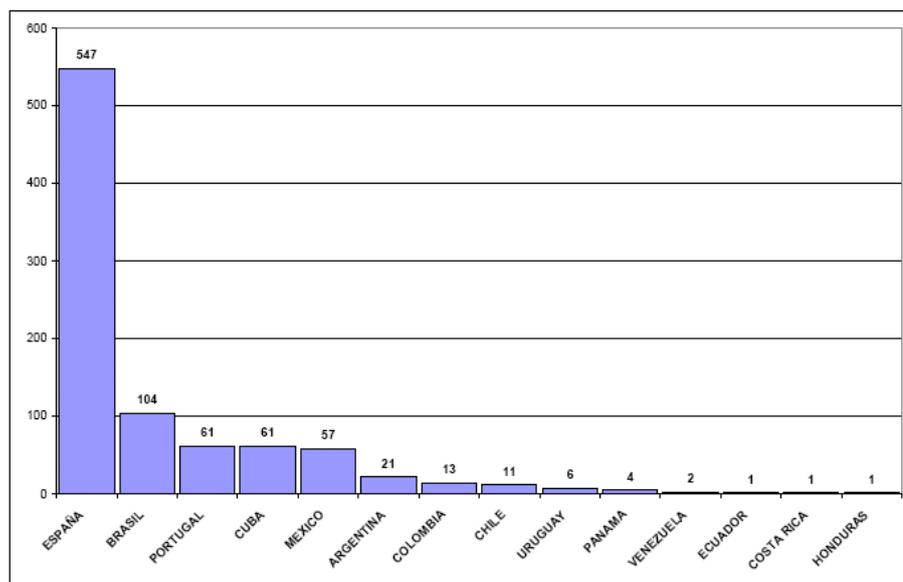


Fuente: Barrete, A. (2009) (Coord.): *La biotecnología en Iberoamérica. Situación actual y tendencias*, Organización de Estados Iberoamericanos-Agencia Española de Cooperación Internacional. Disponible en: http://www.oei.es/salactsi/ibero_bio_final.pdf

Los datos provenientes de la WIPO muestran que durante el bienio 2000-2001 se produjo un importante incremento en las patentes, pasando de 7.989 a 10.827, lo que supone un incremento del 29% en dicho periodo. Este dato se mantiene durante el año siguiente para comenzar un descenso constante a partir del año 2002. Curiosamente, en el año 2006 se registran valores inferiores a los que había en el 2000 (menos de 8.000 patentes), dato que sigue descendiendo al año siguiente. En cambio, en el año 2008 la tendencia se modifica sustancialmente alcanzando valores similares a los del 2005, obteniéndose un dato de 8.763 patentes.

Según la USPTO, el número de patentes registradas en el año 2000 ronda las 7.000, ascendiendo a un número cercano a las 8.000 en el 2001, para descender constantemente hasta el 2005. Posteriormente, en 2006 se alcanzan valores similares a los del año 2000 manteniéndose, más o menos constante hasta el año 2007, para descender al año siguiente a valores cercanos a las 6.000 patentes.

Gráfico 4
Patentes iberoamericanas en biotecnología (WIPO) según país del titular



Fuente: Barrete, A. (2009) (Coord.): *La biotecnología en Iberoamérica. Situación actual y tendencias*, Organización de Estados Iberoamericanos-Agencia Española de Cooperación Internacional. Disponible en: [http://www.oei.es/salactsi/ibero_bio_final.pdf]

Los datos provenientes de la EPO difieren sustancialmente de las otras fuentes de información. De hecho, en el periodo 2000-2008 el número de patentes registradas se va incrementando, prácticamente, en todos los años del periodo. No obstante, la gráfica muestra una moderación en dicho crecimiento en el bienio 2006-2008. Ahora bien, si nos centramos sólo en el ámbito iberoamericano, podemos comprobar que España es el estado que mayor cantidad de patentes registra respecto a los demás países de esta macro-región. De hecho, en el periodo 2000-2008 el número de patentes registradas (en función del titular de las mismas) ascendía a 547 en el caso español, seguido de 104 en Brasil, 61 de Portugal y Cuba, 57 de México, 21 de Argentina, 13 de Colombia, 11 de Chile, estando el resto por debajo de 10. Estos datos nos muestran que España es el país iberoamericano que mayor número de

patentes ha desarrollado en los últimos años. Su número de patentes que acumula España llega al 60% de todas las desarrolladas. Además, existe una concentración de patentes biotecnológicas en los cinco primeros países productores de patentes biotecnológicas lo cuales suman cerca del 95% de la producción total de iberoamérica (Barrete 2009).

Como es sabido, uno de los sectores biotecnológicos con mayor desarrollo es el cultivo de transgénicos. En este sentido, de 1996 a 2007, se ha producido un crecimiento continuado de la superficie mundial destinada a estos cultivos (James 2007). Por otro lado, en 2007 el número de países productores de cultivos biotecnológicos alcanzó la cifra total de 23, de los cuales 12 eran países empobrecidos y 11 industrializados (James 2007).

Esquema 4			
Superficie cultivada mundial en 2007 de productos agrobiotecnológicos.			
Puesto	País	Superficie (millones de hectáreas)	Tipo de cultivo
1°	Estados Unidos *	57,7	Soja, maíz, algodón, calabaza, papaya, colza y alfalfa
2°	Argentina *	19,1	Soja, maíz y algodón
3°	Brasil *	15,0	Soja y algodón
4°	Canadá *	7,0	Colza, maíz y soja
5°	India *	6,2	Algodón
6°	China *	3,8	Algodón, tomate, álamo, petunia, papaya y pimienta dulce
7°	Paraguay *	2,6	Soja
8°	Sudáfrica *	1,8	Maíz, soja y algodón
9°	Uruguay *	0,5	Soja y maíz
10°	Filipinas *	0,3	Maíz
11°	Australia *	0,1	Algodón
12°	España *	0,1	Maíz
13°	México *	0,1	Algodón y soja
14°	Colombia	<0,1	Algodón y clavel
15°	Chile	<0,1	Maíz, soja y colza
16°	Francia	<0,1	Maíz
17°	Honduras	<0,1	Maíz
18°	República Checa	<0,1	Maíz
19°	Portugal	<0,1	Maíz
20°	Alemania	<0,1	Maíz
21°	Eslovaquia	<0,1	Maíz
22°	Rumania	<0,1	Maíz
23°	Polonia	<0,1	Maíz

* Megapaíses biotecnológicos que cultivan un mínimo de 50.000 hectáreas de transgénicos
Fuente: Clive James (2007).

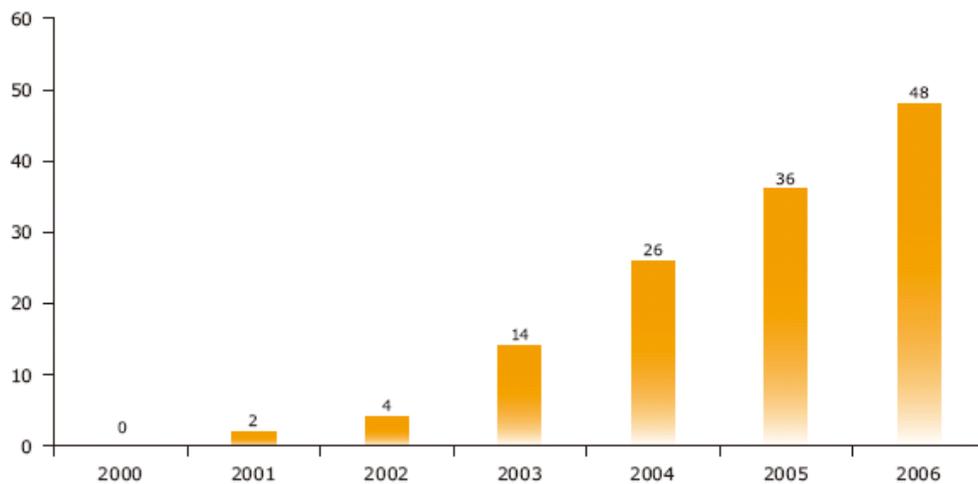
Como podremos comprobar en el esquema 4, Estados Unidos (EE.UU) es el primer país productor mundial de organismos transgénicos con una producción que llega al 50% de la cantidad total de OGMs. Por tanto, EE.UU constituye —en referencia a la descripción de las relaciones internacionales en base al código centro/periferia— parte fundamental del centro del sistema biotecnológico en base a la producción de OGMs, aunque también si nos fijamos en los niveles de patentes desarrolladas. No obstante, existen países como Argentina y Brasil que están incrementando paulatinamente su superficie de cultivo a niveles relativamente amplios en base a una valoración positiva de las posibilidades económicas y sociales que podrían generar estos artefactos biotecnológicos. A su vez, según James (2007), se prevé que en el año 2015, el número de países agrobiotecnológicos, cultivos y hectáreas prácticamente se llegue a duplicar. Asimismo, países como Burkina Faso, Egipto son candidatos a la incorporación de cultivos transgénicos; también es posible que se incluya Vietnam entre ellos. Todo ello hará que las previsiones del número de futuros agricultores de cultivos biotecnológicos ascienda a un total de 100 millones.

En referencia al mundo iberoamericano, España es el Estado que presenta una mayor producción biotecnológica, medida ésta en función de patentes, seguido de lejos por Brasil. En este sentido, según el informe *La biotecnología en iberoamérica*, existe una falta de dinamismo del sector privado ya que los principales titulares de patentes biotecnológicas son españolas. De hecho, nueve de cada diez principales titulares son de este Estado, mientras que el restante es de origen cubano. A su vez, dentro de los titulares españoles, el Consejo Superior de Investigaciones Científicas es el principal titular con una diferencia abismal con el resto. Por lo tanto, hacer referencia a la situación económica de la biotecnología sólo en España es suficiente como para tener una buena aproximación, con la salvedad de los datos expuestos previamente.

Tal y como se muestra en el informe *Relevancia de la biotecnología en España 2007* desarrollado bajo el auspicio de la Fundación Genoma España, los datos de producción de empresas de base tecnológica. Esta información es importante ya que nos da una pauta de evolución del sector biotecnológico dentro del contexto económico-empresarial. En este sentido, en el periodo 2000-2006 se ha reportado un notable incremento en el número de empresas de base tecnológicas generadas en las universidades españolas (Gráfico 5). De hecho, de un número inicial de cero

empresas en el año 2000, se ha pasado a un total de 48 empresas en el año 2006. A partir del periodo 2002-2003 es donde se ha generado una tendencia de constante incremento de la creación de *spin-off* (empresas de base tecnológicas). De hecho, en el año 2002 se generaron 4 nuevas corporaciones, mientras que hubo un incremento de 10 nuevas empresas en 2003, 12 en el 2004, 10 en el 2005 y, finalmente, 12 en el 2006.

Gráfico 5
Evolución del número de *spin-off* creadas desde las universidades españolas



Fuente: Garcés, F.; Montero, J. y Vega, M. (2007): *Relevancia de la biotecnología en España 2007*, Genoma España, Madrid.

Por otro lado, el INE (Instituto Nacional de Estadística) nos muestra que en España el número total de empresas que desarrollaban biotecnología en 2007 de un modo más o menos directo asciende a un total de 764. No obstante, no todas ellas realizan actividades innovadoras, las cuales generan nuevas aplicaciones y conocimiento. En este sentido, el número de empresas que realizaban I+D en 2007 ascendía a 561, teniendo la mayoría de ellas un tamaño menor a 250 empleado. Por otro lado, el número de corporaciones que emplean la biotecnología de manera principal o exclusiva es de 257, mientras que las que emplean la biotecnología como línea secundaria son 179 (Ver esquema 3).

Esquema 3			
Uso de la biotecnología por sectores de actividad, principales variables y tamaño de la empresa (2007).			
Unidades: datos económicos en miles de euros			
	< 250 empleados	250 y más empleados	Total 2007
EMPRESAS			
Empresas que realizan actividades relacionadas con la Biotecnología	691	73	764
Empresas que realizan I+D en Biotecnología	506	55	561
Empresas según la biotecnología que utilizan: El código genético	36	38	36
Empresas según la biotecnología que utilizan: Las unidades funcionales	33	38	34
Empresas según la biotecnología que utilizan: Cultivos e ingeniería celular y de tejidos	32	44	33
Empresas según la biotecnología que utilizan: Bioprocesos	48	52	48
Empresas según la biotecnología que utilizan: Organismos subcelulares	14	19	14
Empresas según la biotecnología que utilizan: Otros	20	10	19
Empresas en las que las actividades de biotecnología son: Principales y/o exclusivas	238	19	257
Empresas en las que las actividades de biotecnología son: Una línea de negocio secundaria	163	16	179
Empresas en las que las actividades de biotecnología son: Una herramienta necesaria para la producción	290	38	328
Empresas según el área o áreas de aplicación final de la utilización de la biotecnología: Salud humana	43	48	43
Empresas según el área o áreas de aplicación final de la utilización de la biotecnología: Salud animal y acuicultura	21	14	21
Empresas según el área o áreas de aplicación final de la utilización de la biotecnología: Alimentación	37	33	37

Comprensión multifocal de los Imaginarios Sociales de la biotecnología

Empresas según el área o áreas de aplicación final de la utilización de la biotecnología: Agricultura y producción forestal	21	12	20
Empresas según el área o áreas de aplicación final de la utilización de la biotecnología: Medioambiente	20	15	19
Empresas según el área o áreas de aplicación final de la utilización de la biotecnología: Industria	13	5	12
Empresas con ingresos de origen internacional relacionados con actividades biotecnológicas	12,6	15,1	12,8
1) Personal en biotecnología (nº personas)	5.757	2.969	8.726
1.1) De ellos mujeres	3.067	1.467	4.534
2) Personal en biotecnología (EJC)	4.664,1	2.553,6	7.217,7
2.1) De ellos mujeres	2.504,1	1.267,0	3.771,1
3) Personal en I+D (nº personas): Total por ocupación	3.873	1.355	5.228
3.1) Investigadores	2.136	810	2.946
3.2) Técnicos y auxiliares	1.737	545	2.282
3.3) De ellos mujeres	2.243	820	3.063
3.3.1) Investigadores	1.178	457	1.635
3.3.2) Técnicos y auxiliares	1.065	363	1.428
4) Personal en I+D en biotecnología (EJC): Total por ocupación	3.010,7	1.051,9	4.062,6
4.1) Investigadores	1.670,6	617,2	2.287,8
4.2) Técnicos y auxiliares	1.340,1	434,7	1.774,8
4.3) De ellos mujeres	1.764,5	657,6	2.422,1
4.3.1) Investigadores	941,1	353,5	1.294,6
4.3.2) Técnicos y auxiliares	823,4	304,1	1.127,5
Gastos en biotecnología (miles de euros): Total	375.029	164.479	539.507
Gastos internos en I+D en biotecnología (miles de euros): Total	253.334	122.812	376.146
1) Por naturaleza del gasto: Gastos corrientes	184.744	109.641	294.385
1.1) Retribución a investigadores	68.906	32.957	101.863
1.2) Retribución a técnicos y auxiliares	38.837	16.017	54.854
1.3) Otros gastos corrientes	77.000	60.668	137.669

2) Por naturaleza del gasto: Gastos de capital	68.590	13.171	81.761
2.1) Terrenos y edificios	7.203	1.666	8.870
2.2) Equipo e instrumentos	59.724	9.507	69.231
2.3) Adquisición de software específico para I+D	1.662	1.998	3.660
1) Por origen de fondos: Fondos nacionales	245.323	87.084	332.407
1.1) Fondos propios	141.711	73.381	215.092
1.2) De empresas	21.034	4.603	25.637
1.3) De Administraciones Públicas	80.270	8.543	88.813
1.4) De universidades	290	.	290
1.5) De instituciones privadas sin fines de lucro	2.018	558	2.576
2) Por origen de fondos: Fondos procedentes del extranjero	8.011	35.728	43.739
2.1) De programas de la Unión Europea	4.784	1.720	6.504
2.2) Otros fondos procedentes del extranjero	3.227	34.008	37.235
Empresas que consideran importante el siguiente obstáculo para desarrollar biotecnologías: Acceso a capital	36	21	35
Empresas que consideran de importancia el siguiente obstáculo para desarrollar biotecnologías: Acceso a tecnología / información	13	14	13
Empresas que consideran de importancia el siguiente obstáculo para desarrollar biotecnologías: Acceso a recursos humanos	15	18	15
Empresas que consideran importante el siguiente obstáculo para desarrollar biotecnologías: Mercado nacional demasiado pequeño	24	19	24
Empresas que consideran de importancia el siguiente obstáculo para el desarrollo de biotecnologías: Falta de acceso a mercados internacionales	17	14	17
Empresas que consideran de importancia el siguiente obstáculo para desarrollar biotecnologías: Falta de canales de distribución y comercialización	18	10	18
Empresas que consideran de	14	15	15

Comprensión multifocal de los Imaginarios Sociales de la biotecnología

importancia el siguiente obstáculo para desarrollar biotecnologías: Aceptación / percepción pública			
Empresas que consideran importante el siguiente obstáculo para desarrollar biotecnologías: Requerimientos reguladores	22	26	23
Empresas que consideran de gran importancia los siguientes obstáculos para el desarrollo de biotecnologías: Tiempo / coste	37	45	38
Empresas que consideran de gran importancia los siguientes obstáculos para el desarrollo de biotecnologías: Derecho de patente en manos ajenas	13	16	13
Empresas que consideran de gran importancia los siguientes obstáculos para el desarrollo de biotecnologías: Falta de protección de patentes	9	14	9
Empresas que han solicitado patentes en Biotecnología	11	10	11
Número de patentes solicitadas	211	91	302
AGRICULTURA			
Empresas que realizan actividades relacionadas con la Biotecnología	68	3	71
Empresas que realizan I+D en Biotecnología	52	3	55
Empresas según la biotecnología que utilizan: El código genético	46	67	46
Empresas según la biotecnología que utilizan: Las unidades funcionales	18	.	17
Empresas según la biotecnología que utilizan: Cultivos e ingeniería celular y de tejidos	35	33	35
Empresas según la biotecnología que utilizan: Bioprocesos	34	.	32
Empresas según la biotecnología que utilizan: Organismos subcelulares	10	.	10
Empresas según la biotecnología que utilizan: Otros	22	33	23
Empresas en las que las actividades de biotecnología son: Principales y/o exclusivas	13
Empresas en las que las actividades de biotecnología son: Una línea de	20

negocio secundaria			
Empresas en las que las actividades de biotecnología son: Una herramienta necesaria para la producción	38
Empresas según el área o áreas de aplicación final de la utilización de la biotecnología: Salud humana	3	.	3
Empresas según el área o áreas de aplicación final de la utilización de la biotecnología: Salud animal y acuicultura	40	33	39
Empresas según el área o áreas de aplicación final de la utilización de la biotecnología: Alimentación	18	33	18
Empresas según el área o áreas de aplicación final de la utilización de la biotecnología: Agricultura y producción forestal	53	67	54
Empresas según el área o áreas de aplicación final de la utilización de la biotecnología: Medioambiente	15	.	14
Empresas según el área o áreas de aplicación final de la utilización de la biotecnología: Industria	1	.	1
Empresas con ingresos de origen internacional relacionados con actividades biotecnológicas	5,9	.	5,6
1) Personal en biotecnología (nº personas)	575	56	631
1.1) De ellos mujeres	199	31	230
2) Personal en biotecnología (EJC)	447,4	46,4	493,8
2.1) De ellos mujeres	155,3	27,5	182,8
3) Personal en I+D (nº personas): Total por ocupación	395	56	451
3.1) Investigadores	122	13	135
3.2) Técnicos y auxiliares	273	43	316
3.3) De ellos mujeres	172	31	203
3.3.1) Investigadores	50	6	56
3.3.2) Técnicos y auxiliares	122	25	147
4) Personal en I+D en biotecnología (EJC): Total por ocupación	314,2	46,4	360,6
4.1) Investigadores	94,3	12,0	106,3
4.2) Técnicos y auxiliares	219,9	34,4	254,3
4.3) De ellos mujeres	132,8	27,5	160,3
4.3.1) Investigadores	41,0	5,5	46,5

Comprensión multifocal de los Imaginarios Sociales de la biotecnología

4.3.2) Técnicos y auxiliares	91,8	22,0	113,8
Gastos en biotecnología (miles de euros): Total	23.742	2.932	26.674
Gastos internos en I+D en biotecnología (miles de euros): Total	19.955	2.932	22.887
1) Por naturaleza del gasto: Gastos corrientes	16.639	2.670	19.309
1.1) Retribución a investigadores	3.665	430	4.096
1.2) Retribución a técnicos y auxiliares	6.110	776	6.885
1.3) Otros gastos corrientes	6.864	1.464	8.328
2) Por naturaleza del gasto: Gastos de capital	3.316	262	3.578
2.1) Terrenos y edificios	742	.	742
2.2) Equipo e instrumentos	2.462	262	2.723
2.3) Adquisición de software específico para I+D	113	.	113
1) Por origen de fondos: Fondos nacionales	19.913	1.932	21.845
1.1) Fondos propios	17.326	1.570	18.896
1.2) De empresas	153	.	153
1.3) De Administraciones Públicas	2.434	362	2.796
1.4) De universidades	.	.	.
1.5) De instituciones privadas sin fines de lucro	.	.	.
2) Por origen de fondos: Fondos procedentes del extranjero	42	1.000	1.042
2.1) De programas de la Unión Europea	42	1.000	1.042
2.2) Otros fondos procedentes del extranjero	.	.	.
Empresas que consideran de gran importancia los siguientes obstáculos para el desarrollo de biotecnologías: Acceso a capital	32	.	31
Empresas que consideran de importancia los siguientes obstáculos para desarrollo biotecnológico: Acceso a tecnología/información	12	.	11
Empresas que consideran de gran importancia los siguientes obstáculos para el desarrollo de biotecnologías: Acceso a recursos humanos	13	.	13
Empresas que consideran de gran importancia los siguientes obstáculos	13	.	13

para el desarrollo de biotecnologías: Mercado nacional demasiado pequeño			
Empresas que consideran de gran importancia los siguientes obstáculos para el desarrollo de biotecnologías: Falta de acceso a mercados internacionales	13	.	13
Empresas que consideran de gran importancia los siguientes obstáculos para el desarrollo de biotecnologías: Falta de canales de distribución y comercialización	9	.	8
Empresas que consideran importante el siguiente obstáculo para desarrollar biotecnologías: Aceptación / percepción pública	12	.	11
Empresas que consideran importante el siguiente obstáculo para desarrollar biotecnologías: Requerimientos reguladores	13	.	13
Empresas que consideran importante el sig. obstáculo para desarrollar biotecnologías: Tiempo / coste	28	67	30
Empresas que consideran importante el sig. obstáculo para desarrollar biotecnologías: Derecho de patente en manos ajenas	10	67	13
Empresas que consideran de importante el siguiente obstáculo para desarrollar biotecnologías: Falta de protección de patentes	12	.	11
Empresas que han solicitado patentes en Biotecnología	12	.	11
Número de patentes solicitadas	15	.	15
SERVICIOS			
Empresas que realizan actividades relacionadas con la Biotecnología	394	21	415
Empresas que realizan I+D en Biotecnología	297	11	308
Empresas según la biotecnología que usan: Código genético	45	52	46
Empresas según la biotecnología que usan: Unidades funcionales	39	62	40
Empresas según la biotecnología que utilizan: Cultivos e ingeniería celular y de tejidos	38	57	39
Empresas según la biotecnología que usan: Bioprocesos	38	19	37

Comprensión multifocal de los Imaginarios Sociales de la biotecnología

Empresas según la biotecnología que usan: Organismos subcelulares	15	24	16
Empresas según la biotecnología que usan: Otros	23	10	22
Empresas en las que las actividades de biotecnología son: Principales y/o exclusivas	174	5	179
Empresas en las que las actividades biotecnológicas son: Línea de negocio secundaria	109	7	116
Empresas en las que las actividades biotecnológicas son: Herramienta necesaria para la producción	111	9	120
Empresas según área o áreas de aplicación final del uso de la biotecnología: Salud humana	57	67	57
Empresas según área o áreas de aplicación final del uso de la biotecnología: Salud animal y acuicultura	23	19	23
Empresas según área o áreas de aplicación final del uso de la biotecnología: Alimentación	31	19	31
Empresas según área o áreas de aplicación final del uso de la biotecnología: Agricultura y producción forestal	18	10	18
Empresas según área o áreas de aplicación final del uso de la biotecnología: Medioambiente	22	5	21
Empresas según área o áreas de aplicación final del uso de la biotecnología: Industria	14	5	14
Empresas con ingresos de origen internacional relacionados con actividades biotecnológicas	12,7	9,5	12,5
1) Personal en biotecnología (número de personas)	3.442	982	4.424
1.1) De ellos mujeres	2.068	596	2.664
2) Personal en biotecnología (EJC)	2.761,3	784,6	3.545,9
2.1) De ellos mujeres	1.673,6	482,0	2.155,6
3) Personal en I+D en biotecnología (número de personas): Total por ocupación	2.689	505	3.194
3.1) Investigadores	1.624	352	1.976
3.2) Técnicos y auxiliares	1.065	153	1.218

3.3) De ellos mujeres	1.634	318	1.952
3.3.1) Investigadores	935	205	1.140
3.3.2) Técnicos y auxiliares	699	113	812
4) Personal en I+D en biotecnología (EJC): Total por ocupación	2.103,6	291,4	2.395,0
4.1) Investigadores	1.271,6	186,7	1.458,3
4.2) Técnicos y auxiliares	832,0	104,7	936,7
4.3) De ellos mujeres	1.292,3	194,2	1.486,5
4.3.1) Investigadores	743,1	112,7	855,8
4.3.2) Técnicos y auxiliares	549,2	81,5	630,7
Gastos en biotecnología (miles de euros): Total	263.642	30.142	293.784
Gastos internos en I+D en biotecnología (miles de euros): Total	186.080	16.723	202.803
1) Por naturaleza del gasto: Gastos corrientes	128.197	14.251	142.448
1.1) Retribución a investigadores	51.557	6.074	57.631
1.2) Retribución a técnicos y auxiliares	21.659	2.758	24.416
1.3) Otros gastos corrientes	54.981	5.419	60.401
2) Por naturaleza del gasto: Gastos de capital	57.883	2.472	60.355
2.1) Terrenos y edificios	5.794	807	6.601
2.2) Equipo e instrumentos	50.738	1.665	52.403
2.3) Adquisición de software específico para I+D	1.350	.	1.350
1) Por origen de fondos: Fondos nacionales	178.674	14.986	193.659
1.1) Fondos propios	83.088	6.257	89.346
1.2) De empresas	20.243	4.603	24.846
1.3) De Administraciones Públicas	73.102	3.568	76.670
1.4) De universidades	222	.	222
1.5) De instituciones privadas sin fines de lucro	2.018	558	2.576
2) Por origen de fondos: Fondos procedentes del extranjero	7.406	1.737	9.143
2.1) De programas de la Unión Europea	4.211	648	4.859
2.2) Otros fondos procedentes del extranjero	3.195	1.089	4.284

Comprensión multifocal de los Imaginarios Sociales de la biotecnología

Empresas que consideran de gran importancia los siguientes obstáculos para el desarrollo de biotecnologías: Acceso a capital	40	29	40
Empresas que consideran de importancia el siguiente obstáculo para desarrollar biotecnologías: Acceso a tecnología / información	14	14	14
Empresas que consideran importante el siguiente obstáculo para desarrollar biotecnologías: Acceso a recursos humanos	16	14	16
Empresas que consideran importante el siguiente obstáculo para desarrollar biotecnologías: Mercado nacional pequeño	28	10	27
Empresas que consideran de gran importancia los siguientes obstáculos para el desarrollo de biotecnologías: Falta de acceso a mercados internacionales	20	10	20
Empresas que consideran de gran importancia los siguientes obstáculos para el desarrollo de biotecnologías: Falta de canales de distribución y comercialización	22	14	22
Empresas que consideran de gran importancia los siguientes obstáculos para el desarrollo de biotecnologías: Aceptación / percepción pública	17	14	17
Empresas que consideran de gran importancia los siguientes obstáculos para el desarrollo de biotecnologías: Requerimientos reguladores	25	19	24
Empresas que consideran de gran importancia los siguientes obstáculos para el desarrollo de biotecnologías: Tiempo / coste	39	48	39
Empresas que consideran de gran importancia los siguientes obstáculos para el desarrollo de biotecnologías: Derecho de patente en manos ajenas	13	14	13
Empresas que consideran de gran importancia los siguientes obstáculos para el desarrollo de biotecnologías: Falta de protección de patentes	9	5	9
Empresas que han solicitado patentes en Biotecnología	13	10	13

Número de patentes solicitadas	163	3	166
INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN			
Empresas que realizan actividades relacionadas con la Biotecnología	229	49	278
Empresas que realizan I+D en Biotecnología	157	41	198
Empresas según la biotecnología que usan: El código genético	16	31	18
Empresas según la biotecnología que usan: Unidades funcionales	28	31	29
Empresas según la biotecnología que usan: Cultivos e ingeniería celular y de tejidos	20	39	23
Empresas según la biotecnología que utilizan: Bioprocesos	68	69	68
Empresas según la biotecnología que usan: Organismos subcelulares	12	18	13
Empresas según la biotecnología que usan: Otros	15	8	14
Empresas en las que las actividades de biotecnología son: Principales y/o exclusivas	51	14	65
Empresas en las que las actividades de biotecnología son: Una línea de negocio secundaria	36	7	43
Empresas en las que las actividades de biotecnología son: Una herramienta necesaria para la producción	142	28	170
Empresas según el área o áreas de aplicación final de la utilización de la biotecnología: Salud humana	30	43	32
Empresas según el área o áreas de aplicación final de la utilización de la biotecnología: Salud animal y acuicultura	13	10	13
Empresas según el área o áreas de aplicación final de la utilización de la biotecnología: Alimentación	52	39	50
Empresas según el área o áreas de aplicación final de la utilización de la biotecnología: Agricultura y producción forestal	17	10	15
Empresas según el área o áreas de aplicación final de la utilización de la biotecnología: Medioambiente	17	20	17

Comprensión multifocal de los Imaginarios Sociales de la biotecnología

Empresas según el área o áreas de aplicación final de la utilización de la biotecnología: Industria	14	6	13
Empresas con ingresos de origen internacional relacionados con actividades biotecnológicas	14,4	18,4	15,1
1) Personal en biotecnología (número de personas)	1.740	1.931	3.671
1.1) De ellos mujeres	800	840	1.640
2) Personal en biotecnología (EJC)	1.455,4	1.722,6	3.178,0
2.1) De ellos mujeres	675,2	757,5	1.432,7
3) Personal en I+D en biotecnología (nº personas): Total por ocupación	789	794	1.583
3.1) Investigadores	390	445	835
3.2) Técnicos y auxiliares	399	349	748
3.3) De ellos mujeres	437	471	908
3.3.1) Investigadores	193	246	439
3.3.2) Técnicos y auxiliares	244	225	469
4) Personal en I+D en biotecnología (EJC): Total por ocupación	592,9	714,1	1.307,0
4.1) Investigadores	304,7	418,5	723,2
4.2) Técnicos y auxiliares	288,2	295,6	583,8
4.3) De ellos mujeres	339,4	435,9	775,3
4.3.1) Investigadores	157,0	235,3	392,3
4.3.2) Técnicos y auxiliares	182,4	200,6	383,0
Gastos en biotecnología (miles de euros): Total	87.645	131.405	219.049
Gastos internos en I+D en biotecnología (miles de euros): Total	47.299	103.158	150.457
1) Por naturaleza del gasto: Gastos corrientes	39.908	92.721	132.628
1.1) Retribución a investigadores	13.684	26.452	40.136
1.2) Retribución a técnicos y auxiliares	11.069	12.483	23.553
1.3) Otros gastos corrientes	15.155	53.785	68.940
2) Por naturaleza del gasto: Gastos de capital	7.391	10.437	17.829
2.1) Terrenos y edificios	668	859	1.527
2.2) Equipo e instrumentos	6.524	7.580	14.104
2.3) Adquisición de software específico para I+D	199	1.998	2.197
1) Por origen de fondos: Fondos nacionales	46.736	70.167	116.903

1.1) Fondos propios	41.296	65.554	106.851
1.2) De empresas	638	.	638
1.3) De Administraciones Públicas	4.734	4.613	9.347
1.4) De universidades	68	.	68
1.5) De instituciones privadas sin fines de lucro	.	.	.
2) Por origen de fondos: Fondos procedentes del extranjero	562	32.991	33.554
2.1) De programas de la Unión Europea	530	72	602
2.2) Otros fondos procedentes del extranjero	32	32.919	32.951
Empresas que consideran importante el siguiente obstáculo para el desarrollo de biotecnologías: Acceso a capital	31	18	29
Empresas que consideran de gran importancia los siguientes obstáculos para el desarrollo de biotecnologías: Acceso a tecnología / información	12	14	13
Empresas que consideran de gran importancia los siguientes obstáculos para el desarrollo de biotecnologías: Acceso a recursos humanos	13	20	14
Empresas que consideran de gran importancia los siguientes obstáculos para el desarrollo de biotecnologías: Mercado nacional pequeño	21	24	21
Empresas que consideran de gran importancia los siguientes obstáculos para el desarrollo de biotecnologías: Falta de acceso a mercados internacionales	14	16	14
Empresas que consideran importante el siguiente obstáculo para desarrollar biotecnologías: Falta de canales de distribución y comercialización	14	8	13
Empresas que consideran de gran importancia los siguientes obstáculos para el desarrollo de biotecnologías: Aceptación / percepción pública	11	16	12
Empresas que consideran de gran importancia los siguientes obstáculos para el desarrollo de biotecnologías: Requerimientos reguladores	21	31	23
Empresas que consideran de gran importancia los siguientes obstáculos para el desarrollo de biotecnologías: Tiempo / coste	38	43	38
Empresas que consideran de gran importancia los siguientes obstáculos para el desarrollo de biotecnologías: Derecho	13	14	13

de patente en manos ajenas			
Empresas que consideran de gran importancia los siguientes obstáculos para el desarrollo de biotecnologías: Falta de protección de patentes	8	18	10
Empresas que han solicitado patentes en Biotecnología	7	10	8
Número de patentes solicitadas	33	88	121

Notas:

1) EJC: equivalencia a jornada completa

El dato '.' significa que no se desglosa según tamaño por problemas de confidencialidad

El dato '!' significa dato numérico igual a cero no resultante de redondeo

Fuente: Instituto Nacional de Estadística (<http://www.ines.es>)

Del total de empresas españolas, 257 (33,6 %) realizan actividades biotecnológicas de manera principal y/o exclusiva, en cambio asciende a 179 (23,4 %) el número de corporaciones cuya línea de negocio secundaria es la biotecnología, por último son 328 (casi el 43 %) aquellas empresas para las cuales la biotecnología es una actividad necesaria para su producción. A su vez, en el esquema 3 se muestran un desglose del número de empresas españolas en función de la actividad que desarrollan. Este esquema de la situación de las empresas de biotecnología en España nos muestra la creciente importancia que va teniendo esta actividad en el desarrollo del sistema económico-empresarial español. De hecho, en los últimos años la biotecnología (entendida esta en sentido amplio) es, junto con las tecnologías de la información y comunicación, uno de los pilares fundamentales del nuevo sistema productivo. También ha ido adquiriendo gran importancia en los últimos años el desarrollo tecnocientífico energético, de ahí que éste sea también uno de los sectores económico-empresarial fundamental. No obstante, alguno de los avances provenientes de este sector implica desarrollos biotecnológicos. Pongamos por ejemplo, los progresos generados a partir de los estudios e investigaciones sobre los biocombustibles de tercera y cuarta generación, la producción de organismos transgénicos para la obtención de biomasa o de aceites para la obtención de biocombustibles etc.

Por tanto, desde una perspectiva económico-empresarial la relevancia del sector biotecnológico es relativamente creciente aunque en los Estados iberoamericanos el desarrollo económico-empresarial de esta nueva tecnología es

netamente menor si lo comparamos con el desarrollo estadounidense. No obstante, existe una consideración institucional generalizada de que el desarrollo biotecnológico aportará más beneficios que perjuicios. Por esta razón, Estados como Argentina, Brasil, Paraguay y Uruguay han apostado por la producción y se encuentran entre los 10 primeros países productores agrobiotecnológicos (tal y como hemos mostrado en los datos de producción previos). Estos datos, en cambio, no se corresponden con un crecimiento del número de patentes provenientes de estos países, lo que está convirtiendo a estas regiones en fuentes de material biotecnológico pero dependientes de los artefactos necesarios para su producción y para la consecución de nuevas variedades biotecnológicas.

5. CONTEXTUALIZACIÓN SOCIAL

Una vez mostrados los aspectos más relevantes de la historia de la biotecnología moderna y los aspectos económicos de esta actividad, nos centraremos ahora en el contexto social relativo a la biotecnología. Estos aspectos nos dan idea de la percepción social que existe hacia los artefactos biotecnológicos y hacia sus consecuencias para poder afrontar así el estudio de los imaginarios sociales actuales de la biotecnología. Antes de eso conviene recordar una vez más la importancia que el sistema tecnocientífico ha adquirido en los últimos años convirtiéndose en uno de los subsistemas con mayor peso dentro del gran sistema social.

Actualmente es imposible pensar al ser humano sin tener presente la interpenetración de este subsistema. De ahí que Donna J. Haraway (1991) haya afirmado que no hay una diferenciación ontológica fundamental en nuestro conocimiento formal entre las máquinas y los organismos o, si se prefiere, entre lo técnico y lo orgánico. Para esta autora el cyborg es un concepto con gran relevancia antropológica y social que nos permite entender nuestra realidad actual. En este punto coincidimos plenamente con Haraway, así como con otros pensadores actuales (Aguilar García 2008, García Manso 2006, García Selgas 1999, Gómez Pin 2006, Gray 2002, Law 2000, Mann y Niedzwiecki 2001, Moya 2007, Shields 2006, entre

muchos otros). No obstante, téngase en cuenta que estamos asumiendo que dada nuestras transformaciones propias y del entorno, los sistemas de los que hemos hablado al comienzo están siendo configurados tecnocientíficamente. En este sentido García Selgas ha afirmado lo siguiente:

“El cyborg sería la figura nuclear de nuestro espacio-tiempo, aquella en la que se entrelazan y hacen más visibles las normas principales de interpenetración, valoración y localización [...] al menos en lo referente al agente social. En este sentido, el cyborg sería la figura que anuda los principales argumentos o temas de nuestras narrativas de identidad y permite materializar, encarnar o ver los acontecimientos, las tensiones y las condiciones que hoy perfilan a los posibles agentes sociales” (García Selgas 1999: 185).

Vamos a dejar abierto este camino de investigación aunque es necesario advertir que el concepto de cyborg tiene gran relevancia epistémica en lo referente a la biotecnología puesto que permite conjugar los nuevos procesos de interpenetración entre la sociedad, la naturaleza, la persona y la tecnociencia. De hecho, los avances biotecnológicos que se están desarrollando actualmente permiten pensar en una nueva configuración antropológica del ser humano cercana a un cyborg. A su vez, una nueva realidad humana concebida a través de dicha interpenetración puede generar transformaciones sociales insospechadas

Los implantes en las distintas partes del cuerpo (dientes, marcapasos, pechos, pelo, etc.), los distintos tipos de cirugía, los actuales mecanismos de fecundación e incluso los procesos de producción alimentaria (profundamente industrializada), recuerdan una realidad cercana al mundo cyborg de los filmes de ciencia-ficción. Por ello, las pre-realidades iniciadas en nuestra imaginación se convierten en realidades gracias a la actividad tecnocientífica. Por ejemplo, ante la tradicional intención humana de mantener su salud e incrementar su vida, han surgido numerosos procesos biomédicos cuya finalidad es la de eliminar el problema biosanitario.

Las transformaciones biotecnológicas son todavía muy recientes y la medicina todavía es deudora del conocimiento físico y químico (farmacológico). De hecho, actividades biosanitarias como la odontología (prótesis, implantes, empastes, etc.), la traumatología (prótesis, escayolas, tornillos osteogénicos, etc.) o la cardiología (*bypass*, membranas, etc.) son claramente dependientes de cuestiones físicas. En cambio, el conocimiento biotecnológico ha traído consigo la posibilidad de producir órganos *in vitro* que podrán ser transplantados e ir, así, solventando algún tipo de problema fisiológico producido. Pues bien, podemos afirmar que la metáfora del cyborg es, como bien afirma Casado Neira (2010), dependiente de la conceptualización cartesiana del mundo (mundo = máquina), pero también es dependiente de una nueva realidad comunicacional (Sádaba 2009) y, cada vez más, se está convirtiendo en una realidad biotecnológica.

Pues bien, el concepto de cyborg nos permite entender y explicar la nueva situación en la que nos encontramos, de ahí que consideremos que dicho término tiene gran relevancia epistémica. Ello no quiere decir que la sociedad tenga que concebir que la situación se produzca del mismo modo. De hecho, la actual concepción social entiende a la persona, al sistema psíquico, no como un cyborg (una estructura funcional socio-biotecno-psíquica) si no como un agente de transformación social con capacidad de modificar su entorno y su realidad. Por esta razón, vamos a dejar a un lado este concepto (por su baja percolación social) y nos vamos a centrar en cómo la sociedad percibe los avances que se van produciendo dentro del campo de las biotecnologías y el discurso empleado para ello.

5.1. *Percepción social.*

Entre 1991 y 1992 investigadores de *Center for Biotechnology Policy and Ethics* de la Universidad A&M de Texas analizaron 132 artículos sobre biotecnología (Grace 1998: 234). La mayoría de la información provenía de corporaciones industriales y de instituciones universitarias. Los argumentos de estos trabajos hablaban, fundamentalmente, de los beneficios económicos para la salud, de cuestiones legales

y de los peligros potenciales. Además, los artículos vinculados con las universidades eran los que transmitían un discurso más proclive a la biotecnología, aunque los propios científicos afirmaban que ello podría ser debido a los periodistas (Grace 1998: 234). En esa misma época, el Instituto de Estudios Sociales Avanzados (IESA-CSIC) de España, publicó los datos de una serie de trabajos sobre la percepción social de estas nuevas tecnologías biológicas. De los españoles entrevistados, el 49% consideraban que era inaceptable el empleo de técnicas de ingeniería genética en células humanas y el 64% en embriones. No obstante, el 81% mostraban una actitud favorable al empleo de estas técnicas en plantas, un 61% en animales y un 78% en bacterias. Lo más curioso, es que el conocimiento de los avances biotecnológicos más destacados en aquel momento, era muy escaso o nulo. Por ello, las posturas de rechazo a la biotecnología, o las biotecnologías, parecían estar vinculadas sobre todo con un menor conocimiento del tema, pero, curiosamente, era en los grupos de personas con mayor información donde estaban las oposiciones más firmes a estas tecnologías (Moreno y col. 1992).

En el Eurobarómetro de 1996 se obtuvieron un gran número de datos de los que sólo destacaremos algunos. Según dicho sondeo, a medida que aumenta el grado de conocimiento objetivo de la biotecnología (medido a través de un cuestionario) aumenta también el optimismo hacia estas nuevas tecnologías. Por otro lado, el 83% de los consultados consideraban útiles las aplicaciones de la biotecnología en la detección de enfermedades hereditarias, el 80% afirmaban que se serían beneficiosas socialmente en la consecución de vacunas o en la producción de medicinas, el 69% aseguraban su utilidad en su aplicación a plantas, mientras que el porcentaje bajaba al 54% en lo que tenía que ver con los alimentos y con los trasplantes.

En 1997 en España, el CIS realizó un trabajo de investigación sobre la percepción social de la biotecnología en nuestro Estado. En dicha investigación se afirma que las cuestiones principales que se han suscitado en relación con estas tecnologías son las siguientes:

- *“Libertad y regulación en las nuevas formas de reproducción.* Las tecnologías de reproducción asistida plantean la posibilidad de, por ejemplo, la selección del sexo del futuro hijo, la existencia de «madres de alquiler», la reproducción de mujeres de edad avanzada, etc. Hay colectivos que se oponen a algunas de estas aplicaciones porque consideran que redefinen conceptos como los de paternidad y maternidad. También se ha argumentado que estas nuevas formas de reproducción pueden crear problemas a los hijos. Desde este punto de vista, sería necesaria una regulación que impidiera las situaciones más problemáticas. La regulación de estas tecnologías es vista por otros sectores de la población como una limitación de la libertad de reproducción abierta por el desarrollo científico.

- *La «barbarie del embarazo» versus el «tecnopatriarcado».* El debate acerca de las tecnologías de reproducción asistida ha sido particularmente intenso en el seno del movimiento feminista. Estas tecnologías contribuirían, bajo el prisma de algunas feministas, a liberar a las mujeres de una posición social de opresión ligada a su biología. Desde un punto de vista radicalmente distinto, las tecnologías de reproducción potenciarían precisamente el papel reproductor de la mujer.

- *La engenesia.* Las tecnologías de reproducción asistida posibilitan la elección de características de los futuros hijos. En algunos casos esta elección puede estar relacionada con la eliminación de enfermedades genéticas. Pero se ha argumentado que estas prácticas se pueden convertir en una «pendiente deslizante» que conduzca a la selección de otro tipo de características (físicas o comportamentales)” (Atienza y Luján 1997: 9).

Actualmente todo parece indicar que las cuestiones principales que mencionaban Atienza y Luján no se han mantenido vigentes y que los discursos,

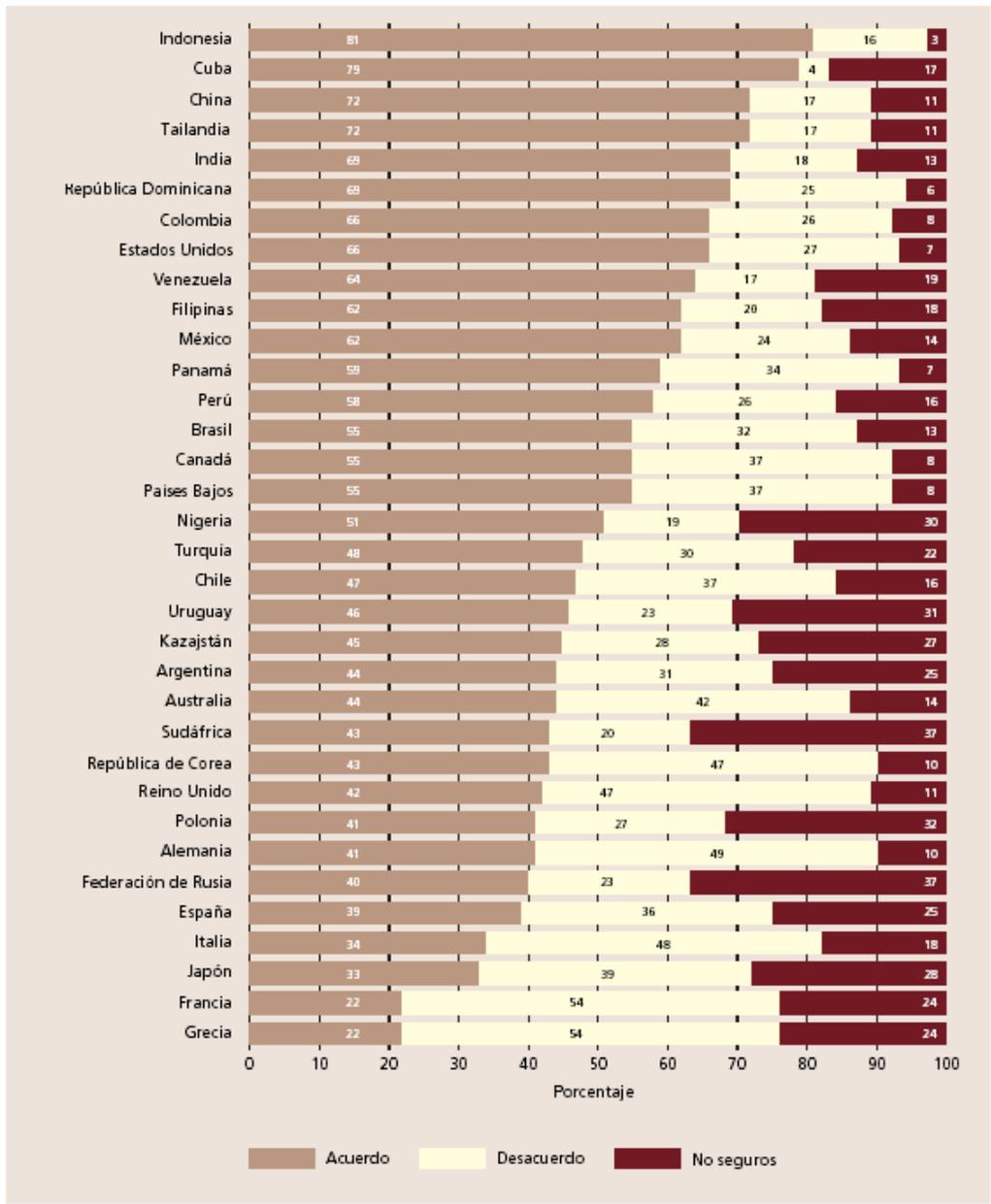
preocupaciones y debates se han dirigido por otras sendas. Posteriormente, en el año 2000 se publicó el *Eurobarómetro 52.1* realizado entre noviembre y diciembre de 1999. En él se obtuvieron unos datos similares ya que el 72% de los encuestados consideraban útil la biotecnología para la detección de enfermedades hereditarias, el 68% la incorporación de genes humanos en bacterias y el 43% la producción de alimentos.

Comparando los datos de ambos barómetros, se puede comprobar que un menor número de las personas consultadas consideran que la biotecnología tenga utilidad (dentro de los parámetros de la encuesta). No obstante, la percepción del riesgo de todas las posibles aplicaciones se mantiene intacta en este periodo.

En ese mismo año (2000) la FAO publicó un trabajo sobre la percepción pública de la biotecnología agrícola. En ese trabajo se hizo un análisis sociológico sobre la percepción entre los beneficios y los riesgos sociales de las biotecnologías. En este trabajo se realizaron encuestas en países asiáticos, europeos, africanos y americanos. Según este trabajo, los países que consideraban que los beneficios de las biotecnologías eran superiores a los riesgos eran los siguientes: Indonesia (81%), Cuba (79%), China (72%), Tailandia (72%), India (69%), República Dominicana (69%), Colombia (66%), Estados Unidos (66%), Venezuela (64%), Filipinas (62%), México (62%), Panamá (59%), Perú (58%), Brasil (55%), Canadá (55%), Países Bajos (55%) y Nigeria (51%).

Un año después (2001), en el *Eurobarómetro 55.2*, donde se trabajó sobre la relación entre los europeos, la ciencia y la tecnología, hay una parte dedicada a los organismos genéticamente modificados. En ella, el 94,6% de los preguntados estaban en total acuerdo con su derecho a ser preguntado sobre estos organismos, a su vez el 70,9% de todos los encuestados rechazaban este tipo de alimentos. Por otro lado, el 54,8% del total consideraban que estos alimentos contenían algún peligro particular, mientras que el 30,6% contestaron que no sabían.

FIGURA 10
¿Son los beneficios de la biotecnología superiores a los riesgos?



Fuente: Envrionics International, 2000.

En 2001, el CIS desarrolló un estudio en el que se preguntó a los españoles si la biotecnología mejorará o empeorará nuestra calidad de vida en el futuro. Del total de encuestados, el 54,9% consideraban que esta disciplina mejorará nuestra vida. De hecho, en lo que se refiere a la salud la mayor parte de los españoles no tienen dudas respecto al uso de la biotecnología y de la ingeniería genética. El 92,8% apoyan el uso de la ingeniería genética para curar enfermedades hereditarias (Fernández Prados 2003). El 90,7% secundan su utilización para que los niños no se vean afectados por

estas mismas enfermedades (Fernández Prados 2003). Y el 85,8% están de acuerdo en emplear estas técnicas para reducir el riesgo de padecer enfermedades graves (Fernández Prados 2003). Este contexto inicial de aceptación de la biotecnología aplicada a humanos se rompe a la hora de hablar de la manipulación de embriones y del origen de la vida. En este caso, afirma Fernández Prados, el rechazo es mayoritario.

Respecto a la experimentación animal, el mismo autor que acabamos de mencionar, afirma que el rechazo a la clonación animal es reiterado, bien porque se considera que va en contra de la naturaleza (índice de opinión pública (IOP) = 90,3%), bien porque amenaza el orden natural de las cosas (IOP = 87,3%).

En referencia a los transgénicos, la consideración pública es generalmente negativa ya que se percibe que estos nuevos organismos, así como las tecnologías que permiten su desarrollo, no van a resolver ningún problema existente. En segundo lugar, no se tiene nada claro que existan suficientes estudios que permitan conocer los riesgos y consecuencias de su aplicación. Por último, la sociedad también considera que detrás de los transgénicos se encuentran los intereses de las grandes empresas (Fernández Prados 2003 y Muñoz 2001).

Otro análisis sobre la opinión acerca de la biotecnología, los OMGs, etc. fue desarrollado por la Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe entre el 4 y el 22 de Marzo de 2002 a través de una conferencia electrónica sobre esta temática. En dicho marco se pusieron en diálogo expertos vinculados a temas de biotecnología en países de América Latina y el Caribe. Este grupo incluía profesionales pertenecientes a Institutos de Investigación y Universidades, Comisiones Nacionales de Bioseguridad, Organizaciones no Gubernamentales de Consumidores, Medio Ambiente y Producción Orgánica, Empresas Latinoamericanas de Biotecnología Agrícola, y coordinadores representantes de REDBIO. A ellos se les preguntó por cuáles por el debate generado acerca de la biotecnología y de sus productos dividiendo los argumentos en dos temas:

- a) Percepción pública.
- b) Inocuidad de los alimentos.

a) Percepción pública

a.1. Percepción negativa de la biotecnología

Esta percepción está ocasionada por la incertidumbre generada por la percepción negativa de los alimentos derivados de los OGM. Por otro lado, se señaló como elemento problemático la falta de conocimiento en todos los niveles: político, educativo, medios, público en general que han influido en esta percepción negativa. Según estos expertos la biotecnología requiere un elevado conocimiento técnico lo que hace que los ciudadanos, en su mayoría, no entiendan con facilidad los productos biotecnológicos generando, por ello, desconfianza. Por otra parte, varios participantes señalaron como problema la desconfianza hacia las empresas transnacionales, temor a lo nuevo, desconfianza en los sistemas reguladores y amenaza sobre la biodiversidad. Los conflictos de intereses son aparentes para las organizaciones de promoción de la agricultura tradicional quienes ven afectados a los pequeños agricultores por la competencia que representan las variedades transgénica o convencionales mejoradas consideradas más productivas. Asimismo, los representantes de estas organizaciones también consideran, respecto al etiquetado “orgánico”, que éste está basado en conceptos normativos y de marketing y no en impactos indeseables sobre el ambiente.

a.2. Informar/comunicar/educar.

Estos representantes consideran relevante fortalecer la actividad informativa y educacional. Sin embargo, se considera importante contar con la participación de expertos en educación y comunicación. Algunas de los planteamientos expresados por los expertos afirman que sería conveniente incorporar materias biotecnológicas en la enseñanza en los niveles educativos, secundarios y superior.

a.3. Los sistemas reguladores.

Este aspecto está relacionado con el tema educacional y se planteo que el hecho de tener un consumidor educado no significa necesariamente que se lograra disipar el temor de los consumidores por los alimentos OGM si no está acompañado por otras medidas. Estas últimas tendrían, según ellos, que estar dirigidas a mejorar la

credibilidad de las industrias de los alimentos y fundamentalmente las instituciones reguladoras. La importancia de los sistemas de regulación, fue ejemplificada en los daños al medio ambiente y a la salud de la gente causados por el agujero de ozono, vacas locas, contagio de HIV en transfusiones, dioxinas en alimentos, derrames de petróleo en mares y ríos, etc.

b) Inocuidad de los alimentos

Respecto a este tema el problema se ha centrado en los alimentos producidos a partir de los Organismos Modificados Genéticamente. Estos alimentos, como se ha dicho antes, generan incertidumbre respecto a su inocuidad ya que no se puede afirmar, hasta la fecha, que esté demostrada su seguridad o bien que exista un sistema que permita asegurar su inocuidad. Frente a esto las opiniones son encontradas y, según la mayoría de ellos, sólo la evidencia tecnocientífica será la que disipe las dudas planteadas por algunos grupos.

Todos estos datos permiten aseverar, tal y como hace Emilio Muñoz, lo siguiente:

“Son numerosas las áreas de la ciencia que la sociedad española estima que hay que apoyar por considerar que han contribuido y contribuyen a la mejora de la calidad de vida de los ciudadanos. Las áreas que más consenso suscitan son las relacionadas con la salud y el medio ambiente. Es realmente impresionante el alto grado de apoyo social que reciben los trasplantes de órganos, con un 97% de apoyo por parte de los encuestados, dato que es muy específico del caso español y una prueba, [...], de la relevancia que los hechos culturales tienen en los estudios de percepción social” (Muñoz 2001: 98).

Podemos añadir a estas consideraciones otras que ha realizado Paloma Herrera al respecto:

“A diferencia de otros debates públicos que han involucrado cuestiones científicas (“vacas locas”, fecundación *in vitro*, métodos anticonceptivos, clonación,...), el que se mantiene en torno a los OGMs no comienza por ser un debate general al que se fueran incorporando distintos agentes sociales, sino que, desde su comienzo mismo, se trata de una controversia creada y mantenida por unos agentes muy específicos. Efectivamente, en España, la polémica pública sólo salta cuando, a mediados de la década de los 90, ciertos grupos empresariales ya tienen comprometidos un importante volumen de producción y comercialización de semillas transgénicas. Es entonces cuando ciertos grupos, fundamentalmente ecologistas, levantan su voz alertando de sus riesgos potenciales y, a partir de ello, unos y otros, empresas y ecologistas, convocan la intervención de expertos en apoyo de sus respectivas posiciones. Otros agentes, como los sindicatos agrarios (u organizaciones profesionales agrarias), se unirán incorporando paulatinamente a la discusión, y otros más se moverán en alguna de las órbitas de estos agentes principales, como es el caso de las organizaciones de consumidores, de los medios de comunicación y de los partidos políticos, que, por diferentes razones en cada caso, no desarrollan discursos propios sobre el asunto hasta más adelante” (Herrera 2005: 184 y sig.).

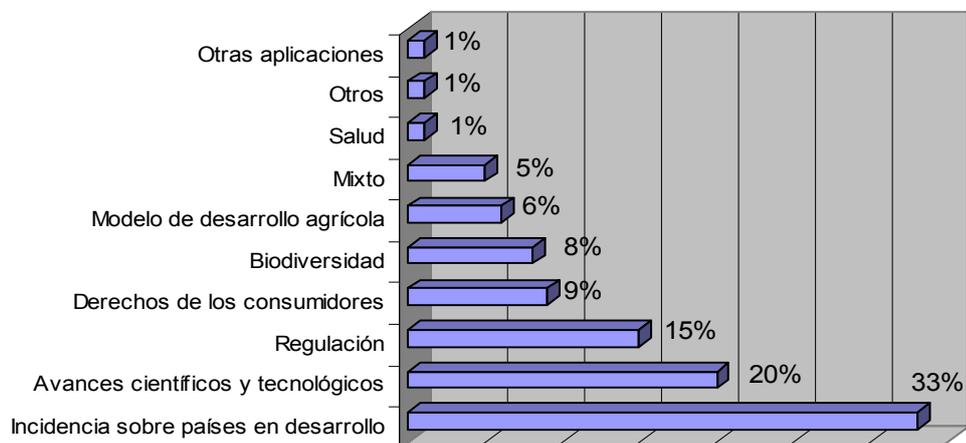
5.2. *Discurso biotecnológico*

Acabamos de ver, cual es la percepción general de las biotecnologías por parte de los españoles. Dicha percepción está profundamente relacionada con el discurso que realizan los medios de comunicación. Por ello, en los últimos años se han producido diversos trabajos sobre el análisis del discurso biotecnológico en los

medios de información de masas (Escribano y Quintanilla 2005; Quintanilla *et al.* 2005; Muñoz 2003; Muñoz y Plaza 2004).

Muñoz y Plaza (2004) desarrollaron un análisis del discurso empleado por la prensa del 2002 y centraron su estudio en tres temas: transgénicos, terapia génica y clonación. En relación con el primer tema, estos autores informan que la causa más importante de aparición del tema de los transgénicos en la prensa es su vinculación con los problemas de los países empobrecidos (33%). En segundo lugar estuvo el discurso centrado en los avances científicos y tecnológicos (20%) y el tercer lugar la regulación (15%). Respecto a la terapia génica, los temas más importantes de los textos trataron sobre el desarrollo clínico de esta terapia y las investigaciones sobre la misma, llegando a ocupar el 80% de toda la información. Por último, y relativo a la clonación, el mayor volumen de textos periodísticos sobre clonación ha sido generado por información sobre avances técnicos (casi el 50%), seguidos por la regulación del uso de estas técnicas (32%).

Temas tratados



Los datos obtenidos por Muñoz y Plaza (2004) permiten afirmar que en la actualidad se está produciendo un mayor discurso especializado en los medios. A esta

misma conclusión llegaron Escribano y Quintanilla (2005), y Quintanilla *et al.* (2005) quienes conjeturan que se está operando una transformación en la forma en que los temas biotecnológicos se integran en la cultura a través de los medios. Estos autores consideran que se produce una mayor complejidad e intensidad en el tratamiento de la información biotecnológica. A su vez, destacan que está teniendo una importancia creciente los encuadres de política científica y de impacto social, frente a los enfoques tradicionales más divulgativos.

No obstante, antes de que se produjese esta transformación discursiva algunos de los argumentos que se aducían en el discurso biotecnológico podrían ser clasificados de la siguiente manera:

- *Argumento humanitario:* en el que afirmaba la necesidad de los OGMs para paliar el hambre en el mundo.
- *Argumento informacional:* cuyo centro está en la creencia de que la biotecnología sólo será un problema para aquellas personas que desconozcan las técnicas biotecnológicas.
- *Argumento poblacional:* dado el crecimiento imparable de la población humana, es preciso desarrollar técnicas que permitan alimentar a toda esta población sin necesidad de cultivar tantas hectáreas como son necesarias para los cultivos extensivos.
- *Argumento de la responsabilidad futura:* este discurso es empleado, fundamentalmente, por los grupos detractores de los OGMs. En él se afirma que debemos dejar a las generaciones futuras el mejor de los mundos posibles, el cual se identifica con el denominado *desarrollo sostenible*.
- *Argumento económico:* el rendimiento de los alimentos transgénicos es notablemente superior al de los alimentos convencionales. Además, y vinculándolo con el argumento humanitario, se ha afirmado que

muchas regiones del globo podrían mejorar su situación si comenzasen a desarrollar este tipo de tecnologías (progreso lineal de la ciencia).

- *Argumento sobre la salud:* las (bio)tecnologías permiten solucionar gran cantidad de futuros problemas de salud humana, algo que es positivo. No obstante, también se emplea la salud como argumento para denostar a los OGMs, al considerar que desconocemos sus efectos.
- *Argumento sobre el riesgo:* este tipo de discurso afirma la gran relación existente entre los OGMs y el riesgo, dada la gran carencia de estudios al respecto. Por su parte, muchos científicos afirman que no existen alimentos más seguros que los biotecnológicos. Como contrapartida, no se emplea este mismo argumento para la ingeniería genética.
- *Argumento político:* en este caso se vincula la (bio)tecnología con la modernización y con el ritmo de la historia. De tal manera que una región, país o Estado, no puede quedarse fuera de ese desarrollo global. Como contrapartida, los que están en contra de este desarrollo abogan por un nuevo sistema político y, por tanto, por una transformación en el desarrollo en mayor armonía con la naturaleza.
- *Argumento tecnocientífico:* este discurso pone a la ciencia en una posición hegemónica y afirma, en cierto modo, que lo que se desarrolla gracias a ella sólo debe ser discutido y rechazado, si fuese el caso, dentro de la propia tecnociencia. La contrapartida proviene del discurso más postmoderno, y –en ocasiones– anticientífico, que duda de las capacidades de la tecnociencia al considerar que se rige por determinados intereses y está realizada por humanos.
- *Argumento esencialista:* respecto a las (bio)tecnologías más cercanas a lo humano, se desarrolla un planteamiento discursivo vinculado con lo supuestamente natural, con lo propiamente humano, con la sustancia, etc. En el lado contrario, están aquellos que consideran que la naturaleza y los seres vivos pueden ser perfectamente modificados.

Este conjunto de argumentos, así como las transformaciones discursivas actuales, pueden enmarcarse en nuestro entorno tecnocientífico quien puede ser caracterizado gracias a tres grandes metáforas, desarrolladas por Manuel Garrido (2007), o a las diecinueve metáforas a las que hace mención Liakopoulos (2002) tras analizar las representaciones biotecnológicas en los medios de masas británicos.

Estas metáforas expresan diversos modos de concebir nuestra realidad actual, y mantienen una relación más o menos directa (en función de la propia metáfora) del contexto biotecnológico.

Liakopoulos (2002) diferencia entre metáforas positivas, negativas y divulgación. Estas metáforas, dice Liakopoulos (2002), han redefinido el modo en el que muchas personas se acercan al mundo a través de los procesos ideológicos. Entre las metáforas positivas menciona la metáfora del progreso a la subyacen términos del tipo progreso o llave, la metáfora económica en la que encuentran ideas tales como oro o gran negocio, la metáfora del milagro, la de la inmortalidad (vida tras la muerte), la metáfora de lo super- (superhombre), la metáfora de la unión (matrimonio) y la metáfora del diseño. En el lado contrario nos encontramos con las metáforas negativas del miedo, de la eugenesia, del nuevo mundo salvaje, de los híbridos, de lo innatural, de los monstruos, del Alien y del científico loco. Por último, en el conjunto de metáforas divulgativas este autor ha detectado la metáfora del genoma de la persona (forma, comportamiento, personas famosas,...), de la ingeniería (programación, máquina,...) y la metáfora de la arqueología (libros, códigos,...). Miltos Liakopoulos considera que los futuros desarrollos biotecnológicos traerán consigo un buen número de sorpresas respecto a los avances previos. En este sentido, si continuamos con el análisis de las metáforas aplicadas en los medios de masas, probablemente se encontrarán —dice este autor— los mismos imaginarios aplicados a un nuevo debate. Posteriormente veremos si ello es así en el mundo de habla hispana.

Dichos argumento metafóricos son los siguientes: el *hombre de Turing*, el *paradigma de red* y el *paradigma de Dédalo*.

La primera metáfora, *el hombre de Turing*, está inserta en el mundo de la computación y de la comunicación. Este gran imaginario toma cuerpo, en gran

medida, gracias a Alan Turing (1912-1954) quien en 1936 publica un importante artículo titulado “Sobre los números calculables”. En este trabajo se llegó a teorizar sobre una posible máquina de calcular. Para muchos, este es el comienzo de lo que posteriormente se denominaría como Inteligencia Artificial. Este imaginario de una máquina con capacidad de pensar ha permeado a la literatura, el cine, la televisión, etc. y puede adscribirse a una visión moderna del ser humano.

“Esta imagen fue diseñada en sus varias dimensiones y aspectos, no siempre coherentes entre sí, durante los siglos XVI y XVII por los hombres que lideraron la Gran Revolución Científica. En términos generales puede decirse que esta imagen nos presenta al sujeto humano, a diferencia del pensamiento clásico tradicional, como entidad radicalmente distinta e incluso separada de los demás objetos del universo.” (Garrido, 2007: 872).

Este imaginario social, con las variantes que pueda tener, representa al ser humano como máquinas pensantes o entes computacionales hipertrofiando nuestra condición de seres técnicos. Esta concepción antropológica, estrechamente relacionada también con la siguiente metáfora, está vinculada con la biotecnología a través del *cyborg* como nueva «realidad» humana. De ahí, que el *Homo technologicus* desarrolle sus procesos comunicacionales en la nueva *telépolis*. El ejemplo palpable de esta metáfora lo encontramos en un individuo que tras perder un dedo tomó la decisión de implantarse una prótesis con memoria y una conexión USB.

Este imaginario social informacional acrecienta las creencias provenientes de la argumentación también llamada informacional. De tal manera que cada vez son más numerosas las instituciones, empresas, organizaciones, etc. que exponen sus consideraciones biotecnológicas en la red con el fin de transformar socialmente las actuaciones e investigaciones biotecnológicas.

La segunda metáfora, el *paradigma de red*, es muestra clara de la revolución informática actual. Este segundo gran imaginario se nutre del primero, tanto que plantea claras similitudes con el anterior.

“Durante las primeras tres o cuatro décadas de su existencia estos aparatos fueron concebidos y contruidos como máquinas que simulaban la conducta del introvertido sujeto solipsista de la filosofía cartesiana. Eran herramientas capacitadas para realizar cálculos prodigiosos, pero ineptas para comunicarse entre sí. Sólo más tarde, durante la década de los sesenta, unos cuantos investigadores visionarios comenzaron a atacar el problema de lograr que aquellas potentísimas calculadoras mecánicas se dejaran interconectar para tornarse en utensilios capaces de mantener un flujo de mutua información” (Garrido, 2007: 874).

No obstante, pese a que ahora esta red permita unos niveles de comunicación hasta aquel momento insospechado, son muchos los que todavía advierten que lleva inserto ese sujeto solipsista al tiempo que lo «encarcela». No obstante, también son muy numerosos —tantos o más que los primeros— los que defienden encarnizadamente a Internet como una de las mejores herramientas de comunicación, información e, incluso, de emancipación.

“Esta situación obliga a reinterpretar la relevancia dada a la comunicación en la sociedad contemporánea que no es sólo, ni principalmente, una consecuencia de la creciente importancia de los medios masivos de comunicación en la sociedad del siglo XX. Es también, y de manera fundamental, consecuencia de una matriz simbólica que entrelaza comunicación, tecnología y futuro, y que tienen un origen conceptual en la cibernética y en la reorganización política de la mentalidad mercantil y gerencial” (Cabrera, 2006: 139 y sig.).

La tercera metáfora ha sido denominada como el *paradigma de Dédalo*. Dicho imaginario surge gracias al gran impacto de las ciencias biológicas. Este nuevo gran imaginario social, según Manuel Garrido, lleva implícito el mejoramiento y la modificación del ser humano. A raíz de eso, las cuestiones eugenésicas y los problemas bioéticos han adquirido una importancia inusitada hasta este momento. Pero no sólo eso, este nuevo imaginario entra en conflicto con aspectos ontológicos propios del pensamiento anterior, lo que ha hecho que el debate surgido no sea comparable (aunque mantenga cierta relación) con el de las metáforas previas.

De hecho, Gilbert Hottois afirma que la revolución biotecnológica, al igual que la informática (y, para nosotros, también el paradigma de red), producen máquinas y un entorno artificial nuevo. En este nuevo entorno, el sistema natural —al igual que el sistema personal— es maquinizado por el genio genético, dice Hottois, y el medio artificial se vuelve inmaterial (redes informáticas, ciberespacio, realidad virtual, etc.) (Hottois, 2003: 507).

6. EL DISCURSO A TRAVÉS DE LOS IMAGINARIOS SOCIALES

6.1. Lo imaginario.

A la hora de hablar de lo imaginario puede venir a nuestra mente palabras tales como idealización, imaginación, ensoñación, etc. De hecho, lo imaginario mantiene una estrecha relación con la imagen, la imaginación y con la aprehensión primera (Simmel 2000), y ellas, a su vez, se vinculan con la realidad. Por ello, Simmel (2000) afirma que ambas constituyen demarcaciones desde la infinita abundancia de la realidad y los modos infinitos de aprehenderla (Simmel 2000: 299). La noción de imaginario indica una serie de imágenes que hacen que la vida de un sujeto o de una sociedad sea tal y como es. Por ello lo imaginario es tanto psíquico como social, abarca lo individual y lo colectivo (Beuchot 2008: 87). Esto es lo que le permite a Carretero decir que lo imaginario nos permite dar cuenta de lo universal y

transhistórico que vertebrata toda elaboración utópica —sin entrar en su manifestación concreta— (Carretero 2005: 41); algo similar afirma Sánchez Capdequí (1997), aunque él lo denomina como *Imaginario cultural*.

Con lo dicho nos damos cuenta que lo imaginario es la determinación esencial de la psique humana, siendo entonces flujo o corriente incesante de representaciones, deseos y afectos (Castoriadis 1999: 95). Por esta razón, lo imaginario puede devenir en ideología o en utopía; de tal modo que se hace necesario que esta imaginación radical sea domeñada, canalizada, regulada y ajustada a la vida en sociedad y a la «realidad» (Castoriadis 1999: 96). Dicho de otro modo, lo imaginario es el fundamento antropológico sobre el que se apoya la construcción de la «realidad» siendo, por tanto, en fundamento de la utopía, instrumento de legitimación y conservación del orden social, impidiendo el cuestionamiento de la «realidad» instituida (Carretero 1995).

Con lo dicho puede parecer que lo imaginario siempre ha sido considerado, tal y como hemos expuesto, algo fundamental en la realización del mundo personal y social. No ha sido así. En «Occidente», el *logos* tuvo una posición predominante sobre el *mitos*. Aunque fuese, más que la razón, la creencia en la razón la que tuvo ese puesto mítico; de tal modo que, por primera vez, el mito de la razón ocupó el lugar que habitaban las razones del mito (Lizcano 2003). Dicho de otro modo, en los sistemas cognitivos clásicos —Aristóteles, Tomás de Aquino, Kant— se pasa por alto la modalidad cognoscitiva imaginaria y se focaliza el análisis en la imaginación sólo como potencia subsidiaria al intelecto conceptual, lógico e ideativo (Peña 2001:68). Por ello, estamos en completo acuerdo con el error al que hace mención Château (1976) quien dice que sólo nos parece imaginario aquel imaginario extremo que todavía no ha sido asimilado pero no se queda ahí, afirma que el pensamiento lógico normal, ese pensamiento cotidiano que nos persigue siempre, también es perfectamente imaginario, pero estamos tan familiarizados con él que nos resulta difícil darnos cuenta de ello (Château 1976: 224).

Con independencia de esto la modernidad ha tenido una importancia elevada en lo que se refiere a la actual configuración de lo imaginario. De hecho, a lo largo de la modernidad y del periodo ilustrado se desarrolló notablemente el *monoteísmo*

ontológico a nivel gnoseológico. Esta postura defendía la reducción a la unidad de toda diversidad, de tal modo que dicha identidad se consideraba como aislada del tiempo. Este aislamiento se producía, a su vez, a través de una serie de características substanciales perfectamente definidas, basadas en un modelo racional construido conceptualmente al que debía adecuarse todo lo que pretendiese ser real (Pintos 2001). Por esto, y por otras cuestiones en las que no entraremos, se ha indicado en repetidas ocasiones que el mundo moderno es generador de *nihilismo*, de un vacío de *significación* resultante de la cosificación del sujeto y de la objetivización cálculo-mercantil de los mismo (Carretero 2003). A raíz de esto, la fantasía, la imaginación, lo subjetivo se defenestró en este periodo histórico.

“Como un mecanismo defensa para contrarrestar los devastadores efectos de la modernidad, el ser humano ha edificado y se ha instalado en un omnipresente *mundo imaginario* que suple la insatisfacción resultante de la conversión moderna de la subjetividad. Paralelamente al *mundo real*, fijado por rutinas condicionadas por la organización espacio-temporal del trabajo, emerge un *mundo imaginario* que bien puede ser considerado como un reservorio de sueños con una vida alternativa a la petrificada vida moderna, una *doble realidad* que confiere vitalidad a lo carente de vida. El *mundo imaginario* abastece de una corriente de *irrealidad* a una realidad en la que la imaginación ha sido doblegada bajo los dictados de la racionalidad instrumental” (Carretero 2003: 183).

6.2. *Imaginario social.*

Fue el filósofo Cornelius Castoriadis quien hace que este concepto sea clave a nivel personal y a nivel social, pero ha permeado tanto que numerosos autores contemporáneos —veremos algunos a lo largo de este apartado— lo estudian o lo emplean. Un ejemplo de ello es Charles Taylor quien define los imaginarios sociales del siguiente modo:

“Por imaginario social entiendo algo mucho más amplio y profundo que las construcciones intelectuales que puedan elaborar las personas cuando reflexionan sobre la realidad social de un modo distanciado. Pienso más bien en el modo en que imaginan su existencia social, el tipo de relaciones que mantienen unas con otras, el tipo de cosas que ocurren entre ellas, las expectativas que se cumplen habitualmente y las imágenes e ideas normativas más profundas que subyacen a estas expectativas” (Taylor 2006:37).

Admitiendo lo expuesto por Taylor, es posible considerar la nítida relación entre el concepto de imaginario y la imaginación, las relaciones sociales, las expectativas y la normatividad; es decir, considerar que dentro de este concepto se engloban todos los factores que hacen posible el sistema social.

Esto concuerda con lo que escribe Cornelius Castoriadis, quien dice que el imaginario social es el magma que crea permanentemente el sistema social (Castoriadis 1983: 219). De hecho, según él, el imaginario

“es creación incesante y esencial indeterminada (social-histórica y psíquica) de figuras-formas-imágenes, a partir de las cuales solamente puede tratarse de “alguna cosa”. Lo que llamamos “realidad” y “racionalidad” son obras de ello” (Castoriadis 1983: 10).

Este autor establece, además, la división entre el imaginario radical o individual y el imaginario segundo o social. En este contexto dice:

“La sociedad es esencialmente un magma de significaciones imaginarias sociales que dan sentido a la vida colectiva e individual. Por consiguiente, la socialización no es más que la entrada —y el funcionamiento— en ese magma instituido de significaciones sociales” (Castoriadis 1999: 246).

Con esta afirmación se da una vuelta de tuerca más a lo mencionado por Taylor, ya que se aboga por una —si se me permite— *socialización imaginaria*. Esta socialización imaginaria consiste en la afirmación de que nuestra sociedad es una construcción humana actualizada y configurada permanentemente.

“El hombre no empieza por estar vertido a los otros como otros, y menos aún si se considera que estos otros lo son «frente a mí». Porque encuéntrelos de cualquier manera, hay siempre una cuestión previa: ¿dónde acontece este encuentro? Evidentemente nos lo hemos encontrado en un *mundo humano*. La constitución del mundo humano es previa al encuentro con los otros y fundamento de este encuentro” (Zubiri 2006: 43).

De tal manera que si el ser humano se vierte a los demás lo hace desde un contexto concreto y preciso: *su propio mundo*. Por lo tanto, esta versión no es algo abstracto y vago, sino que cada uno de nosotros no está vertido a «el» ser humano, sino a «estas» personas, a «estos» seres humanos que nos rodean (Zubiri 2006: 41). No obstante, el sistema social en el que cada uno va considerando a los otros «frente a mí», va constituyéndose como sujeto, se da sentido a la vida colectiva e individual, etc. es, en cierto modo, independiente del propio ser humano. De hecho, Niklas Luhmann considera que el sistema social, al igual que el sistema psíquico (léase persona) está cerrado. Aún así, es posible que se produzca entre ambos un proceso de interpenetración que permite que se lleve a cabo un proceso coevolutivo entre ambos sistemas.

Vemos que todas estas delimitaciones establecidas en torno al concepto del imaginario social, presenta problemas ya que, como afirma Sánchez Capdequí, la tarea de desentrañar las claves de lo imaginario es una misión imposible (Sánchez 2006: 75). A nuestro juicio, existe un nivel relativamente elevado de vaguedad en la conceptualización de este concepto y pese a considerar que la vaguedad no tiene porque ser necesariamente negativa, consideramos que es de gran ayuda para el estudio sociológico tener una herramienta metodológica potente. Por este motivo,

hemos decidido emplear —exclusivamente— el concepto de *imaginario social* que ha desarrollado Juan Luis Pintos, por parecernos el más adecuado y el que permite —por su practicidad— mayores posibilidades metodológicas.

MATERIAL Y MÉTODOS

El presente trabajo de investigación se ha desarrollado conjugando diversos tipos de metodologías diferentes. Todas ellas tienen en común el hecho de pertenecer al ámbito de la epistemología o de las metodologías cualitativas. Téngase en cuenta que, como ha afirmado Vasilachis de Gialdino en diversas ocasiones (1992a, 1992b y 2009), los métodos cualitativos presuponen y realizan los postulados del paradigma interpretativo. De hecho, esta perspectiva epistémica implica cierta resistencia a la “naturalización” del mundo social, implica también la consideración de que la concepción del *mundo de la vida* (tan típicamente fenomenológica) es relevante a nivel sociológico y el paso de la observación a la comprensión. Estos supuestos epistémicos están estrechamente relacionados con la consideración del lenguaje como un recurso, como una reproducción ideológica y como una producción social. En este sentido son ilustradoras las palabras de Teun A. van Dijk sobre la relación discurso-ideología.

“Los miembros de un grupo necesitan y utilizan el lenguaje, el texto, la conversación y la comunicación (incluidos aquí en el término genérico de “discurso”) para aprender, adquirir, modificar, confirmar, articular, y también para transmitir persuasivamente las ideologías a otros miembros del grupo, inculcarlas en novicios, defenderlas contra (u ocultarlas de) miembros ajenos al grupo o propagarlas entre quienes son (hasta ahora) los infieles” (van Dijk 2000: 19).

Vemos, entonces, que nuestra perspectiva metodológico-epistémica será cualitativa, hermenéutica y compleja aunque, por primera vez, vinculará la propuesta desarrollada por Juan Luis Pintos de análisis de los imaginarios sociales, con la perspectiva hermenéutica desarrollada por Mauricio Beuchot. A esta unificación metodológica, además, subyace un planteamiento epistémico denominado integracionismo y llevado a cabo por el famoso pensador José Ferrater Mora.

1. Metodología pintosiana de análisis de los imaginarios sociales.

Antes hemos desarrollado en líneas generales cuales son las bases teóricas de la teoría de los imaginarios sociales. Esta propuesta teórica es asumida por el profesor

Juan Luis Pintos, cuyo trabajo de investigación seguiremos de cerca. No obstante Pintos es consciente de la vaguedad en la que se mueve el término imaginario social y la dificultad que éste presenta a la hora de desarrollar un análisis sociológico. En este sentido nuestro sociólogo, a la hora de hablar de la obra del famoso sociólogo francés Michel Maffesoli, exponía con vehemencia lo siguiente:

“Muchos de sus lectores asiduos seguimos con enorme placer intelectual y estético sus producciones durante los últimos treinta años. Por suerte la mayor parte de ellas están traducidas al castellano, y por suerte también Michel ha visitado frecuentemente América Latina. Esto le convierte en un observador privilegiado. Y más, cuando su campo de observación es lo que se denomina «lo cotidiano».

Pero algunos echamos en falta el procedimiento que sigue en sus observaciones. Nos gustaría poner en juego los recursos que él pone, pero no disponemos de instrumental categorial y secuencial. No nos ofrece un modelo de investigación que nosotros podamos emplear para obtener información cualificada de nuestro cotidiano y yo creo que esto sucede por tener una distinta concepción de lo imaginario o, dicho en mi lenguaje, de «los imaginarios sociales»” (Pintos 2007: 149)

Estamos completamente de acuerdo con Pintos en la crítica que le hace al planteamiento maffesoliano, por ello consideramos que la concepción de los imaginarios sociales que ha desarrollado Juan Luis Pintos es una de las mejores y una de las de mayor potencial investigador.

En numerosas ocasiones, a la hora de aplicar el concepto de imaginario social (IS) se hace de una forma un tanto imprecisa y poco útil para la metodología social. Como es bien sabido, los IS comienzan su andadura en el mundo de la antropología y de la filosofía, de ahí las carencias de concreción en su utilización. Pese a ello, es innegable su potencial heurístico por lo que las investigaciones vinculadas al ámbito de los IS son cada vez mayores. En cambio, Juan Luis Pintos lleva muchos años desarrollando una propuesta de definición de los IS que permitan circunscribir claramente su ámbito de aplicación y su campo de actuación.

Los IS, según este sociólogo (Pintos, 1995a, 1995b, 2001a, 2001b, 2003, 2004, 2005, 2006a y 2006b), *están siendo esquemas socialmente contruidos, que nos permiten percibir, explicar e intervenir, en lo que en cada sistema diferenciado, se tenga por realidad. Estos imaginarios operan como un metacódigo en los sistemas socialmente diferenciados, en el interior de un “medio” específico (dinero, creencia, poder, etc.) propio de cada sistema, a través del código relevancia/opacidad y generan formas y modos que fungen como realidades.*

Por otro lado, tienen diversas funciones que son: *producir una imagen de estabilidad en las relaciones sociales cambiantes, generar percepciones de continuidad en experiencias discontinuas, proporcionar explicaciones globales de fenómenos fragmentarios y permitir intervenir en los procesos contruidos desde perspectivas diferenciadas.*

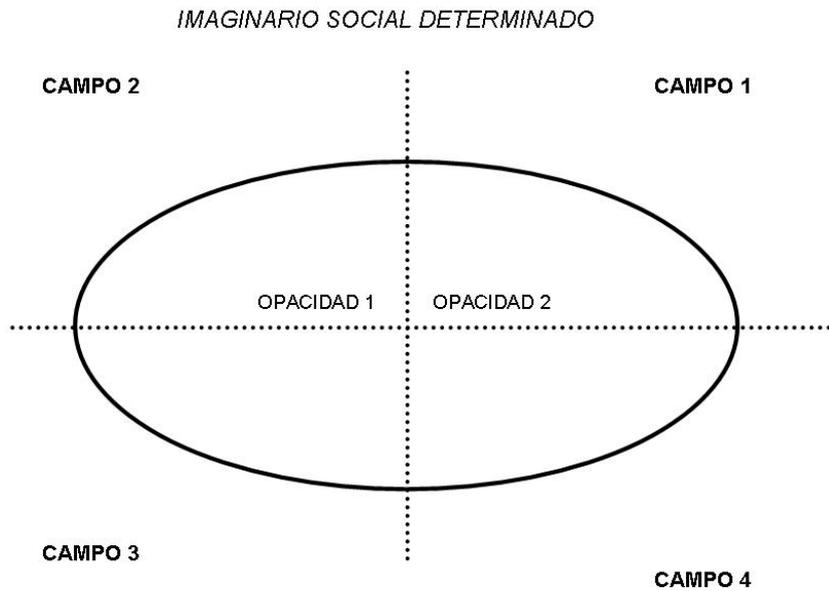
Además, se puede decir que se construyen y reconstruyen en tres ámbitos diferenciados: *en el del sistema específico diferenciado (política, derecho, religión, ciencia, etc.), en el de las organizaciones que concretan la institucionalización del sistema (gobiernos, bancos, iglesias, academias, etc.) y en el de las interacciones que se producen entre los individuos en el entorno del sistema.*

Entonces, los IS muestran varios tipos de procedimientos: *crítica de las “evidencias”, construcción de “observables”, mecanismos activados al nivel de las observaciones de primer orden o de segundo y mediante la aplicación del código relevancia/opacidad.* A su vez, éstos tienen *referencias espacio-temporales, semánticas, referencias a las perspectivas de construcción de realidades y opacidades.*

El planteamiento metodológico de este autor es notablemente más amplio. De hecho, parte de los estudios de análisis del contenido de un determinado tema para, posteriormente, realizar un análisis del discurso del mismo. En base a ello, desarrolla una serie de campos semántico para luego diferenciar en cada campo, distintos temas relevantes: relevancias. No obstante, la hermenéutica del discurso (análisis de segundo orden) nos va a permitir también observar el discurso que se pretende que permanezcan relativamente ocultos: opacidades. De ahí que la observación de segundo orden pintosiana se desarrolla en función del metacódigo relevancia opacidad (Pintos 2003). Por lo tanto, el producto del análisis del discurso, nos permite tener una perspectiva de conjunto que permanecería muda si no se muestran paso a paso sus distinciones (Pintos 2005: 64).

Este análisis hace que sea posible establecer cuatro campos fundamentales de significado de los cuales se va construyendo, de manera compleja, la realidad del

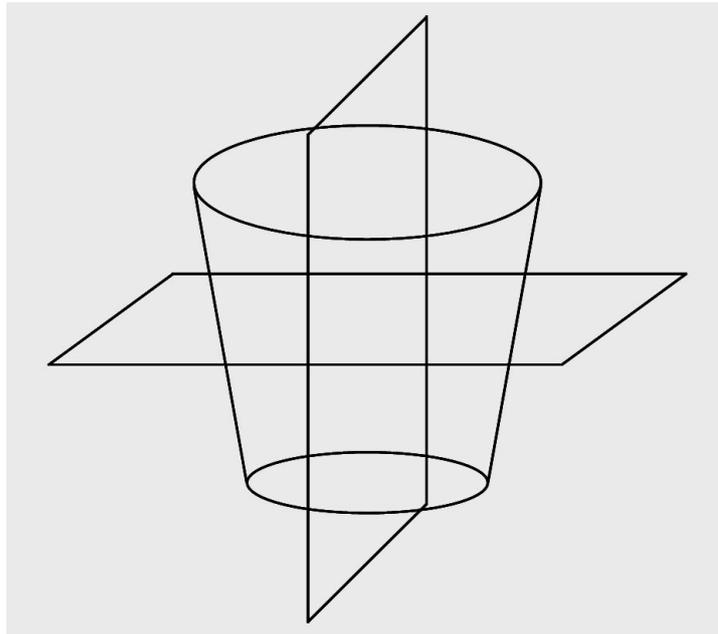
fenómeno social observado (Pintos 1995a). Estos cuatro campos pueden abstraerse y esquematizarse a modo de elipse, ya que esta figura geométrica presenta dos focos.



Por lo tanto, nos dice este investigador, la base de la capacidad de representación de la misma es dual y a partir de la diferencia establece una regularidad matemática (Pintos 1995a). Además, en la representación básica de los IS en función esta metodología, se dibujan dos líneas perpendiculares que representan el eje temporal y espacial.

“No se tratará, en ningún caso, de establecer parámetro de medida, aunque la introducción de la figura del eje de coordenadas pudiera dar pie a pensarlo; el punto de intersección de ambos no es un punto de valor nulo ($=0$), sino la concentración máxima de la complejidad, que vamos a desplegar analíticamente” (Pintos 1995a: 17).

Posiblemente se verá más clara la afirmación pintosiana en un gráfico en tres dimensiones.



Pues bien, siguiendo este diseño metodológico que acabamos de exponer, lo primero que es necesario plantearse como hacer que el objeto de nuestra investigación se convierta en observable. Es decir, que y/o quién, y cómo vamos a considerar como «observador de primer orden» que nos proporcionará los datos necesarios para a partir de él establecer nuestra «observación de segundo orden».

En este trabajo de investigación seguiremos la metodología aplicada por Pintos (2007) al análisis de los IS. Para ello vamos a tomar como fuente de datos un instrumento que está al alcance de cualquier investigador: los datos que pueden obtenerse de diferentes modos desde Internet. Para ello, vamos a emplear los datos que Google proporciona a través de su aplicación “Alertas”.

Para ello, hemos activado la opción que nos proporciona el buscador y que con una determinada frecuencia (variable) nos envía al correo electrónico facilitado una alerta en cuyo interior aparecen una serie de vínculos también variable. Cada registro consiste en la descripción que proporciona Google del sitio en el que ha encontrado la palabra buscada.

Por ejemplo:

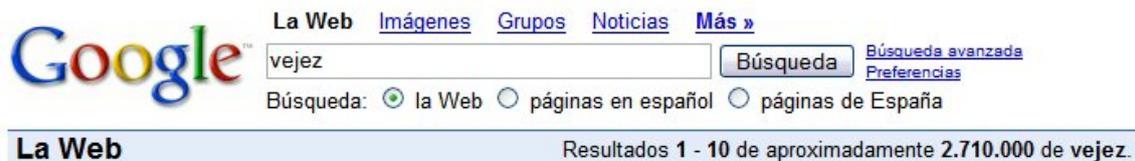
[Ayer hubo una inspección en El Inga](#)

El Comercio (Ecuador) - Ecuador

Ellos propusieron al Municipio de Quito implementar la **biotecnología** que se usó en el botadero de Cochapamba, cantón Rumiñahui. ...

[Ver todos los artículos sobre este tema](#)

Google (España) ofrece varias posibilidades para realizar la búsqueda de una determinada palabra. Por un lado nos permite señalar el ámbito que deseamos: desde el más amplio [*la Web*] hasta el más reducido [*páginas de España*]. Por otro, el buscador proporciona el número total de registros sobre los que realiza la operación de buscar. Finalmente, hemos ido visitando cada vínculo recibido y analizado la localización del término “biotecnología”, objetivo de nuestra investigación.



Después de repasar el contenido de todos los registros obtenidos, se irán configurando una serie de categorías con la intención de establecer una clasificación en función del contenido de cada alerta. Téngase en cuenta que nos encontramos aquí con una elevada complejidad analítica a la hora de validar las categorías empleadas ya que, al fin y al cabo, se irán constituyendo en función de los criterios de contenidos de cada enlace recibido y no del tema que trata dicho enlace. Es decir, el objeto es estudiar qué es lo que se dice sobre, y en relación, con la biotecnología; no cual es el tema que se estaba tratando y en el que se menciona a dicha actividad tecnocientífica.

Además asumimos, como dice Pintos (2007a), la existencia de errores en la asignación de registros a categorías. No obstante, con el objeto de minimizarlos, mantendremos unas constantes hermenéuticas en el análisis de lo que nos ofrece Google en cada registro. En este sentido, téngase en cuenta que hasta que no se categoriza el último registro, el observador se mueve en un terreno difuso e

impreciso. Ello es debido a que la información de la que se dispone a través de esos vínculos no puede ser contrastada con la lectura de todas y cada una de las referencias existentes. Sin embargo nos hemos encontrado con una serie de determinadas regularidades y variaciones que facilitan nuestra labor hermenéutica.

Por último, hemos decidido restringir el análisis del contenido del discurso a los 100 primeros términos vinculados con el término biotecnología. Este hecho es debido a dos motivos:

- a) La consideración de que la frecuencia de repetición de los términos se hace demasiado baja como para que resulten relevantes epistémicamente.
- b) A partir del centenar de términos se produce un proceso de relativa reiteración que nos hace entrever que estos términos no tienen gran importancia en el análisis del discurso.

2. La hermenéutica analógica como metodología sociológica y su aplicación al análisis de la actividad tecnocientífica.

“La realidad social tiene un componente de significado, de sentido, que se instrumenta a través del lenguaje, pero que no se agota en el lenguaje, ya que descansa en construcciones de valor y determinaciones normativas, en conjuntos simbólicos argumentales, míticos y rituales, y en las creencias religiosas y políticas propias de cada cultura. Nada de eso aparece en el objeto de conocimiento físico-natural (...) por lo que en tales ciencias no tiene cabida la interpretación como búsqueda de sentido.

El sentido de las cosas sociales se encuentra en los discursos, de manera patente o latente; lo que se dice de ellas expresa directa o indirectamente su sentido, esto es, el que les atribuye quien habla, que expresa así una información que él no ha creado (todo lo más recreado retóricamente), sino que ha interiorizado en algún proceso de socialización.” (Beltrán 2003: 207)

Acabamos de decir, en el apartado anterior, que el estudio de los IS implica una labor hermenéutica. Ello es debido a que la hermenéutica tiene como objeto al texto,

lo que implica que todo lo que ésta considera lo hará como tal o se centrará en él. Es decir, la hermenéutica se enfrenta a aquello que es tratado como un texto, por lo que el objetivo o finalidad del acto interpretativo es la comprensión del mismo. Para llegar a comprender dicho texto, es preciso contextualizarlo para así poder conocer la intencionalidad de su autor.

La intención del presente apartado es la de conocer lo que la hermenéutica puede ofrecer a las ciencias factuales o tecnociencias. Partiremos del hecho de que el sistema o subsistema tecnocientífico ha desarrollado un tipo de hermenéutica de los sistemas fundamentales (social, natural y psíquico) que ha obligado a éstos a aproximarse al conocimiento desplegado por dicho subsistema.

Ello es debido a que la actividad tecnocientífica ha adquirido una importancia tan relevante a nivel interpretativo que se ha transformado ella misma en un gran contexto imaginario que condiciona, a su vez, el desarrollo de la relación entre los tres sistemas principales antedichos con el subsistema tecnocientífico como generador de una hermenéutica particular; ocupando, este último, un lugar predominante frente a los otros sistemas. Dicha hermenéutica aparece reflejada en los frutos de la actividad científica: valores internos, teorías, paradigmas, etc.

El tipo de interpretación que nos ofrece la tecnociencia, se basa, según Patrick A. Heelan en el objeto experimental. Dicho de otro modo, este autor afirma que el objeto experimental percibido, tiene para los investigadores un *horizonte externo*, un “lugar” histórico en el mundo (Heelan, 1989). Es decir, los objetivos de las investigaciones experimentales del subsistema tecnocientífico son los de generar nuevas tradiciones de percepción, en las cuales los objetos tecnocientíficos experimentales son dados como objetos perceptuales naturalizados (Heelan, 1989). Nótese que la propuesta de Heelan recuerda enormemente a la de Kuhn aunque el primero parte de una perspectiva fenomenológica y no histórica como el segundo.

Entendiendo por Mundo la diferencia existente entre un sistema y su entorno, el subsistema tecnocientífico —relacionando a Luhmann con Heelan— va a interpretar el objeto experimentado y lo va a localizar dentro del entorno de los sistemas psíquico, social y natural. Dicho entorno es un límite sistémico, es la región donde contactan los principales sistemas existentes.

Pues bien, podemos afirmar, en clara referencia a Kuhn (1970), que si la tecnociencia genera tradiciones de percepción o paradigmas podemos establecer

entonces que como el subsistema tecnocientífico está inmerso dentro del sistema social y se interpenetra con el sistema psíquico (la persona) éste se verá notablemente influenciado por ambos. Por este motivo, los agentes tecnocientíficos van interpretando su entorno viéndose afectados por numerosos aspectos extratecnocientíficos. Puede afirmarse que, al fin y al cabo, estos paradigmas epistémicos son absolutamente impermeables a los otros subsistemas o sistemas. No obstante, a nuestro juicio resulta verdaderamente complicado pensar que un subsistema cualquiera pueda estar aislado completamente del resto.

Mauricio Beuchot es consciente (Beuchot 1999: 14) que a lo largo de la modernidad se dejó de lado la razón ética, la cual no era mera razón, sino que era razón animada por la intención de hacer el bien, originándose la llamada *razón instrumental* y el denominado *paradigma totalitario*. Esta razón, enmarcada en ese paradigma, provocó que los postmodernos viesan con recelo la razón y procurasen vincularla (y a veces suplirla por) otras dimensiones del ser humano: la pasión, el deseo, la voluntad de poder, etc. (Beuchot 1999: 14). A partir de ahí, alguno de los racionalismos propios de la modernidad, sentaron las bases del posterior empirismo humeano que abrió las puertas al neopositivismo y a la epistemología analítica más reciente. En este contexto se forjó la razón tecnocientífica entendida como la Verdad, es decir el posicionamiento tecnocientífico unívoco denominado por Santos como *paradigma totalitario*. En dicho posicionamiento nos encontraremos de una manera más o menos «agresiva» a Carnap, Popper, Kuhn, Lakatos, Laudan, etc. Esta racionalidad univocista, Beuchot la tilda de textualista o literalista (Beuchot 2003: 105). En este sentido podemos afirmar que propuestas tan relevantes como el racionalismo crítico popperiano, los paradigmas kuhnianos, etc. terminan todos con la afirmación de que la tecnociencia muestra una verdad que está por encima de las otras. Algo que no deja de ser un univocismo más o menos destacado.

Ante los planteamientos racionalistas, modernos y tecnocientíficamente totalitarios, los postmodernos han querido vincular o suprimir la razón a las demás dimensiones humanas. Lo que sucede, es que esta propuesta se sitúa en el polo opuesto y muestra una fuerte tendencia al relativismo y a la fragmentación del conocimiento. En este lugar nos encontraremos con Vattimo, con Feyerabend, con Lyotard y con la sociología de la ciencia de Bloor, Collins, Santos, Latour, Callon, etc. Esta postura relativista, Beuchot la denomina contextualista o alegorista (Beuchot

2003: 105) y habla de ella diciendo que éstos tienen conciencia del contexto, de que toda argumentación se da contextualizada y no en el vacío. No obstante, exageran al declarar que toda persuasión o, si se prefiere, toda aceptación de verdades y de valores, es relativa a formas de vida o culturas completamente distintas, la mayoría de las veces contrarias y hasta con la posibilidad de ser contradictorias. Por esto para los postmodernistas no hay verdades ni valores universales, sólo particulares, que no pueden aspirar a universalizarse más que por la violencia (Beuchot 2003: 105).

La filosofía univocista, analítica y positivista ha tenido gran calado lo que ha generado diversidad de planteamientos un tanto diferentes dentro de ella. Mauricio Beuchot establece dos grupos en función de su foco de atención. A unos los denomina fijistas o sincrónicos ya que sólo están preocupados por la estructura intrínseca de lo que venimos denominando tecnociencia y dentro de ellos enmarca a Popper, Nagel, Hempel y Bunge. Mientras que a otros los llama evolutivos o diacrónicos y podemos localizar ahí a Kuhn, Lakatos o Laudan, entre otros (Beuchot 2000: 154).

Pues bien, los fijistas buscan obtener verificaciones directas y positivas de las teorías tecnocientíficas, pero ante un número de dificultades tan elevado prefieren actuar indirectamente a través de la negación. En cambio, los diacrónicos ven las teorías tecnocientíficas como paradigmas inverificables empíricamente. La posición diacrónica, pasa por un planteamiento sociológico pero termina, según Beuchot, en la mera historia de la tecnociencia (Beuchot 2000: 156).

Ante ambas posturas, nuestro filósofo considera que hay un punto intermedio adoptado por algunos estructuralistas como Stegmüller y Moulines. De hecho, el último expone que existen muchas clases de teorías interpretativas sobre la realidad. En este sentido, hay interpretaciones mitológicas, metafísicas, ideológicas. Además, también existen interpretaciones tecnocientíficas. El grueso de las tecnociencias, ya sean naturales o sociales, consiste en teorías interpretativas que son objetos culturales producidos por ciertas personas en ciertos contextos sociales y culturales en determinadas épocas. Estos objetos culturales, para Moulines, son el objeto de estudio teórico de teorías interpretativas del segundo orden como la filosofía (Moulines 1995: 113).

No vamos a entrar a analizar el programa estructuralista, pero es preciso destacar que dicho planteamiento, como afirma Javier Echeverría (1999), ha

mantenido buena parte del espíritu lógico-analítico propio de la concepción heredada. Lo dicho lo consideraremos como un rasgo de cierto grado de univocidad. Aún así, la postura de Ulises Moulines tiene el acierto de ahondar en una tecnociencia hermenéutica, algo que obviamente supone un paso adelante para los planteamientos lógico-analíticos. No obstante, y pese a esta innovación, la propuesta moulinesiana es un tanto insuficiente. Por ello, recurriremos a la hermenéutica analógica y la vincularemos con la tecnociencia aportando una nueva manera de entender el subsistema objeto de nuestro estudio.

“La analogía se coloca entre la univocidad y la equivocidad, aunque en ella predomina esta última, a saber, la diferencia. Por eso, una hermenéutica analógica, tal como yo la entiendo, intenta evitar el univocismo de los científicismos o positivismos, al igual que el equivocismo que se nota en muchos de los propugnadores de la postmodernidad. Dará un equilibrio y una mediación, por la proporcionalidad que la misma analogía implica. Es una hermenéutica que usa como modelo de interpretación la analogía” (Beuchot 2000: 38).

La analogía se encuentra entre lo mítico y lo lógico, por tanto la analogía se identifica con el lenguaje dia-lógico, al mediar entre el lenguaje mitológico y el lógico (Beuchot 2005). Téngase presente que el mito es parte fundamental de la religión y el arte; el *diá-logo*, en cambio es propio de la hermenéutica y la filosofía, mientras que el *logos*, es el aspecto fundamental de los saberes formales (Beuchot 2005: 218). Por esta razón, la analogía nos permite dilucidar un camino de diálogo, y por tanto equitativo y plural, entre los diversos sistemas existentes. Este camino se va a llevar a cabo ya que la analogía está muy vinculada al concepto de límite, de tal manera que sólo una hermenéutica analógica podría darnos el apoyo necesario para poder vincular el sistema tecnocientífico, y su actividad, con los demás sistemas.

En todo lo dicho, tenemos que tener presente que la actividad tecnocientífica no se limita a ser una actividad gnoseológica, es una actividad fundamentalmente transformadora que, por esta razón, tiene grandes implicaciones antropológicas. Ello es debido a que el pensamiento humano se ha caracterizado tanto por distinguir y definir los objetos, como por establecer relaciones entre los mismos (Martínez

Montoya 2005: 276). Dicho de otro modo, el conocimiento humano va a desarrollar un tipo de clasificación de lo real configurándolo como realidad. Por lo tanto, la manera de clasificar lo real va a hacer que la actividad de la tecnociencia sea de un modo u otro. Esto puede ejemplificarse si nos retrotraemos a la historia del pensamiento humano y vemos cómo se ha ido desarrollando la misma en función de la manera de clasificar lo real y, también, a nosotros mismos.

En este contexto, podemos enmarcar la transformación de paradigma que se está desarrollando en la actividad tecnocientífica, pasando de un paradigma totalitario al paradigma emergente del que habla Boaventura de Sousa Santos. Este segundo paradigma, afirma, por un lado, de que el caos tiene que ser reivindicado como forma de saber y no de ignorancia, lo que implica la necesidad de construir mecanismos de gestión del mismo. De tal manera que, debido al hecho de que —según la teoría del caos— las causas no ocurren en la misma escala de sus efectos, no podemos controlar los efectos que una actividad produzca ya que, como dice Santos el control de las causas es absolutamente precario (Santos 2003: 88). De este modo, sigue diciendo, las teorías del caos contribuyen a elucidar el modo como la ciencia moderna, transformada en recurso tecnológico, llevó a sus extremos la discrepancia entre la capacidad de acción (control de las causas) y la capacidad de previsión (control de las consecuencias). Por lo tanto, y transformándolo en máxima de la acción social y política, el caos nos incita a sospechar de la capacidad de la acción y, al mismo tiempo, a cuestionar la idea de la transparencia entre la causa y el efecto. Es decir, la permanencia factual del caos nos invita a un conocimiento prudente (Santos 2003: 88).

Por otro lado, ese conocimiento prudente conecta de pleno con la hermenéutica analógica y, a nuestro juicio, de una manera un tanto más lejana con la *ciencia posnormal* de Funtowicz y Ravetz (1990) ya que se mantiene un posicionamiento proporcional y prudente. En nuestro caso, nos centraremos en la hermenéutica analógica al considerar que tiene mayores posibilidades que la ciencia posnormal, no obstante, debemos reconocer el interés que esta última suscita. Pues bien, la hermenéutica analógica nos ha ayudado a esbozar un enfoque en política científica (Coca, 2005a), en educación científica (Coca, 2007a) y en el desarrollo de la misma (Coca, 2005b y 2007b) puesto que ésta respeta la diferencia, aceptando lo particular, sin dejar de lado lo universal; es por tanto una apuesta por la prudencia.

Por esto último, Mauricio Beuchot afirma que frente al múltiple desencanto que observamos en la actualidad, creo que hay que volver a pensar los problemas. Es decir, las dificultades con las que nos vamos encontrando no podemos tirarlas a la basura ni jugar a dar respuestas absolutas, sino buscar otra manera distinta de establecerlas y de contestarlas. Ni un extremo ni otro, sino una propuesta intermedia. Una propuesta hermenéutica y además prudencial o de *fronesis*, la cual es eminentemente analógica (Beuchot 2001: 210).

Vemos, entonces, el enlace prudencial existente entre el planteamiento santosiano y beuchotiano. Este planteamiento prudencial permite, a nivel tecnocientífico, un mejor control de esta actividad al abogar por una profunda interpenetración entre el subsistema tecnocientífico y los demás sistemas, con especial atención del sistema social y psíquico. De hecho, un subsistema tecnocientífico más prudente no podrá elaborar una actividad neutral e independiente, tal y como afirmaba el positivismo. Al contrario, la actividad generada será percibida como parte un subsistema constituido por interacciones con otros sistemas o subsistemas, y vinculada con otras actividades como la ética, la teología, la política, etc. Estas interpenetraciones construirán la estructura tecnocientífica a dos niveles. Por un lado nos encontraríamos con un nivel netamente tecnocientífico y, por otro, con un nivel personal (Coca, 2005b). De este modo, se construye un subsistema tecnocientífico “relativamente relativo”, es decir, un relativismo tecnocientífico limitado.

Es preciso repetir que el positivismo se sitúa en el polo unívoco y la deconstrucción postmoderna en el polo equívoco. La re-construcción beuchotiana en cambio consiste en un *giro analógico* centrado en la retórica. Ante la desconfianza de la verdad lógica o necesaria, esto es, de la racionalidad analítica, se ha notado un sesgo muy marcado hacia la verdad sólo plausible, esto es, la racionalidad tópica, tanto dialéctica como retórica (y a veces hasta poética). Pero se ha caminado por esta senda con mucho extremismo, y hace falta volver a centrar o equilibrar la razón. Más allá de la lógica de la univocidad, está la de la analogía, en la dialéctica y la retórica. En lugar de quedarse en la negación o disolución de los contrarios, une y sitúa las opiniones o tesis contrarias unas respecto de las otras (Beuchot 2004: 132).

Esta relevancia hacia la retórica conlleva una antropología, una concepción del ser humano como sujeto y objeto de lo razonable así como de lo emotivo, de lo

imaginario, de lo dialógico e incluso de lo poético. Volvemos a ver aquí cierta vinculación entre el posicionamiento beuchotiano y el santosiano. Este último habla de la *ecología de saberes* en la que se hace referencia a una comprensión más profunda de las posibilidades humanas en la que se privilegia la fuerza interior (Santos 2007). Además, la ecología de saberes quiere romper con el pensamiento abisal en el cual, el otro que está del otro lado de la línea desaparece como realidad, se torna inexistente.

En este sentido, la naturaleza propia de la ecología de saberes es la de constituirse a través de preguntas constantes y respuestas incompletas. Asumir entonces ésta es ser conscientes de donde reside el conocimiento prudente o analógico. La ecología de saberes, por tanto, nos capacita para una visión más abarcante tanto de aquello que conocemos, como de lo que desconocemos, y también nos previene para que aquello que no sabemos lo percibamos como ignorancia nuestra, no como ignorancia en general (Santos 2007: 38).

Con lo expresado por Boaventura de Sousa Santos y por Mauricio Beuchot vemos como es posible transformar nuestra visión del saber humano desde una perspectiva más humilde y prudente. La ecología de saberes, al igual que la hermenéutica analógica, buscan construir una actividad tecnocientífica más prudencial, integracionista o amplia. Téngase en cuenta que la propuesta de Ferrater, pese a tener convergencias con las antedichas, se distancia mucho de ellas ya que este pensador rechaza cualquier aproximación metafísica.

La racionalidad analógica es consciente que el conocimiento se lleva a cabo en una comunidad epistémica (entendida ésta como sujeto epistémico), en una tradición, en un paradigma, etc. Pero es posible traspasar dichos límites y llegar a la universalización a través del diálogo (Beuchot 2001: 212). A su vez, la hermenéutica analógica parte de un presupuesto de humildad fundamental. Ello implica que el mundo no es el lugar para la mera satisfacción de las necesidades humanas, el mundo es dado al ser humano y éste sólo es capaz de captar la referencia cuando se dona al propio mundo, cuando lo obedece, lo respeta y se compromete con el (Beuchot 2001: 214). Por lo tanto, el espíritu transformador de la tecnociencia está limitado dialógicamente por la ontología que abre esta hermenéutica analógica. Dicho de otro modo y para finalizar:

“Es hora de intentar roturar lo ya dado, de crear, si es preciso, el ámbito de nuestro propio pensamiento. Si no cabe en moldes estrechos, ensancharlos lo que sea necesario; pero sin que se pierda la racionalidad misma que intentamos reconstituir, restablecer. Por eso se presenta como viable e indicado el camino de remover y recuperara la simbolicidad que anima el fondo de nuestra razón; despertar la racionalidad simbólica, que pueda hacer de nuestra razón algo no meramente instrumental, sino donador de sentido, de significatividad. Una racionalidad simbólica que recupere los dos lados del símbolo: la metonimia y la metáfora. La primera para no perder la cientificidad; la segunda, para no perder la poesía. Con ello veremos resurgir la razón, pero una razón distinta, que conjunte en un límite analógico la captación del ser y la alegría del sentido. Que lo haga en verdad acontecimiento significativo, que es el único que puede decirle algo al hombre” (Beuchot 2001: 217).

3. Aplicación sociológica de la metodología integracionista de Ferrater Mora: el ejemplo de la «guerra de las ciencias»

La llamada «guerra de las ciencias» ha sido un interesante conflicto entre diversas disciplinas del saber humano. Esta contienda comenzó a tomar cuerpo a partir de la década 60-70 del siglo XX en la que se materializó la denominada reacción historicista a partir de la cual se comenzó a poner en cuestión el neopositivismo. A partir de ahí, se fortaleció la corriente sociológica que fue, posiblemente, uno de los planteamientos más sólidos y belicistas ante las posturas más clásicas en el pensamiento científico.

Esta postura sociológica puso en el centro del debate el relativismo en la ciencia, aunque (como es obvio) esto no es un planteamiento que haya surgido de la nada. De hecho, desde el siglo XVII las sociedades occidentales han privilegiado la ciencia moderna (Santos 2003). A partir de ahí el debate científico se centró en los fundamentos de la validez privilegiada de su conocimiento, en las relaciones con otras formas de conocimiento —filosofía, arte, religión, etc.—, en los procesos — instituciones, organizaciones, metodologías, etc.— de producción de la ciencia y en el impacto de sus aplicaciones (Santos 2003).

Pues bien, contra este planteamiento creció una reacción muy belicista cuya finalidad era la de afirmar la relevancia epistémica de aproximaciones gnoseológicas positivas por encima de cualquier otra aproximación. En este sentido, fue famoso el caso del físico Alan Sokal quien, a través de un peculiar caso de fraude, cuestionó la credibilidad de los estudios sociológicos de la ciencia. Este físico publicó el artículo “Transgressing the boundaries: towards a transformative hermeneutics of quantum gravity” originando el caso más notorio de la “guerra de las ciencias”. En ese artículo, Sokal citó dos trabajos del sociólogo portugués Boaventura de Sousa Santos (cada vez más conocido en España y, a mi juicio, sumamente interesante) considerándolos como claros ejemplos del planteamiento postmoderno (o no-moderno según Pintos) de los estudios sobre la ciencia.

En esta guerra se generaron dos grandes polos profundamente enfrentados, en un lado estaría (según Philip Kitcher 1998) la tesis racionalista-realista y en el otro estaría la tesis socio-histórica. Aunque es fácil estar de acuerdo con la postura kitcheriana, como ocurre siempre con cualquier tipo de taxonomía, existen ciertas dificultades.

Estos problemas provienen de cada vez más numerosa existencia de pensadores intermedios, analógicos (según las palabras del hermeneuta Mauricio Beuchot, quien sigue a los estudiosos medievales) o integracionistas (utilizando en este caso el término proveniente del filósofo español José Ferrater Mora). Por tanto, estoy completamente de acuerdo con la afirmación expuesta por la profesora Inmaculada Perdomo (comentario personal), quien considera que ambas posturas muestran una visión incompleta y sesgada del sistema tecnocientífico (STC).

El STC está constituido por una gran cantidad de *inputs* y *outputs* que condicionan, modifican, construyen, etc. al mismo. De tal manera que, en palabras del sociólogo Niklas Luhmann, el sistema psíquico (las personas) tienen unos valores, creencias, intenciones o intereses (entre otros muchos factores) que harán que las investigaciones vayan por un camino y no por el otro. De hecho, en biología existe un ejemplo notorio de esto respecto al conocimiento de las cianofíceas. Estos organismos son tan hermosos bajo el microscopio, que está bastante extendido en la profesión que la mera cuestión estética ha hecho que sean uno de los microorganismos mejor conocidos.

Este hecho también tiene gran importancia a la hora de analizar la importancia de los sesgos internos en el desarrollo de este sistema. A este respecto, se están dando unos pasos muy importantes en los estudios de ciencia y género. No obstante, considero que estos sesgos pueden ampliarse a cuestiones relativas al racismo, al sesgo Norte/Sur, etc. A este respecto sobresalen los trabajos de Rodrigo Arocena y Judith Sutz (2003) en el mundo latinoamericano.

A su vez, el STC genera una serie de *outputs* con gran impacto en otro sistema como el económico (SE). El ejemplo de ello lo podemos ver en la afirmación tan recurrente hace pocos años, de la necesidad de ir hacia sectores de producción de gran valor añadido (el STC se sitúa a la cabeza en esta producción). Además, entre el STC y el SE son cada vez mayores las interrelaciones haciendo que el aspecto económico y comercial se haya convertido en uno de los grandes condicionantes de esta actividad. De hecho, en los EUA más del 70% de la producción tecnocientífica de esta zona lo desarrollan las empresas y, precisamente, incrementar este porcentaje en el resto de los países productores de tecnociencia es uno de los objetivos fundamentales.

Tal y como muestra Julio C. Armero (1999), en inglés el término «naturalizar» significa registrar observaciones de diversos fenómenos naturales y recoger especímenes de objetos naturales. Además, este término busca despojar de su carácter milagroso o sobrenatural a aquellos sucesos que lo son supuestamente o que un conjunto de imaginarios le ha aportado este carácter.

La naturalización de la ciencia es un nuevo planteamiento vocacional que se distancia, notablemente, de cualquier programa fundacional. Lo que caracteriza en general a este nuevo posicionamiento epistémico es, precisamente, el rechazo a los programas fundacionales y una clara vocación interdisciplinar o, si se quiere, intermedia.

Dentro de la perspectiva naturalizadora, una de las más relevantes es la propuesta por Philip Kitcher. Este filósofo concibe que la tarea de la epistemología es describir los procesos cognitivamente fiables y formular estrategias de implementación de los estados cognitivos. El objetivo final sería elaborar un compendio de procesos cognitivamente óptimos y formular estrategias de promoción del bien cognitivo. Principios metodológicos, ideales... (función normativa).

Kitcher apuesta por la implementación de un incómodo punto intermedio entre los dos polos de la guerra de las ciencias. Este pensador aboga por una perspectiva global convencido de que una perspectiva dialógica, que fomente el *debate* y el *diálogo crítico* entre historiadores, filósofos y sociólogos constituirá la única senda que permita desarrollar análisis comprensivos del sistema tecnocientífico y superar así las *culture wars*.

La famosa guerra ocasionada en nuestro saber, a juicio de Kitcher, se produce por una visión inadecuada de este sistema, algo en lo que está de acuerdo la epistemóloga feminista Helen Longino. La propuesta Helen Longino en su primera gran obra *Science as Social Knowledge*, y también en su reciente texto *The Fate of Knowledge*, es la una de las propuestas más desarrolladas al respecto.

De hecho, muchos de los sociólogos siguen los enfoques macrosociológicos del Programa Fuerte y de sus seguidores, mientras que otros sociólogos siguen un enfoque microsociológico o, si se prefiere, los estudios de laboratorio. Estos enfoques han tenido una gran importancia ya que han permitido identificar roles de intereses y procesos sociales en el sistema tecnocientífico. Además, el fruto de los trabajos originados por ambos enfoques ha detectado la presencia de determinados factores que traen consigo un conjunto de imaginarios sociales de la tecnociencia. El grave problema que han originado estas aproximaciones epistémicas es que han fomentado la implantación de un relativismo muy polarizado. Por ello, diversos epistemólogos –como los que estamos mencionando– buscan mantener los avances que han producido los enfoques sociológicos salvaguardando también la racionalidad tecnocientífica.

Recordemos que la guerra de las ciencias originó dos tipos de caricaturas muy diferenciadas del sistema. Por un lado estaría la imagen del sistema tecnocientífico guiado por reglas de cálculo lógico-racional. En cambio, en el polo opuesto nos encontraríamos con la postura que afirma que el desarrollo del sistema tecnocientífico está determinado por intereses sociales y por el poder.

La tesis de Helen Longino consiste en una auténtica renovación epistémica, ya que considera los defensores de cualquiera de los dos polos están equivocados. Esta epistemóloga afirma en sus obras que las diversas prácticas sociales pueden ser también prácticas epistémicas y viceversa. Por tanto, en función de la tesis de Longino, es preciso que se produzca una disolución de la dicotomía racional/social

para poder darse cuenta de lo antedicho. Téngase en cuenta que el mantenimiento de esta dicotomía es un gran pilar que sostiene otros elementos vinculados que también serán dicotomías que originan posturas radicales y enfrentadas.

Las propuestas naturalizadoras que hemos mencionado aportan un nuevo enfoque epistémico que puede resultar de gran interés para la sociología del siglo XXI (aunque no es conveniente caer en el exclusivismo). Tanto la tesis de Kitcher como la de Longino rejuvenecen la epistemología y fomentan un campo más interdisciplinar. Pero estas no son las únicas propuestas que tienen gran interés para la resolución de determinados problemas epistémicos como los producidos a partir de la guerra de las ciencias. En el pensamiento hispano también se ha desarrollado un planteamiento gnoseológico relevante para la sociología de la ciencia (que es lo que nos ocupa en esta ocasión): el integracionismo.

A nuestro juicio, podría considerarse como una especie de naturalización del conocimiento humano la propuesta ferrateriana del integracionismo. El *integracionismo* es un método filosófico propuesto por el filósofo español José Ferrater Mora (1912-1991) con el que —según sus palabras— se quiere expresar no sólo una metodología, sino también un punto de vista filosófico. Dicho concepto fue desarrollado en su importante *Diccionario de Filosofía* y recuperado recientemente en una antología de textos (Ferrater, 2005), donde el filósofo dice que el integracionismo se ha ido desarrollando en tres etapas.

En la primera se buscó evitar los escollos e insuficiencias que suele haber en el pensamiento que presta atención al sujeto humano, a su existencia, a su historia, etc. y el que atiende —aunque no de modo exclusivo— a las realidades naturales. Estos dos polos de reflexión se han puesto de manifiesto en diversas contraposiciones: conciencia-realidad, pensamiento de la realidad-realidad pensada o investigada y, de un modo general, sujeto-objeto (Ferrater 2005, 159).

En una segunda etapa, el integracionismo ha funcionado con conceptos o grupos de conceptos que funcionan a modo de conceptos-límites. En este caso, el integracionismo aspira a situar una “entidad” en un cierto “continuo”. Por lo tanto, en esta metodología se supone que toda sucesión de formas de ser constituyen una línea ininterrumpida. A lo que se añade que cada punto de dicha línea está cruzado por dos direcciones opuestas que no deben ser obviadas, ya que es olvido de una de ellas supondrá una hipertrofia de la otra (Ferrater 2005, 160).

En un tercer y último desarrollo de esta metodología filosófica, el filósofo español considera que el propósito de esta tercera etapa es el de mantener líneas de comunicación entre tipos de realidades y entre teorías posibles sobre dichas realidades. En este caso, también se opera con los conceptos-límites que, básicamente, son a la vez contrapuestos y complementarios (Ferrater 2005, 163).

Respecto a la segunda corriente Ferrater se detiene en cinco posibles aplicaciones de su método: la teoría de los universales, la metafísica, la teoría del conocimiento, la filosofía de la naturaleza orgánica y la filosofía del lenguaje. En relación con la primera nuestro autor busca integrar el nominalismo y el realismo, en la segunda busca integrar ser y devenir, en la tercera se hace lo mismo con la realidad fenoménica y nouménica, en la cuarta con el mecanicismo y vitalismo y, por último, en la quinta se integran las dimensiones pragmática y sintáctica del lenguaje.

No obstante, tal y como afirma Barreiro (1994), esta aplicación es demasiado restringida. De hecho, sigue diciendo, la ontología de este pensador ofrece un gran campo de aplicación (Barreiro 1994). Por todo lo dicho, podemos afirmar —con José Echeverría (1994)— que Ferrater Mora ante las disputas filosóficas adopta la actitud de apaciguador. A lo que añade:

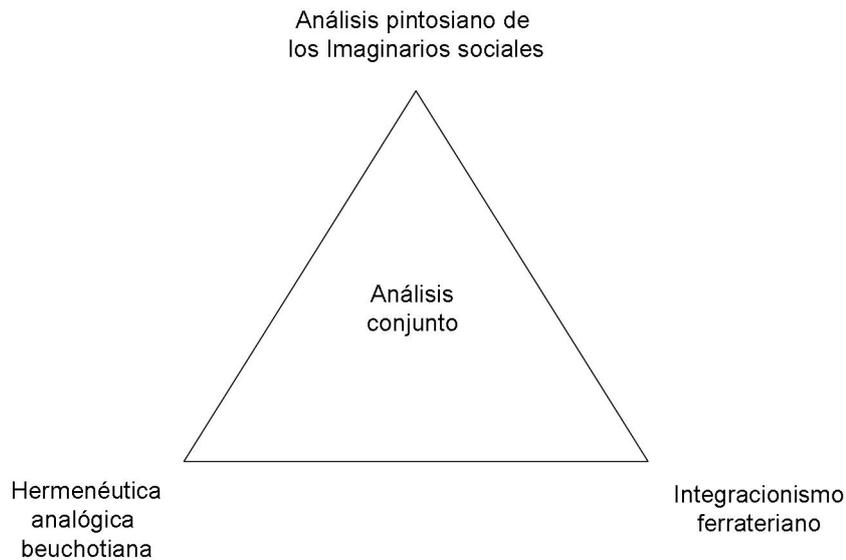
“Mas no se trata sólo de reconocer que en cada escuela o posición filosófica hay algo de verdad, conciliable con la porción de verdad que su aparente enemigo ostenta. La paz a la que Ferrater Mora aspira no es una transacción: es una *integración*. Precisamente por esto es el integracionismo un *eclecticismo*, como a primera vista pudiera parecer; pues no se limita a dar a cada cual lo suyo [...], sino que exige de cada doctrina que dé más de lo que en ella se encuentra cuando se la considera aisladamente, que ella se amplíe y abra hacia la consideración de la doctrina en apariencia adversa, a fin de que pueda integrarse con ella” (Echeverría 1994, 108).

Hemos querido vincular la propuesta ferrateriana con la naturalización epistémica. Obviamente, el desarrollo de Ferrater Mora no está tan implementado como el de Kitcher, pero tiene relevancia como propuesta mediadora entre las numerosas posturas antagónicas existentes. De hecho, en este trabajo de investigación aplicaremos el integracionismo ferrateriano como base epistémica. De

tal manera que en cada paso que vayamos dando, se podrá comprobar la integración de perspectivas sociológicas diferentes. En este sentido, el primer ejemplo lo tenemos en la metodología aplicada, la cual unifica la propuesta metodológica pintosicana de los imaginarios sociales con la hermenéutica analógica beuchotiana. De esta manera es factible obtener una aproximación más completa a la comprensión del sentido que adquiere la biotecnología a nivel social. Asimismo, también es posible comprobar que la teoría sistémica luhmanniana, que constituye el eje teórico central de este trabajo, será entreverada con planteamientos no sistémicos tales como la propia hermenéutica, la consideración (no explicitada) de que detrás de la realidad está lo real como estructura ontológica e incluso la consideración de la existencia de los agentes sociales como sujetos de acción del sistema social. Estas últimas consideraciones epistémicas no serán desarrolladas al no ser parte del objeto de interés de esta obra. No obstante, quede constancia de ellas como ejemplos paradigmáticos del integracionismo que va a guiar los pasos de esta investigación.

4. Desarrollo metodológico-epistémico conjunto.

Hemos expuesto, con cierta brevedad, tres perspectivas metodológicas diferenciadas aunque con nexos comunes. De hecho, a nuestro juicio las tres pueden entrelazarse configurando una perspectiva metodológica compleja que nos permita analizar la también compleja realidad social. Téngase en cuenta, por tanto, que no habrá exclusión de las investigaciones cuantitativas sobre la biotecnología. De hecho, posteriormente haremos uso de ellos como complemento de nuestro trabajo de investigación. No obstante, nuestro objetivo fundamental es cualitativo y consistirá en la elucidación de los mecanismos de configuración de sentido del discurso biotecnológico. Ahora bien, antes de entrar a tratar los resultados y su discusión subsiguiente, en el próximo apartado vamos a mostrar como se van a concatenar los posicionamientos metodológicos antedichos para configurar nuestra futura base epistémica.



Hacia finales del siglo XIX y comienzos del XX, el pensamiento adoptó en Europa lo que dio en llamarse *el giro lingüístico*. Una de las aportaciones de este giro fue que la relación sujeto/objeto (S/O) dejó de ser concebida como directa y, en cambio, comienza a aparecer mediada por el lenguaje. Es decir, de un esquema directo de $S \Rightarrow O$, se pasó a un esquema del tipo $S \Rightarrow \text{lenguaje (L)} \Rightarrow O$. Esto hace que se cambie el problema epistémico del acercamiento del sujeto al objeto de conocimiento, centrándolo en la adecuación del lenguaje epistémico con lo real (realistas) o con la realidad (constructivistas).

Este aspecto que acabamos de mencionar tiene una profunda analogía con los elementos del acto hermenéutico, que son: texto (T), autor (A) y lector (L). De ahí que el giro lingüístico ($S \Rightarrow L \Rightarrow O$) se identifique, en ciertos aspectos, con el giro hermenéutico ($A \Rightarrow T \Rightarrow L$). En este sentido, es posible afirmar que el énfasis pueda hacerse en el lado del autor, en el lado del lector o bien en el del texto. En el primer polo, en el del autor, se le da prioridad al aspecto objetivo, a la intención del constructor del texto. En el lado contrario nos encontramos con el lector, con la subjetividad de la interpretación del que se acerca al texto sin tener en cuenta al autor.

“Hay quienes quieren dar prioridad al autor y entonces hay una lectura más bien objetivista. Pero exagerar en el lado del lector conduce a la arbitrariedad y

al caos, y exagerar en el lado del autor lleva a buscar una cosa inalcanzable, inconseguible; cada vez se está suponiendo más que se puede conocer el mensaje igual o mejor que el autor mismo” (Beuchot 2000: 27).

4.1. El autor

Durante muchos años, se le dio una gran prioridad al autor en el desarrollo de la tecnociencia. De ahí, que la producción tecnocientífica estuviese centrada en el autor de cualquier tipo de texto. Pensemos por un momento en la taxonomía zoológica o botánica. Este proceso metodológico puede ser definido como una construcción de metáforas de un determinado tipo de organismos. En dicho proceso el autor, es el creador del texto que será posteriormente transmitido. Algo similar a ello puede decirse sobre las características del discurso que la tecnociencia, entendida esta como institución, desarrolla:

“Las propias instituciones de la ciencia, la selección y formación de los jóvenes científicos, así como la imagen de la ciencia que interiorizan, están concebidas para reducir al mínimo la atención que se presta a la actividad personal que conlleva cualquier publicación. De hecho, el éxito de la ciencia como actividad intersubjetiva, compartida y de carácter consensual guarda cierta relación con el hábito de silenciar en los artículos de investigación los conflictos personales de sus autores.” (Holton 2002: 93).

Vemos, en lo expuesto por Holton, que en los artículos de investigación el autor toma una importancia inusitada. Lo dicho puede parecer una contradicción ya que podría afirmarse que si el autor es quien tiene mayor importancia sus aspectos emocionales también debieran ser tenidos en cuenta. Pero las cosas no son así.

El autor imprime, obviamente, intencionalidad a su mensaje. Pero como nos ha enseñado la sociología del conocimiento a partir de uno de sus fundadores, Kart Mannheim, existen formas de pensamiento como la ciencia, que no se puede comprender debidamente mientras permanezcan oscuros sus aspectos sociales (Mannheim 2004). De ahí que todos y cada unos de los agentes del sistema

tecnocientífico se encuentren condicionados por los diversos factores que el sistema ha impuesto en su desarrollo.

En este sentido, uno de los grandes historiadores de la tecnociencia española actuales, José Carlos Bermejo Barrera, ha mostrado en diversas ocasiones (2006, 2007 y 2008) que este sistema del que estamos hablando está condicionado por el poder, por la eficacia, por el dinero y por la rentabilidad.

“Todo científico busca el reconocimiento, pero es imposible encontrarlo destacando en esa enorme masa de trabajadores anónimos de la ciencia. Por ello se han establecido criterios de distinción, o excelencia, de tipo cuantitativo, que han llevado a desarrollar un sistema absurdo de clasificación de trabajos. En ese sistema, tal como hemos analizado, desaparecen los criterios cualitativos y son sustituidos por otros meramente cuantitativos.

Se supone que existe una unidad de medida de la ciencia, que es el *paper* o artículo, independientemente de su contenido, que nunca se juzga. Los artículos se suman, matizando su número con índices externos de calidad que dependen de un rango convencional de publicaciones científicas, que asumen la distinción intelectual, ausente del trabajo científico anónimo. Sumando artículos, tipos de revistas, y número de citas (consideradas también como de valor absoluto, ya que cada cita es una unidad), se puede numerar a un científico con un índice, en el que la cantidad sirve como sustituto de la calidad y de la antigua distinción o jerarquía intelectual” (Bermejo 2009: 28).

Este método de clasificación de los científicos, hace que todos ellos se vean obligados a desarrollar artículos y ha materializarlos de una manera muy concreta y con una intencionalidad muy clara.

“La comparación entre un artículo científico y las diferentes respuestas que genera pone de manifiesto que, para empezar, es necesario distinguir entre una retórica activa de proposición y una retórica reactiva de apropiación o rechazo. La primera es la que se utiliza para dar expresión a aquello de lo que el científico está convencido –y espera poder persuadir a otros– cuando escribe

su trabajo con la intención de publicarlo. La segunda caracteriza las respuestas que los contemporáneos del autor u otros lectores posteriores en el tiempo dan a ese escrito. Conviene señalar que tales respuestas están, a su vez, condicionadas por el compromiso de quienes las realizan con sus respectivas retóricas de proposición. El éxito o el fracaso en obtener reconocimiento –o su eventual demora– así como las interpretaciones descaminadas incluso de quienes se creen convertidos a las nuevas ideas, pueden ser interpretados como resultados de ajuste o, en su caso, del desajuste entre elementos centrales de cada uno de estos dos tipos de retórica” (Holton 2002: 94).

A este respecto, considero que la retórica activa y la reactiva tienen que ser implementadas con una retórica condicionada. Ello es así, ya que existen agentes del sistema tecnocientífico que no tienen intención de influir en los demás, de ser reconocidos, etcétera, simplemente consideran que es un deber moral publicar sus investigaciones con el objetivo de ampliar el conocimiento. No obstante, tienen que transmitir sus datos y su información de una determinada manera y aplicando una determinada retórica.

4.2. El texto

Anteriormente hemos dicho que centrar la interpretación en el autor implica un predominio del objetivismo. No obstante, si nos vamos al polo contrario y ponemos nuestra vista en el lector estaremos cayendo en un relativismo exacerbado. En él cualquier interpretación que se pueda realizar del texto es perfectamente válida, ya que lo relevante es lo que entiende el lector al leer el texto.

En cierto modo esto es lo que han planteado los miembros del *Empirical Programme of Relativism* (EPOR). Dicho programa, desarrollado fundamentalmente en la Universidad de Bath por autores como Collins, Pinch y otros relativiza prácticamente todo. De hecho, el propio Collins considera que se necesita es “una incertidumbre radical acerca de cómo se conocen las cosas de la naturaleza” (Collins 1997: 52).

El EPOR considera de gran importancia la retórica de la ciencia, así como el contexto institucional en el que ésta se desarrolla. Este aspecto ha hecho que el

programa empírico del relativismo haya traído consigo propuestas de gran interés para los estudios de la ciencia. No obstante, también es cierto que su exceso de relativismo le ha hecho caer en el famoso “todo vale” feyerabendiano, algo que dificulta notablemente el desarrollo y la implementación del sistema.

Respecto al estudio del sistema tecnocientífico es importante tener presente que interpretar este sistema como un texto y ceñirse, única y exclusivamente, a lo que el lector interpreta tiene muchos riesgos epistémicos. Tengamos en cuenta que la actividad tecnocientífica proporciona un gran conocimiento de las características de lo real, permite además transformar el entorno del sistema, soluciona un buen número de problemas factuales provenientes del sistema social y del psíquico, y modifica la concepción de nuestra propia naturaleza y de nuestro medioambiente. Por tanto, una consideración lectural (permítaseme decirlo así) de dicho sistema hará que sus productos sean interpretados de un modo excesivamente relativista y equiparándolos con cualquier otro conocimiento no factual como puede ser el conocimiento obtenido de la cotidianidad, de la religión, de las relaciones interpersonales, etc.

Es cierto que, como afirma Boaventura de Sousa Santos, que el sentido común aporta un conocimiento complementario al factual que puede ser claramente beneficioso, tanto a nivel de la democratización de la gestión del sistema, como a nivel de control político y social del mismo. No obstante, si se ensalza la lectura del sistema tecnocientífico se puede caer en la equiparación del conocimiento factual con la producción de actividades tales como la parapsicología o la ufología; es decir, las pseudociencias.

A su vez, si apostamos por el relativismo ¿cómo podremos controlar los excesos —por ejemplo— economicistas del sistema? Algunos (sub)sistemas presentes dentro del sistema social como el educativo, están teniendo una gran influencia del sistema económico. Ello hace que, paulatinamente, el sistema educativo se vaya rigiendo más por los designios del sistema económico. Esta interpenetración tiene unos aspectos negativos, a causa del exceso de interpenetración unidireccional por parte de un determinado sistema sobre otro. Por ello consideramos que es necesario establecer un flujo pluridireccional de interpenetraciones entre sistemas. De este modo, las interpenetraciones sistémicas equitativas tendrán una mayor capacidad de tamponamiento de los desarrollos negativos de los sistemas.

Por esta razón, consideramos que es preciso, a la hora de realizar un análisis de las características de la tecnociencia, que no caigamos en este relativismo, si no que mantengamos una posición integracionista —como abogaba Ferrater Mora— o analógica —como ha propuesto Beuchot— del mismo. En el primer planteamiento, y a nivel general, se afirma que los polos antitéticos de cualquier debate deben ser integrados en una tercera concepción para, así, poder desarrollar una adecuada comprensión del ámbito de la realidad objeto de estudio. Por tanto, en el contexto que estamos tratando, la interpretación del autor o del lector, deben integrarse en un posicionamiento conjunto. En cambio, en la segunda concepción, y también a nivel general, se apuesta por una visión analógica o prudencial, donde ambos polos deben ser ponderados y considerados proporcionalmente. De esta manera será posible evitar extremismos y planteamiento poco prudentes y moderados.

4.3. Un posicionamiento intermedio

Con lo dicho considero que queda claro que tanto si nos centramos en el autor como si nos centramos en el lector del acto hermenéutico caeremos en el error del objetivismo (autor) o del subjetivismo (lector). De ahí que sea preciso situarse en un punto intermedio equidistante del autor y del lector, prestando mayor atención al texto.

Si hacemos eso así, es necesario —antes de nada— saber a que nos estamos refiriendo al hablar de texto. En el ámbito de la tecnociencia, y como hemos dicho, el texto puede ser el objeto de estudio de la tecnociencia o aquello que produce la misma (artículos, libros, geles, taxonomías, etc.). A su vez, un texto también puede ser toda la naturaleza, como afirmaban los clásicos, siendo el Creador su autor. Este último caso no será tenido en cuenta, ya que traería consigo asumir una creencia teológica o ponerse a debatir sobre ella, algo que supera los límites de este trabajo. Por tanto, nos centraremos en los productos de la tecnociencia y los consideraremos como texto.

Los productos textuales del sistema tecnocientífico buscan perpetuar los imaginarios sociales (IS) que subyacen al propio sistema, hasta el punto que el propio sistema tecnocientífico constituye —él mismo— un gran y complejo IS. Esto mismo lo hemos afirmado en otras ocasiones (Coca 2007) basándonos en el hecho de que el

propio sistema tecnocientífico es intrínsecamente transformador y utópico. Este sistema configura permanentemente procesos sociales de ideación futura, relegando el pasado —o los hechos pretéritos— al olvido. De hecho, si analizamos tanto los textos de divulgación tecnocientífica, como los textos académicos, vemos que las referencias a libros, artículos o sucesos pasados se reducen al mínimo.

Pues bien, la neutralidad, la objetividad, la independencia o la ausencia de emoción y de ironía, hacen del propio discurso tecnocientífico un verdadero constructo literario muy particular. No obstante, el desarrollo literario del mismo es profundamente distinto a lo que convencionalmente se entiende por literatura. Aún así, es innegable que en el discurso científico se aplican una serie de metáforas que son aceptadas por el sistema (activadores, represores, maduración de los microtúbulos, etc.), una determinada retórica (en tercera persona, neutral valorativamente y socialmente independiente, entre otras cosas), etc. Todo ello con el objetivo de perpetuar una cerradura con respecto a los demás sistemas, manteniendo así un aura proveniente de la selección de unos determinados “elegidos”.

“El análisis del discurso científico, en el que se refleja y transmite esa imagen, ha puesto de manifiesto que dicho discurso es un constructo, y su carácter de constructo, al mismo tiempo, revela inexorablemente la contingencia de la imagen que se transmite con él. En tal sentido querría destacar lo siguiente, y es que este carácter de constructo es algo que ha tenido que ser desvelado, desenmascarado en el análisis, porque el tipo de lenguaje que la ciencia se atribuye y el modo en que lo define y caracteriza tienden a *invisibilizar* esa misma naturaleza constructiva del discurso científico. Esto es, en ese lenguaje “escaparate” detectamos realmente un movimiento de borrado, de eliminación de huellas, de supresión de voces, de tiempos, de lugares, de autorías. No hay historia ni voces en ese lenguaje hecho y acabado; en la forma final de la presentación han desaparecido todos los elementos que podrían indicar su naturaleza contingente” (Santana 2009).

Ante esto, es necesario comenzar a desarrollar mecanismos sociales que permitan configurar un sistema tecnocientífico más textual y más legible a la vez. Esto lo conseguiremos introduciendo mecanismos de ingeniería social provenientes

de los planteamientos de lo que podríamos denominar como *epistemología sociológica renovadora*. Esta nueva manera de concebir el sistema social es consciente de que éste debe responder a las sociedades policontexturales en las que vivimos. Dicho de otra manera, en las sociedades en las que vivimos, existen un conjunto de lo que podríamos llamar *n-crácias* (diversos grupos de presión social), las cuales generan diversos polos imaginarios dentro de los numerosos ámbitos del sistema tecnocientífico.

Pues bien, es fundamental que la *epistemología sociológica renovadora* tenga en cuenta los imaginarios generados por los diversos grupos *n-cráticos* del sistema, así como las nuevas realidades visibilizadas gracias a los trabajos en retórica de la tecnociencia (Arenas-Dolz 2008; Fuller 1993; Gómez Ferri 1995; Holton 2002; Locke 1992; Santana 2009; etc.), en feminismo (Haraway 1991; Longino 1990, 1993, 1997, 2002; etc), en hermenéutica tecnocientífica (Coca 2008; Coca y Pintos 2008; Heelan 1972, 1983, 1989; Heelan y Schulkin 1998; Moulines 1995; Ramírez 1998; Ursua y Ortiz-Osés 1982; Vilarnovo 1993, entre otros), en la actual sociología de la tecnociencia de la Península Ibérica —que a mi juicio presenta desarrollos enormemente sugerentes— (Casado 2003, 2004; Ferreira 2007; Lamo de Espinosa 1996; Nunes 1998-99, 2001; Sánchez Morales 2007; Santos 2003, 2007; Valero 2004 etc.) o en algunos estudios sobre gobernanza política del sistema (Fuller 2000; Kitcher 2001, VV.AA. 2009). De este modo podremos comprender, analizar e implementar nuestros mecanismos de actuación sobre el sistema.

Pongamos un ejemplo. Las investigaciones sobre el sistema tecnocientífico centradas en los problemas de género, han mostrado el profundo sesgo androcéntrico existente en dicho sistema. Esto trajo consigo procesos de no correlación currículo-laboral, de ahí que determinados hombre, con menores méritos que las mujeres, estuviesen mejor situados que ellas. Este pequeño ejemplo es una pincelada que ha permitido abogar a diferentes actores del sistema a generar mecanismos de ingeniería social cuyo fin es el de transformar esta situación de sesgo androcéntrico en un contexto más equitativo. No obstante, dicha transformación se encuentra todavía en un estadio bastante inicial.

Las investigaciones sobre los problemas sociales de las mujeres, así como los trabajos sobre epistemología feminista han aportado, entre otros muchos trabajos de investigación social, tienen numerosos enfoques y han aportado una visión

renovadora del sistema tecnocientífico. En esta ocasión, hemos centrado nuestro interés en mostrar el potencial sociológico-epistémico que los estudios sobre hermenéutico-retóricos tienen en la actualidad. Este enfoque, parte del hecho de que una interpretación del sistema tecnocientífico tiene el riesgo de polarizarse y caer en un subjetivismo vago, dándole demasiada relevancia al lector, o en un objetivismo inerte, al defender al texto por encima del lector. Nosotros apostamos por una posición intermedia, una *epistemología sociológica renovadora*; un planteamiento epistémico en el que los tres aspectos hermenéuticos a los que anteriormente se había hecho mención (autor-texto-lector) tenga una relevancia equitativa. De este modo, es factible desarrollar una concepción de la tecnociencia más social y menos artificial, algo que se ha venido haciendo en los últimos tiempos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

1. ANÁLISIS DEL DISCURSO BIOTECNOLÓGICO EN INTERNET.

A comienzos de este trabajo de investigación hemos afirmado la importancia actual que tiene el estudio del discurso a través de Internet, aunque ello no está exento de ciertos problemas epistémicos. No obstante, al igual que el profesor Juan Luis Pintos, consideramos que la comunicación pública a través de la Web es el futuro de la transmisión de información. De hecho, todos los medios de comunicación clásicos tienen su correspondiente página Web. Pero no sólo eso, existen blogs, Web de instituciones académicas no universitarias, páginas personales, revistas, Web empresariales, etc. que transmiten un tipo de información que debería ser considerado. En este sentido, la configuración y modelación de los imaginarios sociales no se circunscribe a los medios de comunicación convencionales, ya que cuando una persona o grupo de personas busca información en Internet recibe información de todas estas posibles fuentes. A su vez, la red de redes permite que se comuniquen perspectivas discursivas diferentes o matizadas a las expresadas en los medios de masas. Esto es lo que hemos realizado en esta ocasión.

1.1. El discurso global sobre los transgénicos como paradigma del discurso biotecnológico

Cuando consultamos la Wikipedia³ y vemos qué es lo que se dice sobre los alimentos transgénicos podemos comprobar que habitualmente existe la consideración de la existencia de dos polos discursivos enfrentados. El ejemplo clásico de ello lo supone el famoso debate entre los imaginarios sociales acerca de los alimentos transgénicos. En dicha discusión existen dos discursos enfrentados e irreconciliables. En uno de ellos se muestra una “fe” en los científicos y en la actividad que llevan a cabo, mientras que en el polo contrario se afirman la existencia de una gran cantidad de riesgos ambientales, personales y sociales (Ledidow y Tait, 1991 y 1992). En este sentido, Christidou y col. (2004), analizando los medios de

³ http://es.wikipedia.org/wiki/Alimento_transg%C3%A9nico

masa griegos, afirman que las metáforas sobre aspectos relativos al sistema tecnocientífico se pueden clasificar en dos grandes categorías:

- 1) Tecnociencia como constructo, como proceso supernatural, como extensor de la frontera del conocimiento o como vinculado al código promesa/miedo.
- 2) Evolución del conocimiento tecnocientífico como repentino/violento o bien como gradual.

Pues bien, en referencia a estas dos grandes categorías Christidou y colaboradores (2004) afirman que los artículos sobre genética y biotecnología emplean las metáforas de extensión de la frontera del conocimiento, están vinculados al código promesa/miedo, afirman que esta actividad tecnocientífica es un proceso supernatural y cuyo conocimiento se produce de un modo repentino/violento. Por tanto, se repite —en cierto modo— esta dualidad discursiva de la que estamos hablando.

En el polo de aquellos que tienen fe en la ciencia, podemos poner numerosos ejemplos como el artículo de Nieto-Jacobo *et al.* (1999) en el que se afirma que el mejoramiento de las plantas transgénicas responde al reto de solventar la demanda alimenticia del mundo. Por otro lado, en un dossier elaborado por la revista *Mundo Científico* sobre los organismos modificados genéticamente, se puede ver como Chesson y James (2000) derivan el temor del público a los medios de comunicación mostrando esa “fe” en la actividad tecnocientífica de la que hablamos previamente. Desde este mismo contexto, aunque con un discurso menos directo, habla López Guerrero (2002), Cubero Salmerón (2005) Castañera y Ortego (2000), y Tamames (2003). Estos autores ponen encima de la mesa un gran “arsenal” de información experimental y argumentan que los potenciales problemas que pudieran existir se terminarán solventando en un plazo más o menos corto de tiempo. Se está reforzando, entonces y en referencia nuevamente a Christidou y col. (2004), la

metáfora prometeica de la biotecnología y la de ésta como proceso supernatural con capacidad de solventar todos nuestros problemas.

Pues bien, la mayor parte de las personas que se encuentran en este polo o mantienen posturas más dialécticamente moderadas pero igualmente creyentes en la actividad tecnocientífica, son empresarios (o empresas), científicos o personas con una concepción de la realidad, digámoslo así siguiendo a Bloor (1998), *ilustrada*.

En el lado contrario nos encontramos (en referencia de nuevo a Bloor (1998)) con una concepción *romántica* de la vida y de la crítica a estos organismos. Las personas que se sitúan en este polo suelen tener en la cabeza la idea de que los científicos “juegan a Dios” tomando como eje imaginario la popular imagen del monstruo de Frankenstein (Turney 1998 y Petersen 2001). En este lado nos encontramos con una gran cantidad de ONGs, con personas vinculadas a los sindicatos y con los movimientos ecologistas. De hecho, en la página Web de Greenpeace⁴ podemos ver que la idea que subyace a su visión de los transgénicos es la de haber franqueado determinadas barreras naturales, la existencia de grandes riesgos y de altos niveles de incertidumbres potenciales. En este contexto, es interesante destacar también la existencia de organizaciones creadas, específicamente, para luchar contra los transgénicos (por ejemplo la Plataforma Galega Antitransxénicos⁵).

La afirmación de la existencia de los polos discursivos enfrentados también ha sido desarrollada por Paloma Herrera (2005) quien considera que, respecto al debate sobre los OGMs, es adecuado lo siguiente:

“[F]abricar dos tipos ideales que sólo se justifican *a posteriori*, es decir, en la medida en que nos hayan posibilitado descubrir ciertos aspectos de las posturas en debate que antes habían permanecido opacos. El “imaginario ilustrado” y el “imaginario romántico” se hacen, por tanto, intervenir aquí a título de

⁴ <http://www.greenpeace.org/espana/campaigns/transgenicos>

⁵ <http://www.temposdixital.com/?p=906>

artefactos o herramientas que, como el microscopio o el concepto de átomo, hacen ver lo que previamente no se veía” (Herrera 2005: 188).

El tipo de discurso que se emplea, tiende cada vez más —en el contexto biotecnológico— a una mayor neutralidad valorativa, de hecho las referencias a datos tecnocientíficos, dejando a un lado los aspectos opinativos y valorativos, es cada vez mayor. Por otro lado, no es corriente el empleo de un discurso propagandístico o comercial, ya que la propia tecnociencia es considerada la mejor defensa posible de cualquier argumento.

En este sentido, la verdad tecnocientífica es, en muchos casos, identificada con la «Verdad» pero se puede entrever que, en función de los intereses particulares, se emplea esa «Verdad» para lograr los fines de cada grupo que emplea para sí la verdad tecnocientífica. Así, las ONGs intentan trasladar sus valores a la comunidad tecnocientífica, mientras que las empresas hacen algo muy similar. En cambio, la información interpretable desarrollada y aportada por el sistema tecnocientífico puede ser empleada por los grupos de interés de otros subsistemas y modificada con la intención de echar abajo alguna posible argumentación contraria a sus intereses.

No obstante, si tenemos en cuenta cómo se está desarrollando actualmente el sistema tecnocientífico ya no es posible considerar, estrictamente, que la información proveniente de dicho sistema está fuera del control de los diversos grupos de interés. De hecho, la creciente vinculación entre la Universidad y la empresa debilita los argumentos provenientes de grupos de interés tales como las organizaciones no gubernamentales anti-biotecnológicas. En este sentido, la periodista Marie-Monique Robin en su obra *El mundo según Monsanto* (2010) asegura que la gran corporación farmacéutica y paradigma de la problemática biotecnológica: Monsanto, tiene como parte de su cometido el asegurar su influencia sobre los agentes tecnocientíficos para que éstos opinen en los foros internacionales o en las revistas y Universidades en función de sus propios intereses.

ESQUEMA 4 ACTORES SOCIALES EN EL DESARROLLO DE LAS POLÍTICAS SOBRE LA BIOTECNOLOGÍA EN EE.UU. DE AMÉRICA				
Periodo	Científicos y Tecnólogos	Empresas	Activistas	Administración
Década de los 70	Restricciones voluntarias: desarrollo de directrices de los <i>National Institute of Health</i>	Actitud pasiva	Rechazo total	Actitud pasiva; apoyo a las directrices NIH
Principios de los 80	Desregulación: negociación	Uso voluntario de directrices NIH	Protestas contra la diseminación	Posturas defensivas reacias a la regulación de la diseminación
Finales de los 80	Oposición a la “excesiva regulación”	Oposición a la regulación: negociación	Apoyo a la negociación para establecer una regulación restrictiva	Establecimiento de procedimientos administrativos en base a reglamentos existentes
Principios de los 90	Apoyo a la regulación y a la investigación en evaluación de riesgos	Preocupación por la seguridad y su influencia en la opinión pública	Rechazo parcial. Apoyo a las campañas informativas	Apoyos a la biotecnología entran en conflicto con la bioseguridad. Apoyo a las campañas informativas.

Fuente: Baark, E. (1991).

Este discurso romántico ha ido variando levemente con el tiempo. Al principio tenía gran importancia la incertidumbre y el riesgo social indescriptible. En cambio, en la actualidad el discurso está mucho más enfocado hacia los efectos de los transgénicos en relación con la biodiversidad y con la evolución (Rifkin 1999). No obstante, autores como David Depew (2001) consideran que las afirmaciones de James Rifkin (1999) no son realmente evolucionistas ya que, según Depew (2001), Rifkin utiliza una teoría para politizar los avances biotecnológicos.

Tal y como se refleja en el esquema 4, tomando como ejemplo la nación con mayor desarrollo biotecnológico del planeta, con el paso del tiempo puede parecer

que las dos posturas antagónicas están encontrando mecanismos de confluencia. No obstante, consideramos —como mostraremos con detalle más adelante— que lo que está sucediendo es la preeminencia de un determinado discurso sobre otro produciendo que determinadas argumentaciones vayan desapareciendo con el paso del tiempo.

1.2. Discurso biotecnológico en los medios de comunicación.

Antes de entrar a fondo en la comprensión del discurso biotecnológico que se está desarrollando en la actualidad haremos una parada en la evolución que el discurso biotecnológico ha tenido en los últimos años en España. Recordemos que centrarnos en este Estado es posar la mirada en la región iberoamericana con mayor desarrollo biotecnológico.

Por otro lado, es fundamental tener en cuenta que “el espacio de la comunicación convoca agentes sociales diversos: miembros de la administración, representantes de partidos políticos, miembros del gobierno, científicos de diversas disciplinas, representantes de la industria y del mundo empresarial, sindicatos, asociaciones diversas, intelectuales, tertulianos, periodistas,..., y la misma ciudadanía, a través de los espacios abiertos de participación (...). No debe olvidarse, sin embargo, que la voz de los ciudadanos en los medios de comunicación no aparece en las mismas condiciones que la del resto de los agentes” (Espeitx y Cáceres 2005: 215). Por tanto, es necesario ser conscientes que los estudios sobre los medios de comunicación pueden traer consigo un sesgo hacia aquellos grupos sociales de intereses con mayor impacto mediático.

Pues bien, con el objetivo de estudiar la información periodística en los medios de comunicación españoles, bajo el auspicio de la Fundación Genoma España se realizó recientemente el informe *Cultura biotecnológica en España*. En él, Quintanilla *et al.* (2005) estudiaron la evolución que ha sufrido el tratamiento de la biotecnología en diversos medios de comunicación. Durante el periodo comprendido entre 1994 y

2002 se comprobó que las fuentes de información de los periódicos y de la agencia EFE eran de un 31% y un 25% respectivamente. Asimismo, en los primeros la siguiente fuente de información más importante, en ese periodo, es la proveniente de las empresas. En cambio, en la agencia EFE asciende a un 44%. Esto nos da unas pautas sobre cuales serán los temas fundamentales que tratarán estas empresas de comunicación.

En las informaciones que tienen como fuente al gobierno, como es obvio, el tema fundamental es el de la política científica. En cambio, las noticias que tienen como fuente a las empresas, es clasificada en la categoría de “otros” y, en segundo lugar, en impacto social.

La divulgación de la biotecnología tienen como fuente fundamental a las instituciones académicas: Universidades, Centros, Institutos y sociedades científicas; así como las publicaciones producidas por ellas.

Entre 1994 y 2002, Quintanilla *et al.* (2005) nos muestran que la presencia de la biotecnología en los medios ha ido creciendo paulatinamente fruto del incremento en el interés por parte del público. Además, hay indicios (dicen) de que el tratamiento de estos temas va adquiriendo paulatinamente mayor complejidad y obliga a los medios a una mayor atención. En tercer lugar informan que el discurso es neutral o positivo, aunque van creciendo poco a poco las valoraciones negativas. Por último, se nos dice que las fuentes gubernamentales tienen gran importancia mientras que las de las empresas no tanto. En cambio, éstas últimas van presentando una importancia cada vez mayor (Quintanilla *et al.*, 2005: 37).

En este mismo informe, durante el año 2003, se expone que alrededor del 80% (dependiendo del periódico) de la información trata de investigación básica, aplicada, innovación tecnológica e implicaciones docentes. Esto nos muestra que el supuesto debate sobre la biotecnología —y también sobre los transgénicos— se corresponde sólo con determinados momentos informativos puntuales: genoma humano, clonación de embriones, Dolly, directiva sobre OMGs, etc. Pero la mayor parte de la información que aparece en los medios de comunicación es, hasta ese momento, fundamentalmente vinculada con el ámbito académico.

El problema con el que nos encontramos ahora es que el análisis cuantitativo de la evolución del contenido relativo a la biotecnología en los medios de masas no permite comprender el sentido del discurso biotecnológico. Esto último es el objetivo fundamental de nuestro trabajo, por lo que es necesario ampliar el contenido epistémico a través de información obtenida en Internet.

1.3. Comprensión del discurso biotecnológico en la red.

La hermenéutica del discurso biotecnológico necesita del desarrollo del análisis del discurso. “El análisis del discurso es un campo de estudio nuevo, interdisciplinario, que ha surgido a partir de algunas... disciplinas de las humanidades y de las ciencias sociales, como la lingüística, los estudios literarios, la antropología, la semiótica, la sociología y la comunicación oral. Resulta notable que el desarrollo del moderno análisis del discurso tuviera lugar más o menos simultáneamente en estas disciplinas, es decir, a fines de los años sesenta y a comienzos de los setenta” (Van Dijk 1990: 35). El análisis del discurso que vamos a realizar en esta ocasión no va a estar centrado en las consideraciones semánticas del discurso. No obstante, y como es obvio, ha sido necesario estudiar semánticamente los textos para poder, posteriormente, realizar la hermenéutica de los mismos.

Para desarrollar nuestro análisis, tal y como hemos dicho, nos hemos basado en el planteamiento metodológico que ha desarrollado Juan Luis Pintos y lo focalizamos en el análisis del discurso obtenido a través de Internet. La importancia de la red y la facilidad de acceso al material son las dos razones fundamentales que nos han llevado a decidimos por esta opción. Para ella, nos hemos valido de la opción “alerta” que Google permite activar. Gracias a ella, hemos ido recibiendo información en nuestro correo electrónico durante un año, de julio del 2007 a julio del 2008, sobre textos colgados en Internet que contuviesen la palabra *biotecnología*. Nuestro objetivo no era establecer una discusión sobre aspectos relacionados con estas tecnologías, lo que pretendemos es conocer el discurso fundamental que vinculado con este término. Pues bien, a lo largo de ese año se han recibido un total de 2.542 alertas, de las cuales

(y tras un análisis inicial del contenido) hemos considerado que tenían relevancia epistémica un montante final de 2.184 alertas individuales. Al decir “individuales” no nos referimos a cada una de las entradas recibidas en el correo electrónico, queremos hacer mención de cada uno de los vínculos recibidos (que pueden ser varios en cada entrada). Las alertas no relevantes epistémicamente fueron rechazadas por ser reiterativas (en ocasiones recibíamos la misma noticia por distintas vías), por carecer de discurso real (es decir, por aparecer la palabra de manera aislada) y por estar el vínculo roto o no tener acceso a la página.

Gráfico 6
Ejemplo de alerta de noticias Google recibida

01 Aug 2007 23:43:28 -0700

HTML del mensaje:

Alerta de Noticias de Google para: biotecnología

[Raúl Castro quiere fortalecer nexos con EEUU y con Venezuela](#)

CadenaGlobal.com - Venezuela

Los últimos doce meses, las autoridades cubanas también firmaron importantes acuerdos de inversiones con Vietnam en petróleo y biotecnología, y con Irán, ...

[Ver todos los artículos sobre este tema](#)

[La conversión de Lilly hacia la biotecnología](#)

The Wall Street Journal Americas - USA

Pero a diferencia de sus rivales, Lilly no está comprando su entrada a la biotecnología con grandes adquisiciones. En su lugar, ha estado tratando de formar ...

[Ver todos los artículos sobre este tema](#)

[La opción biotecnológica](#)

El Nuevo Día (Puerto Rico) - San Juan, Puerto Rico

Para entrar con el pie derecho en el mundo de la biotecnología y acceder a los beneficios económicos y sociales que esta promete hacen falta recursos ...

[Ver todos los artículos sobre este tema](#)

Para poder llevar a término el estudio, se ha parcializado el enfoque en tres niveles: semántico, frásico y paragráfico. A nivel semántico, hemos ido registrando

los términos próximos a nuestra palabra clave (biotecnología), con contenido semántico, sin preocuparnos, inicialmente, sobre el tipo de discurso. Posteriormente hemos analizado los términos que se encuentran en la misma frase (son los que tienen mayor relevancia discursiva) viendo que el sentido que aportaban al término clave, así como los términos que se encuentran en un mismo párrafo aunque no en la misma frase (considerados de menor relevancia). El análisis frásico y paragrafístico nos permitirá amplificar la comprensión que aporta el nivel semántico pudiendo aplicar entonces el análisis hermenéutico analógico e integrador. Recuérdese que nuestro objetivo no es desarrollar un estudio cuantitativo, sino cualitativo y centrado en la hermenéutica de los textos. Y “la hermenéutica social trata de poner de manifiesto el lugar social desde cuya perspectiva e intereses se fragua la visión del mundo compartida que inspira el sentido de las cosas sociales expresado en el discurso, y los condicionamientos que impone la situación social en la que sucede la interacción en que el discurso se produce” (Beltrán 2003: 209). Por esta razón, nos hemos desprendido de los datos de cuantificación que, a nuestro juicio, no resultaban relevantes para el estudio en cuestión y nos hemos centrado en la búsqueda de sentido de los textos.

Pues bien, centrándonos de momento en el estudio semántico del discurso hemos podido establecer un diccionario básico a partir del cual nos es posible configurar cuatro grandes contextos discursivos, entornos sociolingüísticos o, si se prefiere, cuatro campos semánticos fundamentales. Dentro de dichos contextos ha sido factible establecer un código binario de codificación discursiva que es identificable con el metacódigo relevancia/opacidad del que habla el profesor Pintos en sus numerosos trabajos. El diccionario básico está basado en las frecuencias de repetición de todos los términos epistémicamente relevantes. Estos términos suponen un número total de 37.696 palabras o entradas con validez experimental. De todos ellos, hemos expuesto en el esquema 5 aquellos que tienen una mayor frecuencia de aparición. Asimismo, en dicho esquema se han unificado aquellos términos sinónimos o relativamente sinónimos en un mismo grupo y bajo un mismo término.

Por ejemplo, a la hora de hablar de artículos, proyectos de investigación, estudios, etc. se está haciendo mención de un trabajo académico y con un sentido

último similar. Por esta razón, se ha considerado que estas palabras podrían ser unificadas en un mismo término con relevancia epistémica. En cambio, por ejemplo, innovación y desarrollo se han clasificado de manera diferente ya que el primero hace mención de un desarrollo biotecnológico en el que se produce una mediación empresarial. En cambio, el término desarrollo engloba a los avances académicos, empresariales, sociales, etc.

ESQUEMA 5					
FRECUENCIAS DE APARICIÓN DE LOS PRINCIPALES TÉRMINOS CON RELEVANCIA EPISTÉMICA					
Término	%	Término	%	Término	%
Nueva, novedad (+)	2,33	Universidad	1,65	Futuro	1,40
ADN	1,84	Grupo	1,80	Investigación	1,76
Empresa	1,01	Estudios (artículos, proyectos)	1,01	Producto, producción	0,90
Clonación	0,88	Innovación	0,87	Gobierno	0,87
Legislación	0,75	Fármacos	0,74	Seguridad (-)	0,74
Genoma.	0,74	Estados Unidos	0,73	Transgénicos	0,73
Riesgo (-)	0,73	Desarrollo	0,73	Departamento	0,73
Patente	0,71	Recombinante	0,71	Avances	0,70
Potencial (+)	0,71	Mayor (+)	0,70	Política	0,70
Zona libre (-)	0,70	Moratoria	0,69	I+D	0,69
Farmacéutica	0,69	Economía	0,67	España	0,66
Clonación	0,66	Impacto	0,65	Proyecto	0,65
Alimentos	0,60	OGMs	0,58	Bacteria	0,58
Argentina	0,45	Maíz	0,43	Genética	0,42
Cultivo	0,42	Carreras, estudios	0,42	Nature	0,40
ONGs	0,39	Europa	0,38	Cuba	0,38
Medicamento	0,37	Extensión	0,37	Pobreza	0,37

Nota: Las variantes del lenguaje se han unido en un término. El sentido positivo o negativo se muestra con un signo + o -.

Fuente: Elaboración propia.

Los datos anteriormente expuestos suponen un total del 39,79 % del discurso epistémicamente relevante total. Estos son suficientes como para poder establecer

cuatro campos semánticos principales entre los que se mueve el discurso biotecnológico en la red. Recordemos que estos contextos no son los únicos que se podrían dar. Es posible hacer una fragmentación mayor del discurso estableciendo un número mayor de contextos semántico, pero si disgregamos excesivamente el número de contextos podríamos caer en el error de generar un nivel de complejidad epistémica elevada que dificultaría sobremanera nuestro posterior análisis. Por esta razón, y bajo una consideración meramente pragmática, hemos decidido circunscribir el estudio a los siguientes cuatro grandes contextos:

Contexto económico-empresarial:

En él se habla de la biotecnología desde una perspectiva fundamentalmente empresarial o relacionada con ésta.

Contexto de seguridad:

Donde se expone las consecuencias que la actividad biotecnológica podría tener en relación con el riesgo, con los problemas, con la seguridad, etc.

Contexto temporal:

En este contexto se encuadra el discurso biotecnológico en el que se hace mención con el aspecto temporal (pasado, presente y futuro) y con las cuestiones relativas a éste.

Contexto académico:

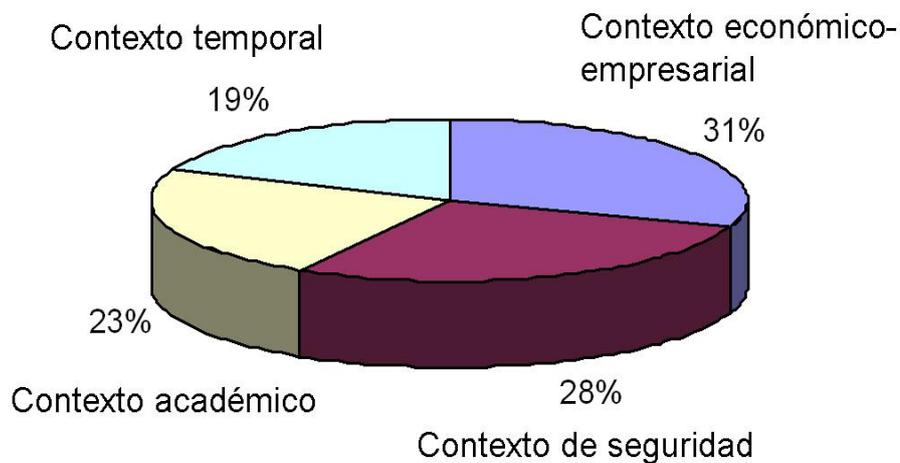
Donde se conjuga todo aquello relativo a las instituciones académicas (Universidades y Organismos de investigación públicos).

ESQUEMA 6 CAMPOS SEMÁNTICOS			
Económico-empresarial	Seguridad	Tiempo	Academia
Productividad	Riesgo(s)	Progreso	ADN
Inversión(es)	Seguranza	Futuro	Recombinante
Ganancia(s)	Legislación	Oportunidad(es)	Transgénicos
Interés(es) económico(s)	Medioambiente	Desarrollo	Clonación
Patente	Seguridad	Empresa(s)	Futuro
Consumidor(es)	Estado	ADN	Estudio(s)
Rendimiento	Región	Fármaco(s)	Investigación(es)
Potencial(es)	Salud	Sector(es)	I+D+i
Apertura comercial	Información	Investigación(es)	Innovación(es)
Comercio	Precaución	Historia	Tecnología(s)
Empleo	Moratoria	Avance(s)	Desarrollo
Valorización	Zona libre	Estudio(s)	Progreso(s)
Materia(s) prima(s)	Transgénico(s)	Nuevo(s) medicamento(s)	Impacto
Uso comercial	Amenaza	Nuevas soluciones	Nuevas tecnologías
Impacto	Transgénicos	I+D	Grupo(s)
Crecimiento	Mejora	Innovación(es)	Universidad(es)
Aplicación(es)	Supuesto	Momento	Conseguir
Pobreza	Crecimiento	Mayor	Patente
Mejora	Tercer mundo	Menor	Registro
Calidad de vida	Ética	Índice	España
Sector(es) emergente(s)	Empleo	Posibilidad(es) terapéutica(s)	Región
Futuro	Económica	Negocio(s)	Medioambiente
Poder	Calidad de vida	Futuro	Empleo
Etcétera	Etc.	Etc.	Etc.

Fuente: Elaboración propia en base a algunos ejemplos de los campos semánticos desarrollados.

Gráfico 7
Relevancia porcentual de los contextos discursivos analizados.

**PORCENTAJES DE RELEVANCIA
DISCURSIVA DE LOS CONTEXTOS
ANALIZADOS**



Fuente: Elaboración propia

3.1. Contexto económico-empresarial

En el primer entorno discursivo, el mayoritario, hemos podido comprobar la gran relación existente entre la biotecnología y el sistema económico. En este contexto se dan cita, por un lado, textos provenientes de medios de comunicación generalistas (*El País, El Mundo, ABC, El Litoral, Diario de León, Hoy*, etc.) en los que se mencionan las fusiones, las intenciones, las ganancias, etc. de las empresas biotecnológicas o aquellas que desarrollan biotecnología. Por otro lado, nos encontramos con las Web de periódicos y revistas digitales especializadas en el

ámbito económico-empresarial (*Siliconnews*, *Tendencias21*, *info7*, *Cinco Días*, *El Economista*, *Rankia*, etc.). Por último nos encontramos, aunque de manera ocasional, con algunos blogs (*Biotecnología en España* —desarrollado por Eduardo González-Salamanca y García, fundador y managing partner de Innovative Bioconsulting—, *GenArGen (R)* —puesto en marcha por Leandro Vetcher fundador de la empresa Advanced Biofuels—, *Aula de Economía de la Empresa*, *Oficina de Tratados Comerciales Agrícolas*, *Bio-technology* —desarrollado por la consultora tecnológica Inngeniar Group—, etc.) provenientes, en su mayor parte, de personas vinculadas de manera más o menos directa a este ámbito.

Pues bien, en este campo semántico destacan por su porcentaje de repetición, palabras como oportunidad, innovación, patentes, comercio, negocio, desarrollo, economía, etc. Ello es debido a la creciente importancia del desarrollo empresarial biotecnológico que conjuga cada vez más las actividades empresariales y tecnocientíficas (Haribabu 2004). De hecho, tal y como hemos expuesto al hablar del contexto económico del ámbito biotecnológico, el número de empresas con base tecnológica creada a partir de grupos de investigación, o de investigadores particulares, en (por ejemplo) las universidades españolas se ha incrementado de cero a 48 en el período 2000-2006 (Garcés, Montero y Vega 2007). A su vez, y como expusimos en el apartado correspondiente, se está incrementando la producción de organismos biotecnológicos en Iberoamerica, así como su apuesta por esta actividad.

Por otro lado, es recurrente la afirmación de que las biotecnologías traerán consigo una mejora sustancial de la vida y de cualquier actividad humana en general, así como de las regiones más empobrecidas del planeta, en particular. En este sentido, en el foro de espacio moodle Aqua Campus, se afirma lo siguiente en relación a las posibilidades de la biotecnología para la acuicultura:

“La biotecnología puede suministrar los medios para incrementar la intensidad y capacidad de la acuicultura y de esta manera aumentar varias veces su producción en los próximos años. La acuicultura se ha incrementado cuantitativamente en la últimas cinco décadas gracias a una serie de aportes, entre los cuales destaca la biotecnología aplicada a diversos

ámbitos como reproducción, nutrición, patología y mejoramiento genético de las especies cultivadas, así como en la calidad de aguas”. (<http://campus.aqcen.com/> Entrada 23 marzo 2008).

Otro ejemplo lo podemos obtener de la Web de FAO en la que se hacen la pregunta sobre si la biotecnología se ocupa de las necesidades de los pobres, a lo que le sigue la afirmación: “los cultivos alimentarios de bioingeniería entrañan un auténtico potencial para combatir el hambre - pero sin aprovechar, hasta ahora” (<http://www.fao.org/> Entrada 12 diciembre 2007). Esta pregunta se lleva a cabo al hilo de la publicación del informe *El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2003-2004*. En dicho informe se concluye, entre otras cosas, lo siguiente:

“Uno de los principales mensajes que cabe extraer del informe de este año sobre el estado de la agricultura y la alimentación es que la biotecnología puede beneficiar a los pequeños agricultores que poseen escasos recursos. La pregunta fundamental estriba en saber cómo se puede aplicar este potencial científico a los problemas agrícolas de los productores de los países en desarrollo. La biotecnología hace concebir grandes esperanzas como un nuevo instrumento en el conjunto de instrumentos científicos para crear tecnologías agrícolas aplicadas, pero no es una panacea.

Aunque la biotecnología está relacionada con todas las esferas de la agricultura, las investigaciones y las aplicaciones a nivel de la explotación -con algunas excepciones sobre todo en el sector fitogenético- se están efectuando principalmente en los países desarrollados. Actualmente la dificultad estriba en concebir un sistema innovador que concentre su potencial en los problemas de los países en desarrollo” (<http://www.fao.org/> Entrada 13 junio 2008).

Sobre este mismo tema Pablo Abad para la revista *Expansión* (28 mayo 2007), en referencia a datos de la FAO, afirmaba que “muchos países en vías de desarrollo

están consiguiendo importantes resultados en el campo de la investigación biotecnológica, un área que les permite conseguir mejoras para su agricultura e impulsa su desarrollo económico” (<http://www.expansion.com/> Entrada 12 junio 2008). No obstante, sigue diciendo Abad, el informe de la FAO reconoce se han realizado pocos estudios en estos países para evaluar sus repercusiones socioeconómicas, unos datos que serían útiles para orientar, afirma, la investigación y las políticas de tecnología, así como la inversión, hacia una utilización más generalizada y eficaz de la biotecnología.

Podemos ver entonces que se produce cierto consenso (del que excluimos a las organizaciones anti-transgénicos) sobre el beneficio de los organismos agrobiotecnológicos para los Estados empobrecidos. En este sentido también se afirma que este sector empresarial dará lugar a un gran número de empleos, disminuyendo las tasas de desempleo de la región. Además, se expone que los artefactos biotecnológicos presentan nuevas oportunidades de negocio para las zonas del globo con graves problemas de pobreza.

Como contraparte de este discurso positivo se encuentra la argumentación en negativo desarrollada por los sectores “románticos”, anti-biotecnológicos o alter-mundo. Dichos sectores tienden afirmar que el desarrollo empresarial capitalista se está configurando como un nuevo proceso de colonización internacional. En él se busca generar regiones (y por tanto sociedades) dependientes y subyugadas a los Estados situados en el centro del sistema. Por tanto, y dada la fuerte interpenetración actual entre el sistema tecnocientífico y el económico, la biotecnología (uno de los paradigmas de dicha interpenetración) se está desarrollando como artefacto neocolonizador. No obstante, en este proceso discursivo —y como se puede comprobar en los ejemplos anteriores— la tecnociencia sale bien parada ya que el centro de las iras de los sectores anti-biotecnológicos se centra en el sistema económico-empresarial y no tanto en el desarrollo tecnocientífico.

De hecho, este fenómeno de interpenetración tecnociencia-economía trae consigo un fenómeno de co-evolución intersistémico. De tal manera que en los IS que hemos detectado en este contexto se refrenda lo expuesto previamente por Haribabu (2004). Este sociólogo muestra que los grupos biotecnológicos que

presentan poder (conocimiento, poder económico y poder político) muestran intereses y objetivos semejantes generando *co-términos* inter-contextuales (Haribabu 2004). A esto por nuestra parte añadimos que no sólo los grupos de poder generan co-términos, sino que también desarrollan co-discursos. Por este motivo el discurso proveniente de todos los grupos de poder, tanto los pro-biotecnológicos como los anti-biotecnológicos concuerdan en el empleo del discurso tecnocientífico para apoyar sus conclusiones. De ahí que la propia actividad tecnocientífica siga manteniendo ciertos estatus de neutralidad respecto a esta problemática. No obstante, si atendemos a lo que afirma Elisabeth Beck-Gernsheim (2000) podemos darnos cuenta de la transformación epistémica silenciosa que se produce en este y otros ámbitos. Beck-Gernsheim estudia los cambios sociales y tecnológicos y comprueba que el desarrollo tecnológico y social co-evolucionan en un proceso en espiral. Ello es debido a que dada la capacidad transformadora de la tecnología, ésta va a modificar la escala de valores existente a nivel social, de tal manera que las futuras investigaciones tecnológicas estarán condicionadas por la modificación del valor social producido por una determinada transformación tecnológica. Por esta razón, los grupos de poder enfrascados en la lucha biotecnológica buscan realizar una redefinición de los valores sociales a través de la utilización de un co-discurso (Haribabu) para obtener consenso y apoyo social.

Este co-discurso al que hemos hecho referencia estará matizado en función de los imaginarios sociales puestos en juego. A través de estos IS se irán generando procesos de posibles evoluciones del tipo instituyente-instituido a través de la puesta en juego de una retórica determinada en función del grupo de poder concreto.

3.1.1. Imaginario social temporal

Una buena parte del discurso de este contexto económico-empresarial mantiene una estrecha vinculación con el ámbito temporal (*imaginario social (IS) temporal*). De hecho, se afirma la importancia de la biotecnología como “motor” de la economía de una región, se menciona a la biotecnología como parte de un nuevo modelo de organización socioproductivo, como parte fundamental del desarrollo del bienestar social (identificando éste con el bienestar económico), como solución al

actual sistema productivo e incluso se establece la norma moral de fomentar el desarrollo empresarial de la biotecnología por una identificación con el progreso.

Por ejemplo:

En referencia al desarrollo biotecnológico en infonews se exponía que “en este proceso de transición hacia un nuevo modelo de organización socioproductivo, los países de América Latina y el Caribe están en muy buena posición para convertirse en actores de importancia” (www.infonews.info 23 junio 2008).

Presentando la actividad de una empresa biotecnológica se exponía esto en el periódico económico digital finanzas: “Dado que Genmab avanza hacia un futuro comercial, seguimos comprometidos con nuestro principal objetivo de mejorar las vidas de los pacientes que necesitan con urgencia nuevas opciones de tratamiento”. (www.finanzas.com 25 junio 2008).

“La ola de innovaciones que caracterizan a la nueva economía, como la informática, las comunicaciones, la biotecnología, la robótica, crea oportunidades inmensas para la humanidad.” (www.ellitoral.com 15 junio 2008).

Por lo tanto, podemos identificar la relevancia de este contexto discursivo con el concepto de progreso. Este IS temporal no se circunscribe sólo al ámbito económico-empresarial, recorre la configuración imaginaria de lo tecnológico en la que la significación imaginaria del progreso de la que habla Cabrera impulsará las acciones concretas de las personas (Cabrera 2006).

La hermenéutica del tiempo mediado por la tecnología entra a formar parte, entonces, del magma social a través de la significación del progreso como desarrollo

de un futuro mejor. Por tanto, el Ist proveniente de los sectores económicos vinculados con la tecnociencia busca producir una reducción de la complejidad social a través de la producción de una significación del progreso sinónimo de tecnooptimismo.

En este Ist entran en juego términos como innovación, novedad, nueva, futura(o), etc. Así como frases del tipo: “Relevancia de la biotecnología sobre la investigación innovadora y su papel en la mejora de la salud”... “En cuanto al rechazo, si ello ocurriera, la biotecnología aporta cada vez más medicamentos nuevos para manejar este tema”... “La biotecnología está llamada a ser la línea de investigación que permitirá un mayor desarrollo del sector agropecuario”. Una vez más, comprobamos que se produce una interpenetración co-discursiva mayoritaria entre el sistema tecnocientífico y el sistema económico. De tal manera que la concepción de la tecnociencia como la actividad humana que genera mayor progreso humano permea al sistema económico estableciendo sinergias discursivas. Asimismo, se minimiza el discurso del riesgo social y éste se circunscribe al ámbito económico-empresarial. De tal modo que el riesgo será un riesgo económico, bursátil, etc. y no social. Con esto, se produce una reducción de la complejidad restringiéndola al ámbito económico. Pero, esto contrasta con el incremento de la complejidad futura que muestran los análisis sociológicos de la actividad tecnocientífica. Aún así, es preciso afirmar que discurso mayoritario existente asume esta disminución de la complejidad ya que éste está restringido al ámbito económico.

A la hora de hablar del riesgo se hace referencia al riesgo percibido (posibles desastres ecológicos, posible modificación del medio natural a raíz de la manipulación genética o el uso de las biotecnologías con fines destructivos). No obstante, la sociedad no siempre percibe «riesgos reales», sino que también asumen como real los denominados «riesgos virtuales» (Costa Font 2003). Téngase en cuenta que la virtualidad de un determinado riesgo viene determinada por un proceso de información sesgado en función de los intereses de los medios de masas. No obstante, dependiendo del proceso de transmisión de la información sobre los riesgos biotecnológicos es posible que algunos de ellos puedan derivar en una estigmatización de determinados productos (Costa Font 2003). Esto es lo que puede haber sucedido con los organismos modificados genéticamente.

Por lo tanto, las nuevas tecnologías mantienen, en sociedad, la clásica idea de que la tecnociencia es una actividad humana que hace que la humanidad construya un nuevo futuro siempre mejorable y con menor número de problemas. Por tanto, todo parece indicar que está resurgiendo (en el ámbito de habla castellana) un nuevo determinismo tecnocientífico gracias a las nuevas tecnologías.

Por otro lado, el IS temporal en el que se entiende el progreso en sentido positivo es uno de los discursos a los que se enfrentan los anti-biotecnológicos. Estos últimos desarrollan un discurso en el que el futuro es entendido como posibilidad de peligro, como incertidumbre. Es decir frente a una posición a favor del desarrollo de esta actividad, por parte de los pro-biotecnológicos, también se desarrolla una postura escatológica por los anti-biotecnológicos.

“Debido a estas modificaciones introducidas en estos organismos, es evidente que existe un riesgo potencial a la salud asociado con el consumo de OGMs...” (www.ecoport.net 02 abril 2008).

“No se ha llevado a cabo suficiente investigación para poder evaluar los riesgos ambientales y de salud de los cultivos transgénicos, lo cual es una tendencia desafortunada. La mayoría de los científicos piensan que es crucial tener este conocimiento antes de que las innovaciones biotecnológicas sean implementadas.” (www.actionbioscience.org/esp/ 29 febrero 2008).

La significación subyacente a estos discursos discurre por los caminos de la incertidumbre, de la ausencia de pilares epistémicos a los que podamos agarrarnos. Además, como afirmamos previamente se utiliza a la tecnociencia (“La mayoría de los científicos...”) para argumentar a favor de los intereses particulares. De tal manera que el tiempo para los sectores anti-biotecnológicos tiene un sentido positivo/negativo ya que se encuentra indefectiblemente unido a un progreso tecnológico tecnooptimista, aunque en la propia transición hacia lo nuevo está la

esperanza de que el futuro será diferente (Habermas 1988: 113). Por esta razón, los discursos de los grupos ecologistas son más exagerados y urgentes ya que consideran materializable la destrucción o la degeneración en el futuro pero mantienen intacta la esperanza en la transformación humana de la tecnociencia. Lo escatológico está siempre presente en ellos y esto les conduce a una interpretación de la biotecnología alarmista. Ello es debido al cambio epocal en la idea de tiempo, el cual —en gran medida— consistirá en un incremento de la contingencia (posibilidad de que suceda lo no esperado) y en la aceleración de la percepción temporal, entendida esta como incremento de la experiencia vital humana (Beriaín 2005).

3.1.2. Imaginario social de la patentabilidad

En el análisis del contexto económico-empresarial comprobamos que se le da gran relevancia al término patente (0,71%) y es habitual el establecimiento de redes de significado entre las innovaciones, los descubrimientos y las patentes. Ello es debido a que El *ISp* surge, principalmente, de los sectores académicos, aunque también de los empresariales y de los anti-biotecnológicos.

De tal manera que, una vez más, la imagen de las instituciones académicas va en paralelo al desarrollo empresarial al transmitirse la imagen de que las investigaciones tecnocientíficas tienen como una de sus finalidades principales la consecución de patentes.

“La compañía biotecnológica holandesa Amsterdam Molecular Therapeutics (AMT) desarrollará patentes del CIMA de la Universidad de Navarra basadas en terapia génica. [...] En la actualidad, el CIMA tiene una treintena de patentes en distintas fases de desarrollo. Algunas de ellas se basan en la terapia génica, que consiste, básicamente, en modificar el material genético en las células de los pacientes para tratar enfermedades.”
(<http://www.unav.es/noticias/211207-02.html>)

Este hecho podría traer consigo, en un futuro no relativamente lejano, que la Universidad perdiese prestigio social al percibirse ésta subyugada a las imposiciones y requerimientos empresariales. No obstante, el hecho de que se produzca en proceso de convergencia co-discursiva (Haribabu) parece indicar que este hecho, si se diese el caso, sucederá dentro de bastante tiempo. A esto se le une la constatación, a través de los diversos barómetros sobre percepción pública de la tecnociencia a los que hemos hecho mención anteriormente, de que la actividad tecnocientífica es considerada beneficiosa y peligrosa a la vez. Pese a todo, en la última encuesta de percepción social realizada por el FECYT se comprueba que sigue existiendo un halo de optimismo tecnocientífico al considerar que esta actividad desarrolla más beneficios que perjuicios (FECYT 2006).

Esto contrasta con la propuesta del *Homo academicus* de Pierre Bourdieu (Bourdieu 1984) quien desarrolló este término como abstracción de las personas que trabajaban en instituciones académicas y que tenían como uno de sus objetivos fundamentales la adquisición de reconocimiento. Estoy de acuerdo con este planteamiento, aunque actualmente la situación está sufriendo una ligera transformación hacia un académico empresario. Como es obvio, el académico empresario es un tipo de sujeto minoritario en las instituciones de enseñanza superior. Aún así, y dado el poder que presenta el sistema empresarial, el discurso académico-empresarial es el que tiene mayor relevancia por lo que es posible que la percepción mayoritaria de la sociedad sea la del académico como empresario. Esta es una de las posibles razones por las cuales el interés por la tecnociencia en España ha caído a niveles del 20% (Cámara y López Cerezo 2006).

De hecho, en la encuesta del FECYT a la que acabamos de hacer mención, los encuestados siguen considerando en un 61% que los agentes tecnocientíficos se dedican a dicha actividad para incrementar su conocimiento. No obstante, un 24% de las respuestas incluía la ganancia económica como factor de dedicación a la actividad tecnocientífica. Este hecho, ejemplifica esta transformación perceptiva proveniente del discurso tecnocientífico-empresarial expuesto en los últimos años. Por ello, y según la información mostrada en este trabajo, la previsión cualitativa de cara a un

futuro a medio plazo es la de que se incremente el porcentaje de personas que consideren que los agentes tecnocientíficos tienen como prioridad fundamental la de ganar dinero y no la de incrementar su conocimiento o la de solucionar problemas.

La transformación del, permítaseme decirlo así, *científico humanista* en *tecnocientífico empresario* hace que el fenómeno de la patentabilidad tome cuerpo de manera especial en este entorno. Téngase presente que las innovaciones, progresos, avances, descubrimientos, etc. se vinculan discursivamente con las adquisiciones de dispositivos legales que permitan su control. En este sentido, y como ya vimos antes, la mayor parte de las posibles patentes provienen de investigaciones académicas y, concretamente, del Centro Superior de Investigaciones Científicas (CSIC). Asimismo, toman cada vez mayor importancia discursiva la creación de *spin-off* como nueva vía de comunicación entre las Universidades y los OPI (organismos públicos de investigación), y las empresas generadas por las anteriores. Este hecho tiene su razón de ser en la necesidad de marketing empresarial de las mismas. Por ello, todos aquellos avances que van llevando a cabo terminan en algún punto de la red con el objetivo de calan en la sociedad y ganar en relevancia mediática.

Por otro lado Jose Luís García, desde una perspectiva crítica, muestra la influencia de la biotecnología en la configuración de lo que denomina bioeconomía orientada a la reconfiguración, apropiación y gestión comercial de diversas esferas del mundo biológico. Este hecho está inscrito en la formación de la bioeconomía impulsada por la capitalización del conocimiento a través de la figura de la patente, en la emergencia y reproducción de nuevas tecnologías informacionales, en la reestructuración del universo tecnoeconómico y tanto en la expansión como en la globalización de los mercados (García 2006: 981). Este hecho implica cierto nivel de percepción problemática sobre la (in)seguridad que generan la relación de la patente con el control económico y legal de los productos provenientes de la actividad biotecnológica.

“El primer elemento de preocupación son las normas jurídicas sobre el alcance de la protección por patente de invenciones relacionadas con la biotecnología. La pregunta de si ciertas sustancias aisladas o derivadas de organismos vivos

existentes en estado natural son "invenciones" o "descubrimientos" ha provocado amplios debates. Además de la cuestión de la materia patentable, se han intensificado los debates en torno a otras cuestiones relativas a la correcta aplicación de los requisitos de patentabilidad, a saber, la actividad inventiva, la aplicabilidad industrial (utilidad) y los requisitos de divulgación en el ámbito de las invenciones biológicas” (<http://www.wipo.int/patent-law/es/developments/biotechnology.html>)

Por tanto, la hermenéutica del imaginario social de la patentabilidad se mueve en el metacódigo seguridad/apropiación. Es decir, en los discursos económico-biotecnológicos, que son los que mayoritariamente se producen, se deja en un segundo plano el problema de la apropiación de organismos y artefactos por parte de las empresas. Esto trae consigo el desarrollo de un neo-vasallaje de la mano del control legal de los productos biotecnológicos. Por otro lado, las empresas y las instituciones investigadoras necesitan asegurar el gasto económico realizado para la consecución de un determinado artefacto biotecnológico, de ahí que la patente sea transmitida como un proceso generador de seguridad jurídica. No obstante, y dada la preeminencia del discurso proveniente de fuentes académicas y empresariales, el problema de la patentabilidad queda como un subproducto discursivo del sistema, centrado exclusivamente en el discurso proveniente de los sectores “románticos” de la sociedad.

Esta segunda parte del IS de la patentabilidad permanece en la oscuridad de los textos, volviéndose relevante en determinadas protestas provenientes, en líneas generales, de los sectores anti-transgénicos. No obstante, y como es obvio, no existe interés, por parte del sistema tecnocientífico, de hacer ver que los OGMs (plantas y animales), los productos obtenidos a partir de determinados genes, los nuevos fármacos, etc. son fruto de una creciente actividad tecnocientífica-empresarial, que podrían generar dependencia y control. Asimismo, las autoridades asumen como propia la necesidad de implementar el proceso de consecución de patentes biotecnológicas. Ello puede verse en cualquiera de los distintos decretos y leyes de políticas tecnocientíficas iberoamericanas.

El hecho de que la gran mayoría, por no decir todas, de las instituciones públicas asuman como objetivo propio el fomento de la generación de patentes tecnocientíficas, hace que los discursos de los grupos *anti-* hayan, progresivamente, disminuido su relevancia mediática manteniéndose, en cambio, la de los agentes sociales del sector empresarial y académico. Por esta razón, todo parece indicar que la evolución del IS de patentabilidad va camino de convertirse en un proceso de producción y comercialización. En él se unifica la imagen poderosa y fiable de una corporación biotecnológica o de un organismo de investigación, en base al número de patentes obtenidas.

3.1.3. *Imaginario social espacial*

En tercer lugar, hemos detectado la presencia de un *IS espacial* dentro de este contexto económico-empresarial del que estamos hablando. En él se hace referencia a la extensión de los cultivos de organismos transgénicos, a la creciente distribución geográfica de los productos biotecnológicos, a la incorporación de países al montante final de Estados productores de OGMs, de artefactos biotecnológicos, etc.

El factor tamaño es uno de los componentes de gran relevancia a nivel comercial y empresarial. En los medios de comunicación es una constante comprobar la referencia al tamaño en cualquiera de sus modalidades. Pongamos algunos ejemplos corporativos:

La corporación Zeltia, en su Web hace mención de su tamaño de manera indirecta mostrando que este grupo empresarial lo constituyen: Pharmamar, S.A., Neuropharma, S.A., Genomica, S.A.U., Zelnova, S.A., Xylazel, S.A., Promax, S.A. y Sylentis, S.A.U. También hablar del tamaño de pruebas realizadas y del número de pacientes tratados

En el caso de Genentech se hace mención del número de artefactos comercializados (más de 100) y más de 20 entidades moleculares en desarrollo. Esta empresa tiene cuatro grandes centros de investigación en el que muestra la capacidad

que tiene alguno de ellos (el de Oceanside, California, tiene 90.000 litros) o el tamaño de otro (el de Hillsboro, Oregon, tiene cerca de 300 empleados).

Otro ejemplo destacado es Pfizer que pone en su Web que es la mayor organización biomédica del mundo al tener más de 12.000 investigadores. También afirma que dona más de 3 millones de dólares en medicina para ayudar a pacientes de todo el mundo.

Ello es fruto de la técnica de marketing consistente en la defensa de la dimensión como valor empresarial. Además, también se hace mención permanente de las hectáreas de cultivo empleadas para la obtención de organismos biotecnológicos. Nos encontramos nuevamente con un ámbito co-discursivo destacado tanto por los defensores de las biotecnologías como por sus opositores. Por parte de unos, se busca mostrar dos cosas:

- 1) Que Estados Unidos, como principal cultivador de organismos biotecnológicos, es el ejemplo a seguir por todos aquellos que queramos estar en el tren de cabeza del progreso.
- 2) Que las regiones empobrecidas tienen una gran oportunidad en el cultivo de estos organismos. En este sentido se pone el ejemplo de Brasil como estado que ha apostado fuerte por la biotecnología con la intención de salir de la situación de dependencia en la que se encuentra.

En cambio, este mismo IS es empleado por los grupos sociales contrarios al incremento del cultivo de organismos biotecnológicos. En este caso, el discurso pretende mostrar lo nefasto del uso de transgénicos, el problema que ello ocasiona a la biodiversidad, los riesgos evolutivos que supondría generalizar el uso de organismos biotecnológicos, etc.

“...el paradigma de la evolución darwiniana llegará a su fin. Los mecanismos de la selección natural y de la supervivencia del más apto serán eliminados a favor de los mecanismos de laboratorio. No vencerá ni se adaptará la especie o la variedad que posea las habilidades o características más favorables, sino la

especie que el ser humano modifique para sus fines en los laboratorios. La selección natural dejará definitivamente la vía libre a la selección artificial por ADN recombinante y el mismo concepto de especie se evaporará en el aire, por sustracción y adición de materia.” (www.rebellion.org 01 junio 2008)

Por tanto, el IS espacial se emplea con el fin de mostrar como una generalización mayor traería consigo un futuro nefasto. En este punto, se combina un determinismo futuro con el desconocimiento y la impredecibilidad del mismo. Un ejemplo bastante paradigmático de esto lo podemos obtener de la Web de la famosa corporación Greenpeace en donde a la hora de hablar de los transgénicos de expone lo siguiente (el subrayado es nuestro):

“La diferencia fundamental con las técnicas tradicionales de mejora genética es que permiten franquear las barreras entre especies para crear seres vivos que no existían en la naturaleza. Se trata de un experimento a gran escala basado en un modelo científico que está en entredicho.

Algunos de los peligros de estos cultivos para el medio ambiente y la agricultura son el incremento del uso de tóxicos en la agricultura, la contaminación genética, la contaminación del suelo, la pérdida de biodiversidad, el desarrollo de resistencias en insectos y "malas hierbas" o los efectos no deseados en otros organismos. Los efectos sobre los ecosistemas son irreversibles e imprevisibles.

Los riesgos sanitarios a largo plazo de los OMG presentes en nuestra alimentación o en la de los animales cuyos productos consumimos no se están evaluando correctamente y su alcance sigue siendo desconocido. Nuevas alergias, aparición de nuevos tóxicos y efectos inesperados son algunos de los riesgos.

Los OMG refuerzan el control de la alimentación mundial por parte de unas pocas empresas multinacionales. Los países que han adoptado masivamente el

uso de cultivos transgénicos son claros ejemplos de una agricultura no sostenible. En Argentina, por ejemplo, la entrada masiva de soja transgénica exacerbó la crisis de la agricultura con un alarmante incremento de la destrucción de sus bosques primarios, el desplazamiento de campesinos y trabajadores rurales, un aumento del uso de herbicidas y una grave sustitución de la producción de alimentos para consumo local.”

Vemos que se afirman que el alcance de los OGMs es desconocido, mientras que los efectos de los transgénicos son irreversibles. Esta paradoja discursiva ha logrado generar gran impacto en la sociedad al comienzo del debate sobre los productos biotecnológicos (especialmente los transgénicos).

Por lo tanto, el espacio parece convertirse en uno de los nuevos mecanismos de apoyo imaginario de la sociedad. Tengamos presente que las sociedades actuales carecen de centro, al ser un sistema autopoietico. Además, los sistemas sociales necesitan producir suficientes contradicciones para poder tener un “sistema de inmunidad” suficientemente sólido para solventar los posibles problemas del futuro (Luhmann 1998: 347). El problema de esto, radica en que las personas (los sistemas psíquicos) necesitan evitar las contradicciones ya que estas incrementan la percepción de complejidad y disminuyendo sus niveles de confianza (algo que puede ser problemático a nivel social). Para ello recurren a mecanismos no contradictorios tales como la lógica y el espacio (donde está la cosa A no puede estar B). Por esta razón, el IS espacial surge como mecanismo de negación de las contradicciones sociales internas de cada grupo y como pilar de apoyo para su mantenimiento. Lo que sucede es que —dado que en la sociedad actual la propiedad se ha transformado en capital (abstracción cuyo valor está en la capacidad para obtener interés o utilidades) — el espacio también se ha transformado en capital. El grupo social y el sujeto con mayor espacio, en el sentido abstracto al que hemos hecho mención, se siente más poderoso ante los demás. Por ello ante la biotecnología surge la reivindicación espacial por parte de los sectores contrarios a ella, apoyados a su vez en la defensa de un espacio global y local no intervenido o levemente intervenido. Por el contrario los sectores pro-biotecnológicos defienden otro concepto de espacio también global intervenido

pero mediatizado por su control económico y empresarial, apoyados a su vez en el pilar de su propio espacio local (tamaño de la empresa, número de patentes, etc.).

Por tanto, nos encontramos dos tipos de discursos que, con independencia de su contenido, se diferencian en función de su complejidad. En este sentido tenemos, por un lado una retórica paradójica y compleja antibiotecnológica en la que el ámbito espacial, global y local, mantiene el ideal del entorno no alterado. Asimismo esta concepción del espacio se interrelaciona con la visión del tiempo escatológico retroalimentándose. En cambio, la retórica económica-empresarial de afirmación positiva de estos artefactos es simplista: “el tamaño es siempre mejor” o si se prefiere “cuanto más mejor” siempre y cuanto ello implique maximización de beneficios. Pues bien, en este punto quedan fuera del discurso los problemas de dependencia económica que los productos biotecnológicos pudiesen generar.

Imaginario social del bienestar social

Un cuarto IS es el del *bienestar social*. A la hora de hablar de bienestar social hacemos mención de la mejora de las condiciones de vida entendidas éstas en sentido amplio. Se aduce que los avances biotecnológicos aportan tantos beneficios que es necesario lo siguiente:

“...que los nuevos avances se incorporen rápidamente a la práctica clínica para mejorar el diagnóstico de las enfermedades, su tratamiento y, en definitiva, contribuyan a mejorar la calidad de vida de toda la población”.
(www.acceso.com 13 junio 2008).

Este bienestar no sólo se circunscribe a nuestra salud y al ámbito clínico. Los artefactos biotecnológicos mejoran la producción agrícola y ganadera incrementando la productividad.

“Las herramientas de la biotecnología pueden ayudar a acelerar el desarrollo de cosechas con rendimientos más altos, mayor valor nutritivo, mejor resistencia a las plagas y enfermedades a la vista del cambio climático...”. (spanish.xinhuanet.com 14 junio 2008).

En sociedades como la española el término bienestar social hace mención de una modificación de la situación económica, siempre y cuando se incremente el montante económico recibido; algo habitual en un sistema capitalista como el nuestro. De ahí que nos decidiésemos a introducir el IS del bienestar social dentro del contexto económico. De hecho, en el siguiente párrafo se ejemplifica la no disociación de la biotecnología con la economía y con la transformación social (que en muchos casos trae consigo bienestar social):

“La manipulación genética de plantas, animales y seres humanos, ofrece un extenso potencial económico que, seguramente, derivará en una nueva sociedad, dentro de un proceso de paulatino cambio cultural que es irreversible.” (www.rebellion.org 01 junio 2008).

Otros ejemplos relevantes son los siguientes:

“La Biotecnología moderna ofrece gran cantidad de expectativas socio-económicas e incide en gran variedad de industrias generando productos de alto valor añadido. Todo esto pone de manifiesto el importante papel que podría tener este nuevo sector tecnológico para la economía española y el bienestar de sus ciudadanos.” (www.mkm-pi.com 14 marzo 2008)

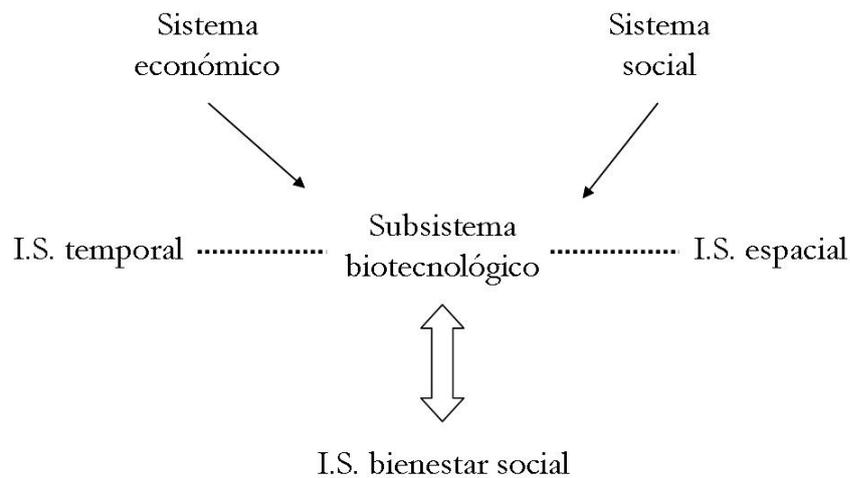
“La biotecnología agraria, en efecto, podría garantizar un aumento en el bienestar social. Lo que no garantiza, sin embargo, es una distribución equitativa de ese bienestar. El uso de la biotecnología por parte de países desarrollados y grandes productores mundiales, sumado a la carencia de

programas tecnológicos en países menos desarrollados, como en el caso de Nicaragua, amenaza con expandir aun más la brecha tecnológica y económica entre los países del mundo.” (www.elobservadoreconomico.com 15 febrero 2007).

Anteriormente hemos dicho que el contexto semántico temporal recorría también el IS espacial. En el caso del IS del bienestar social ocurre lo mismo. La actividad biotecnológica y sus productos se conciben como posibilidad de mejora permanente, para lo que se necesita un incremento constante de la producción y del tamaño del sector biotecnológico. Gracias al desarrollo tecnocientífico se van a ir consiguiendo una serie de nuevos fármacos, animales, vegetales, etc. que nos permitan “llevar una vida mejor”. Las biotecnologías serán, entonces, nuestra arma para luchar contra las nuevas enfermedades emergentes, contra los problemas de desertización, etc. Por tanto, podemos comprender la biotecnología como un subsistema en la que se producen una serie de *inputs* (retroactivos) espaciales y temporales que condicionan la actividad de la misma:

IS espacial ↔ Biotecnología ↔ IS temporal

A partir de esos *inputs* imaginarios retroactivos el sistema biotecnológico, en interpenetración con el social y el económico, va a producir el IS del bienestar social:



Elaboración propia

El sentido del bienestar social está relacionado con el proceso de autocomprensión del ser humano. Es decir, el modo en que la persona sea concebida por el sistema social hará que el sector biotecnológico investigue en una determinada dirección y no en otra en función de la relevancia que tengan determinados valores sociales y no otros. Por esta razón la comprensión social de la persona es un aspecto fundamental en el proceso de investigación.

La idea de que los seres humanos pueden llegar a ser autores de su propia evolución, que la humanidad puede llegar a dirigir sus propias intervenciones instrumentales en el mundo no está restringida a los actores y entusiastas de la genética (Bowring 2003: 262). De hecho, el impacto de la genética y la biotecnología ha traído consigo que autores como Donna Haraway y Sloterdijk hayan deconstruido la división entre lo natural y lo artificial, entre organismo y máquina (Bowring 2003: 262). A partir de ello, se produce una transformación de la comprensión de nuestros cuerpos en objetos de diseño humano. No obstante a esta concepción antroposociológica subyace lo inerte que concernirá tanto a los teóricos del cyborg como a las compañías biotecnológicas (Bowring 2003: 269).

El problema de la concepción cybórgica del ser humano implica la eliminación de algunos actos de la existencia humana tales como el sufrimiento y la frustración por lo no alcanzado. A su vez, la necesidad de afirmar el cyborg, no es una necesidad humana, es más un imperativo tecnológico guiado por las posibilidades de abolición de los obstáculos presentados por las personas a la hora de reproducir a las máquinas (Bowring 2003: 274). Por tanto, la interpretación cybórgica del ser humano se concatena con el IS del bienestar social no a través de la metáfora cartesiana del hombre-máquina sino a través del sujeto postbiológico cuya identidad es cibernética (Becker 2000). Pero esto no se queda aquí el cyborg vive en un mundo virtual donde los conceptos de autocontrol, de autoprogramación y de autodiseño revela un nuevo proceso autoidentitario (Becker 2000). De ahí que el sentido de la propia existencia humana se encuentra vinculado estrechamente con las nuevas tecnologías y con las posibilidades que ellas ofrecen.

Llegado a este punto tenemos que añadir que el IS del bienestar social está mediado también por el bienestar animal. Es decir, el IS del bienestar se circunscribe directamente también a la producción de animales (vacas, cerdos, ovejas, etc.) los cuales mejorarán su salud, su engorde, su producción, etc. gracias a la mediación de la biotecnología. A través de ella, se emite la idea de que las condiciones de vida de los agricultores y ganaderos, mejorará sustancialmente gracias, por tanto, a dicha actividad. Esto es fundamental ya que se comprueba que el discurso económico-empresarial ha dado un giro con el fin de evitar el enfrentamiento con los sectores anti-biotecnológicos. De esta manera, es más sencillo implementar este IS evitando generar discursos de confrontación.

* * *

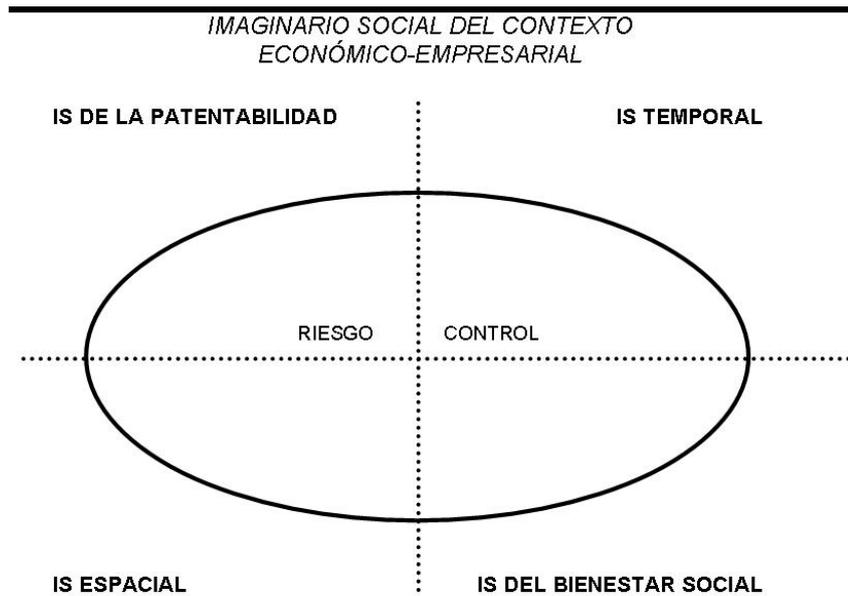
En el contexto económico-empresarial queda patente la creciente vinculación existente entre las universidades y las corporaciones biotecnológicas. Estas unificaciones, como afirman Zucker y Darby (1997), son ubicuas y, a menudo, no se

hacen públicas con la salvedad de aquellas publicaciones en las que se produzcan co-autorías entre los grupos de investigación y las firmas biotecnológicas.

Por tanto, podemos resumir lo expuesto diciendo que los IS del contexto económico-empresarial serían los de la patentabilidad, el espacial, el del bienestar social y el temporal. Estos IS son las relevancias que podemos establecer en el discurso sobre la biotecnología en Internet en ámbito latinoamericano. No obstante, el análisis de este discurso también nos permite comprender cuales serían los IS que se mantienen en la opacidad con el fin de no interferir en el contexto. Estos IS que permanecen en la opacidad son los del riesgo y del control.

Dicho de otro modo, los IS del contexto económico-empresarial surcan una dinámica de significación vinculada a la aplicación del metacódigo general progreso/estabilidad. Es decir, en este contexto el centro configurador de sentido busca incrementar el poder de las corporaciones biotecnológicas a través de un discurso que ralentiza las consecuencias negativas del control empresarial con la pretensión de minimizar la percepción negativa que pende sobre ellas. Para ello este discurso transita en paralelo a la idea de progreso tecnológico como ideal regulador de la actividad empresarial y tecnocientífica. A su vez, las organizaciones anti-biotecnológicas apuestan por un discurso de la estabilidad de la naturaleza. En él no se rechaza el progreso tecnocientífico aunque éste siempre estará limitado y controlado por el sistema natural.

Por otro lado, las significaciones de estos imaginarios sociales dejan en las sombras dos procesos fundamentales para entender este contexto económico-empresarial: el riesgo y el control. El primero, como ya hemos visto, puede ser real o virtual, o bien sesgado. Dicho de otro modo, todo desarrollo tecnocientífico trae consigo algún tipo de riesgo inherente a esta actividad (riesgos sanitarios, éticos, ambientales, etc.), pero estos posibles riesgos sociales y personales apenas se matizan o se restringen a determinados «riesgos estrella» como por ejemplo los transgénicos. En la segunda opacidad, es obvio que tanto las empresas como las organizaciones anti-biotecnológicas buscan incrementar su control social para poder tener un mayor impacto en la opinión pública y generar así una mayor presión en sus oponentes.



Elaboración propia

En ambos casos, en el del riesgo y del control del futuro, el sistema posibilita la generación de unos niveles de complejidad tan grandes que tanto en los defensores como en los detractores de las biotecnologías se pretende mantener en la opacidad discursiva esta complejidad. En caso contrario, el control ideológico de la población es más complicado, ya que no es factible si más, ni el mantenimiento de un discurso del *statu quo* ni la lucha utópica por una transformación sistémica.

Recordemos en este punto que para Mannheim la ideología es el pensamiento hegemónico, dicho de otro modo, son las ideas dominantes de los dominantes las cuales estarán legitimadas y estabilizadas. Frente a ellas estará la utopía (que como es obvio también será una ideología) la cual mantendrá una referencia permanente a la anterior ya que ésta será el pensamiento de los grupos sociales emergentes y/o en conflicto con los sectores dirigentes (Mannheim 2008).

Por tanto, los actores del debate biotecnológico buscan simplificar sus discursos con la intención de calar en la sociedad y constituirse, en palabras de Mannheim, como ideología o utopía. El problema es que el debate biotecnológico se

está transformando en un monólogo económico-empresarial pro-biotecnología, perdiendo cada vez más fuerza el discurso antibiotecnológico.

Este hecho puede achacarse a varias razones:

1. El discurso sencillo del tipo biotecnología = progreso = mejora social, aunque poco efectista parece que tiene un mayor calado en la sociedad. Esto puede ser debido a una percepción de la retórica empresarial menos ideologizada y extremista que la retórica anti-biotecnología más escatológica y alarmista.

2. La percepción dual de la tecnociencia como actividad generadora de progreso y riesgo, hace que ésta tenga gran apoyo a pesar de los posibles problemas que pudiese generar. De ahí que el código progreso/riesgo inherente a la tecnociencia es asumido como única posibilidad de implementación social.

3. El discurso contra la biotecnología adolece también de cierta retórica anti-ciencia que genera cierto recelo hacia este discurso por parte de la sociedad. Ello es debido a la alta consideración de la tecnociencia a nivel social.

3.2. Contexto de la seguridad.

El sistema tecnocientífico es uno de los grandes productores de artefactos potencialmente peligrosos. Esta es la razón fundamental por la que la biotecnología, entre otras, ha generado una notable cantidad de estudios sobre el problema del riesgo y, en cierto modo, sobre la seguridad (Arzenton 2006; Ayres 2005; Beck 1999; Funtowicz y Ravetz 1990; López Cerezo y Luján 2000; Moreno Castro 2009;

Luhmann 2006; Tait y Levidow 1992; Tirado 2003; Wynne 1983, 1992, 2006, entre otros).

Como muestra Luhmann (2006), el problema del riesgo no se circunscribe sólo a binomio riesgo/seguridad sino que también podemos establecer la diferenciación riesgo/peligro e incluso la distinción certeza/incertidumbre, al considerar al riesgo como la ausencia de un completo control sobre las condiciones de un determinado sistema. De tal manera que la complejidad será, por tanto, generadora de incertidumbre y riesgo, ya que en una sociedad funcionalmente diferenciada, la integración de funciones vendrá dada por los procesos de especialización y diferenciación funcional entre aquellas partes que son mutuamente necesarias, y no por la supremacía de un orden social que centraliza sus operaciones (Luhmann 2006: 35). Por esta razón, sigue diciendo, el riesgo no podrá ser procesado como una variable única controlada y neutralizada por una especie de instancia metarracional o metamoral (Luhmann 2006: 35). El riesgo tendrá que ser gestionado por la policontextualidad del sistema quien generará las diferenciaciones, las estructuras necesarias para tamponarlos para mantener así la estabilidad del sistema.

Por lo tanto es posible afirmar que en una diferenciación del tipo seguridad/riesgo, las percepciones sociales generadas sean múltiples y variadas. Nosotros hemos detectado cuatro IS principales en el contexto semántico de la seguridad biotecnológica: IS económico, IS de la biodiversidad, IS del subdesarrollo (en contraposición con el del desarrollo) y el IS de la salud (vinculado especialmente a la alimentación). No sólo existen estos cuatro IS, pero en función de los datos obtenidos en el año del estudio, podemos establecer estos cuatro como los más relevantes.

3.2.1. IS económico

Hemos dicho anteriormente que el contexto económico-empresarial era el más relevante de los cuatro analizados. Este hecho, además condicionará el desarrollo de los imaginarios sociales (IS) de los tres entornos semánticos restantes. Tanto es así, que el primer IS del contexto de la seguridad es deudor del primer contexto. De tal

manera que, cuando se habla de la seguridad en referencia a los artefactos biotecnológicos se establece una relación entre la actividad biotecnológica y la seguridad económica de una región, el riesgo/seguridad del mantenimiento de una corporación, el devenir de la bolsa, etc. Ello es debido a la incorporación al discurso biotecnológico términos tales como los de “capital riesgo”, “riesgo bursátil”, “estabilidad económica” etc.

Pongamos algunos ejemplos ilustrativos:

1. “Los aspectos legales que giran en torno a estos productos son sobre sus posibles riesgos, su adecuada legislación, el etiquetado o su utilidad.” (andaluciainvestiga.com 23 de noviembre de 2006)

2. “Es un sector con bastantes riesgos y mucha volatilidad [en relación a la caída en bolsa]. La mayoría de las compañías tienen un gran tamaño y el resto son más pequeñas y están relativamente endeudadas” (cincodias.com 14 junio 2008).

3. “Valcapital, sociedad de capital riesgo, prepara tras captar 10 millones de euros tres inversiones en empresas valencianas de los sectores de la biotecnología, los bienes de equipo y la alimentación”. (lasprovincias.es 30 marzo 2008).

Llegados a este punto es necesario recordar que la dinámica económica de las empresas de base tecnológicas presenta grandes saltos o fluctuaciones en la bolsa. A esto hay que añadir el hecho de que las empresas de nueva creación dependen

inexorablemente de un capital (capital riesgo) que les permita desarrollar su actividad sin producir beneficios en un plazo relativamente corto de tiempo.

Gráfico 8:
Ejemplo de cotización en la bolsa española de Zeltia (2009)



Fuente:

http://www.cotizalia.com/cache/2009/04/21/noticias_9_tendencia_bajista_fondo_zeltia_pue_de_volver_mostrar.html

Esta variabilidad bursátil introducida por la biotecnología hace que se haya desarrollado una nueva manera de entender la economía y el sistema financiero basado en una percepción de la estabilidad bursátil a medio o largo plazo. Si a esto añadimos la información proveniente de la Comisión Europea, quien publicó en 2007 un informe titulado *The Biotechnology for Europe Study. Consequences, opportunities and challenges of modern biotechnology for Europe* en el que se hacía un estudio preliminar de la situación de la biotecnología en Europa y se afirmaba que la biotecnología representa una actividad económica similar a la agricultura o a la industria química, entonces nos damos cuenta de la importancia que este riesgo bursátil puede tener dada la relevancia económica de la biotecnología. De hecho, y según el informe mencionado, en el año 2007 la biotecnología representaba un 1,69% de la economía, frente al

1,79% de la agricultura y al 1,95 de la industria química. Además, y a causa de ese devenir en la bolsa, la actividad empresarial biotecnológica es sin ninguna duda uno de los sectores en los que más se incrementa la competitividad.

Un ejemplo de el IS económico lo encontramos en el cultivo biotecnológicos de microalgas para la producción de biocombustibles de segunda generación, que se ha potenciado mucho en países del continente americano como Brasil y Argentina, se piensa que será una buena alternativa a los combustibles fósiles. A este respecto, y en referencia a esta innovación, se aduce que “este desarrollo empresarial mejorará las condiciones económicas de la región, aportará independencia energética y, por lo tanto, una gran seguridad internacional al Estado” (www.biocarburantesmagazine.com 26 octubre 2007). Otro ejemplo lo podemos obtener de la Web www.biotecnologia.com en la que se publicó la siguiente noticia el 22 de abril del 2007:

“Según informa la Asociación Española de Entidades de Capital Riesgo (ASCRI) la inversión de capital riesgo en España ha ascendido a 348,2 millones de euros de los cuales el 7,6% pertenece a inversiones en Biotecnología/Ingeniería genética.

De las empresas de biotecnología que han recibido inversión de capital riesgo podemos destacar Advancell (Advanced In Vitro Cell Technologies) que se dedica a la creación de fármacos innovadores con la ayuda de tecnologías adquiridas del mundo académico.”

Este IS trae consigo el desarrollo de la percepción de la biotecnología como una nueva revolución económica. De hecho, en el discurso de los distintos sistema legislativo se afirma la necesidad de “transformar el sistema productivo” de la nación con el objetivo de desarrollar un nuevo sistema de producción basado en el conocimiento. Por este motivo, en los últimos años se han venido realizando

esfuerzos en la implementación de programas de investigación y desarrollo (I+D), recientemente denominado investigación, desarrollo e innovación (I+D+i).

No obstante, algunos de los investigadores sociales que se han ocupado de estos temas (Hopkins y colaboradores 2007) consideran que se ha hecho crecer lo que ellos denominan como “El mito de la revolución biotech” aunque realmente tal revolución no ha sucedido. En este sentido afirman que la generación de una gran cantidad de nuevas firmas farmacéuticas ha representado un cambio radical en la estructura de este sector (Hopkins y col. 2007: 580). Esta transformación no es debida sólo a un incremento del número de empresas, también se debe a la necesidad que han tenido las corporaciones de generar alianzas entre ellas dada la complejidad de gestión del conocimiento biotecnológico. De tal manera que las grandes compañías farmacéuticas han desarrollado productos en colaboración o por absorción de pequeñas firmas biotecnológicas (Hopkins y col. 2007: 580). Este proceso de alianzas tiene un efecto tamponador de los posibles fallos o caídas provenientes de la volatilidad biotecnológica. Debido, precisamente, a este proceso de alianzas y absorciones muchas de las pequeñas firmas biotecnológicas tienen cierta dependencia de las grandes corporaciones industriales (Rothman y Kraft: 2006).

En base a estos y otros aspectos, Hopkins y col. (2007) afirman que los investigadores sociales son los co-responsables de la creación del mito de la revolución biotecnológica. Este mito puede ser interpretado como una retórica que busca la consecución de cambios políticos, sociales y de capital financiero (Hopkins y col. 2007: 586). El problema de ello, siguen diciendo, es que la concepción de la biotecnología como revolucionaria trajo consigo políticas de inversión y decisión inapropiadas, por esta razón estos autores abogan por el abandono del modelo del mito de la revolución biotecnológico y el desarrollo de unas expectativas públicas realistas. En ellas sería necesario reconocer la naturaleza compleja de la mayor parte de los cambios tecnológicos e implementar un modelo de salud pública mejor informado en el que se muestre realmente lo que podríamos ganar las personas con este desarrollo biotecnológico (Hopkins y col. 2007: 586).

Efectivamente, Hopkins y colaboradores (2007) tienen razón en el hecho de que existe una retórica de la revolución como significación de la transformación

social, política, cultural y económica que estamos viviendo. Precisamente por esta razón, nuestra conclusión diverge sustancialmente de la de estos autores. En este sentido vamos a recurrir a Smith-Doerr (2005) quien, en un estudio de observación participativa en una pequeña firma biotecnológica de reciente creación, pudo comprobar que las redes internas legitimación eran completamente diferentes a las elaboradas hasta ahora.

La legitimación, desde la perspectiva de análisis del discurso es un acto social (y político) desarrollado por un texto o una conversación (van Dijk 2000: 318). La legitimación no es un acto ilocutorio, es un acto comunicativo consistente en la emisión de proposiciones que involucra un conjunto de discursos interrelacionado con el objetivo de justificar o explicar algo. Pues bien, la legitimación es un discurso que justifica la oficialidad en términos de derechos y obligaciones, en este acto de legitimación el agente social cree, respeta o dice acatar las normas oficiales permaneciendo, entonces dentro del orden moral prevaleciente (van Dijk 2000: 319).

Curiosamente, los biotecnólogos a la hora de trabajar en una red academia-empresa no necesitaban deslegitimar a la Universidad para poder legitimar su propio trabajo (Smith-Doerr 2005: 294). Recordemos que la tradicional explicación de la legitimación social implica la ruptura, vía deslegitimación, de las viejas instituciones que permitieron el desarrollo de la nueva lógica legitimadora. Los agentes que se encontraban en la red proveniente de la industria biotecnológica tenían una perspectiva diferente a los actores de red académica (Smith-Doerr 2005: 295) por lo que no entraban en el modelo tradicional de legitimación/deslegitimación. Por esta razón, podemos afirmar que se producía un fenómeno de retroalimentación autogeneradora de legitimación que no se había producido hasta ahora

Por tanto, el IS de la seguridad entra dentro de esta dinámica de la legitimación de la actividad empresarial. En ella el sector empresarial biotecnológico se cierra discursivamente en un proceso autolegitimador que lo blinda frente a los intentos de deslegitimación de los sectores anti-biotecnológicos. Por esta razón el IS económico en el contexto discursivo de la seguridad podemos identificarlo con un proceso de semi-cierre (o semi-apertura) operacional y discursivo del sector empresarial biotecnológico.

3.2.2. IS de la biodiversidad

A la hora de hablar de biotecnología ha sido habitual recurrir al problema del riesgo de soltar organismos biotecnológicos al medio ambiente (IS de la biodiversidad). En este sentido, el mito de una naturaleza ideal como lo inalterado hace que todo artefacto biotecnológico es considerado como un potencial agresor o transformador del entorno a lo que se le suma la supuesta incertidumbre que estos artefactos generan:

“Las modificaciones que se producen en estos organismos son muchas veces impredecibles debido al principio biológico y evolutivo que los organismos presentan. En primer lugar, estas modificaciones no naturales alteran la expresión normal de genes del organismo receptor cambiando su fisiología, fenotipo y genotipo. En segundo lugar, estas modificaciones no-naturales pueden activar la producción de toxinas y/o genes que pueden activarse o desactivarse permanentemente. Esto es un problema de consideración cuando genes que promueven cáncer, alergias, y/o otras enfermedades genéticamente inactivas son activados en una persona. En tercer lugar, estas mismas modificaciones pueden causar diferentes efectos en diferentes células dependiendo como es que el material genético se distribuya en el cuerpo humano. Las consecuencias de estas modificaciones en el receptor pueden estar relacionadas con la producción de toxinas. Por ejemplo, esto se ha observado en humanos después de haber sido expuestos a plantas de tabaco modificadas, levaduras modificadas, hormona bovina de crecimiento recombinada, y soja modificada”. (ecoportal.net 02 abril 2008).

Otro ejemplo clarificador es el siguiente:

“...la homogenización a gran escala del paisaje agrícola con cultivos transgénicos va a exacerbar los problemas ecológicos ya asociados a la agricultura con monocultivos. La expansión sin barreras de esta tecnología a los países en desarrollo puede ser poco sabia o indeseable. Existe cierta fortaleza en la diversidad agrícola de muchos de estos países, la cual no debe ser inhibida o reducida por extensos monocultivos, especialmente cuando las consecuencias de esta estrategia puede resultar en serios problemas sociales y ambientales.” (actionbioscience.org/esp/ 29 febrero 2008)

Por ello, el IS de la biodiversidad tiene su fuente en los sectores anti-biotecnológicos quienes utilizan la posibilidad como pilar de su percepción del riesgo y de la alarma social. Esto obliga a los sectores pro-biotecnológicos a desarrollar una respuesta al respecto, aunque esta se aleja relativamente bastante del ámbito de la biodiversidad quedando relegada, actualmente, en el discurso de este IS.

“[...] la actual crisis alimentaria, asociada al aumento de precios y a la escasez derivada por factores como la recomposición de los mercados y la presencia de fenómenos naturales, han reanimado la discusión en torno al uso de la biotecnología moderna en el trigo[...] Al respecto hay hallazgos prometedores. Uno de ellos sucede en Australia, donde en ciertas regiones se ha probado el trigo tolerante a sequía con mayores rendimientos en comparación a la semilla convencional [...] Otra referencia sucede en Egipto, donde científicos del Instituto de Investigación en Ingeniería Genética Agrícola (AGERI) han obtenido un trigo tolerante a la sequía, al transferirle un gene de cebada. Los investigadores afirman que la semilla puede cultivarse en temporal e incluso en zonas desérticas.” (farmbiocontrol.com/ 12 noviembre 2007).

Aquellos grupos sociales que desarrollan el mito de la inalterabilidad natural blanden la espada de la lucha contra los organismos biotecnológicos afirmando que éstos agreden nuestro entorno y a nosotros. En cambio, y como respuesta de los grupos pro-biotecnológicos, se afirma la continua transformación que el ser humano ha realizado en la naturaleza, que la biotecnología también podría ayudar a mantener la biodiversidad intacta y evitar la pobreza gracias a los bancos de germoplasma (“...pueden ser una herramienta biotecnológica que puede ayudar a asegurar a la población el acceso a los alimentos” iica.int 16 noviembre 2007), la biotecnología reproductiva (“Sería deseable [...] desarrollar biotecnologías reproductivas, antes de que las especies silvestres lleguen a una situación crítica” gebir.csic.es/ 14 julio 2008) o a la clonación de organismos en peligro de extinción e, incluso, que estas técnicas podrían hacer que se cultivaran especies vegetales en zonas desérticas o con dificultades agrícolas. Se entronca, entonces, este IS con la concepción más o menos alterada de la evolución y selección natural. Para los que están en contra de la biotecnología “la selección natural dejará definitivamente la vía libre a la selección artificial por ADN recombinante y el mismo concepto de especie se evaporará en el aire, por sustracción y adición de materia” (rebellion.org 01 junio 2008). En cambio los que están a favor de la biotecnología no ven ese problema ya que “hasta el momento los “riesgos” de este tipo de productos se mueven en el campo de lo puramente hipotético, mientras que sus enormes ventajas son absolutamente reales” (eluniverso.com 16 junio 2008). Por tanto para unos los organismos biotecnológicos generan una gran incertidumbre y desconfianza sobre la evolución natural, mientras que para los otros la alteración natural no es novedosa (ni casi digna de mención) y por tanto mantienen una mayor confianza hacia el futuro.

Este discurso sobre la inseguridad de la actividad biotecnológica permanece y sigue teniendo su importancia, pero ha perdido gran parte de su peso. En la actualidad se limita a cobrar fuerza durante determinados momentos y a causa de un suceso concreto y de manera muy restringida en los medios de masas. Dicho de otro modo, cuando se habla del cultivo de, por ejemplo, una cepa de un maíz transgénico que va a ser cultivado en una determinada zona, se menciona la ausencia de estudios sobre la seguridad o no de estos organismos, así como de sus posibles cruzamientos con otras variedades y los riesgos para los agricultores, ganaderos, y la población en

general. La explicación de que esto siga teniendo peso mediático es explicada por Emilio Muñoz en su *Biotecnología y sociedad*. En esta obra Muñoz afirma que en el terreno de la biotecnología agrícola es donde se genera una mayor controversia a causa de una visión más global y difusa de los artefactos biotecnológicos.

“La agrícola es una producción más global, donde el carácter de diseño que caracteriza a la biotecnología se difumina; no existe una clara conciencia de que los productos así obtenidos se encaminen a resolver un problema —como puede ser el caso de la salud o de la aplicación medioambiental—, por lo que parece que los intereses que predominan en el proceso son los del capital y de las grandes empresas, con lo que se abren fisuras para el ataque de las posiciones antibiotecnológicas; además, la biotecnología vegetal se ha desarrollado más tardíamente que la biotecnología microbiana e industrial, por lo que dispone de menor base para comprender los problemas y las consecuencias que pueden derivarse de sus usos y aplicaciones” (Muñoz 2001: 90 y sig.)

La afirmación de Emilio Muñoz es acertada aunque, a nuestro juicio, incompleta. En la percepción social de la naturaleza existe una especie de dualidad entre la permanencia del mito de la diosa naturaleza y la permanencia del mito judeo-cristiano del ser humano como dominador de la creación. Por ello podemos decir que dentro del IS de la biodiversidad o de la naturaleza inalterada se produce una paradójica co-funcionalidad del código alteración/idolatría.

Por un lado estamos dispuestos a modificar el entorno para obtener beneficios pero buscamos que los animales y plantas de los que nos alimentemos se encuentren de manera similar a como estarían en su entorno natural. Dicha co-funcionalidad hace que sea posible una agricultura y ganadería industrializada (intervencionista), una agricultura y ganadería tradicional y una agricultura y ganadería ecológica (mínimamente intervencionista) dándose en las tres los dos procesos del código alteración/idolatría. De hecho, en las actividades industrializadas existe un gran

incremento en la alteración pero también se produce cierto nivel de idolatría hacia los productos “supuestamente autóctonos” (y, por tanto, invariables). En cambio, en las actividades agrícola-ganaderas ecológicas se afirma la inalterabilidad de la producción pero, obviamente, es imprescindible cierto nivel de transformación para la obtención de productos. Además, desde los albores de la humanidad se han venido desarrollando selección de variedades de productos agrícolas y ganaderos con la intención de incrementar la producción de los mismos.

Para terminar podemos fijarnos también en la paradoja que se produce en muchos productos de consumo industrializados (sobre todo en comidas precocinadas) que afirman que han sido desarrollados mediante el método tradicional pero, en cambio, podrían incorporar sin ningún tipo de inconveniente un producto biotecnológico. Del mismo modo en los productos que se afirman ecológicos o tradicionales van insertos procesos de producción industrializados.

3.2.3. IS del desarrollo/subdesarrollo

El tercer imaginario social detectado dentro del contexto de la seguridad es el que hemos denominado como IS del desarrollo/subdesarrollo. Con esta designación se busca mostrar el discurso (positivo o negativo) sobre la influencia de la biotecnología en las regiones empobrecidas del globo. En un lado estará el discurso de aquellos que afirman que el cultivo de dichos artefactos biotecnológicos acrecentará la seguridad alimentaria, económica y social de estos Estados. Ejemplos claros de esto son los siguientes:

“El informe [*Biotecnología para Europa*] reconoce que las aplicaciones biotecnológicas en agroalimentación han mejorado la eficiencia de la producción y la seguridad de los alimentos” (consumer.es 26 abril 2007).

“Según el informe de la FAO, en los próximos 30 años unos dos mil millones de personas dependerán de la agricultura, por lo que es necesario desarrollar tecnologías que combinen objetivos como aumentar el rendimiento, defender el medio ambiente, responder a las preocupaciones de los consumidores en materia de calidad e inocuidad de los alimentos, potenciar los medios de subsistencia rurales y la seguridad alimentaria de las comunidades más pobres. La FAO insiste en que la biotecnología debería complementar las tecnologías agrícolas tradicionales ya que considera que puede acelerar los programas convencionales de mejoramiento y dar soluciones cuando los métodos convencionales fallan” (consumer.es 18 mayo 2004)

En cambio, en lado contrario están los que afirman lo contrario, una mayor inseguridad y dependencia de estas zonas:

“Países en desarrollo, particularmente los de menores ingresos, rechazan este tipo de alimentos porque dudan, la mayoría de ellos, de sus beneficios y seguridad y temen depender de las empresas multinacionales o perder oportunidades de venta en el mercado europeo” (consumer.es 29 octubre 2007).

Se construyen entonces tres códigos binarios cuasi-sinónimos de funcionalidad: humanitarismo/colonización, futuro/pasado, innovación/tradición. Estos tres códigos conviven en el interior de este IS unidos entre sí como códigos cibernéticos de funcionalidad social.

En este discurso del IS del subdesarrollo se afirma mayoritariamente que existe una necesidad de adquisición de las nuevas biotecnologías como proveedoras de un progreso humanitario, como camino al futuro innovador y positivo para el desarrollo humano. En cambio el código negativo: colonización, pasado, tradición es minoritario, se limita a una especie de apéndice discursivo del la argumentación del

rechazo de los transgénicos. Por tanto, el IS del subdesarrollo una vez tiene su significación abierta hacia el contexto económico-empresarial fomentando todavía más el mito del mercado pacificador (Sánchez Capdequí 2003). Este hecho genera que en la transmisión de la información de este IS el operador funcional negativo está prácticamente cerrado y encapsulado por el primero.

“En 2007, los cultivos biotecnológicos marcaron un hito muy importante que tiene implicaciones humanitarias: por primera vez, se superó la cifra de 10 millones de pequeños agricultores pobres que se benefician de este tipo de cultivos en los países en desarrollo” (James 2007: 5)

Las palabras de Clive James son un ejemplo paradigmático de lo que estamos afirmando. El incremento de la producción de organismos biotecnológicos es siempre positivo (IS espacial del contexto económico empresarial) y tiene un gran impacto en la humanidad ya que las regiones “en desarrollo” tienen la oportunidad de mejorar su situación actual. Por esta razón, son recurrentes en este IS el uso de término como “oportunidad”, “ocasión”, “posibilidad” para referirse al uso de las biotecnologías (o sus productos). La retórica empleada es la del vasallaje, puesto que los productos de biotecnologías (los países del centro del sistema) son los que les ofrecen un nuevo artefacto para salir de su situación. Ante este ofrecimiento, los vasallos tienen la “oportunidad”, la “ocasión” o la “posibilidad” de emplear y aplicar estos productos y actividades para salir de la situación de “subdesarrollo” en la que se encuentran.

El discurso desarrollista de la biotecnología no se ha producido en los primeros momentos del debate sobre la idoneidad de la biotecnología. Esta retórica ha surgido como contestación al IS de la biodiversidad y al IS inicial de la seguridad (actualmente éste es mucho más empresarial) y es asumida por los expertos. De hecho, José Félix Tezanos nos muestra que gracias a los estudios Delphi 2005, en el que se realizaron 153 cuestionarios a 51 expertos en genética humana y biotecnología, se ha visto que los expertos consideran que las innovaciones

científico-tecnológicas pueden reducir el hambre en el mundo pero también generan una mayor dependencia internacional e incrementan la brecha norte/sur (Tezanos 2007). En este punto es importante recordar las palabras de García Canclini (2006) en su obra *Diferentes, desiguales y desconectados* donde nos dice que:

“[...] la ilusión de ser sujetos enteramente libres, que podríamos cambiar de identidad nacional, de clase y de género, facilitada por el anonimato y la distancia de las interacciones virtuales se evapora cuando nuestro aspecto étnico o nuestra gestualidad hacen visible la historia de nuestras pertenencias en una frontera o en las otras aduanas vigiladas de las sociedades contemporáneas. Cabe aclarar que las prácticas no son meras ejecuciones del *habitus* producido por la educación familiar y escolar, por la interiorización de reglas sociales. En las prácticas se actualizan, se vuelven acto, las disposiciones del *habitus* que han encontrado condiciones propicias para ejercerse, y quizá logran trascender la mera repetición” (García Canclini 2006: 158).

Las palabras de Néstor García Canclini (2006), en clara referencia a Pierre Bourdieu (1984) nos muestran en cierto modo que, pese a que en IS de subdesarrollo se afirma la posibilidad de provocar transformaciones en las regiones más empobrecidas (transformaciones que, no lo olvidemos, también implican un cambio identitario en el instante en el que se asuma como propia la actividad tecnocientífica “occidental”), las identidades propias, las “pertenencias en una frontera” generan una trascendencia de lo que podríamos denominar como *habitus* biotecnológico. Por tanto, o se asumen procesos de transformación interna o se puede caer en un proceso de una pretendida “clonación identitaria” o asunción de un neocolonialismo vía actividad biotecnológica incrementando los procesos de dependencia transnacional así como una pérdida de la propia identidad tecnocientífica.

Recordemos en este punto el hecho de que el discurso del núcleo tecnocientífico lleva implícito un proceso mitologización de su actividad. De tal modo que, tal y como han mostrado numerosos investigadores a los que hemos

hecho mención previamente (Coca 2009 y 2010, García Canclini 2006, Holton 2002 Kitcher 2001, Latour y Woolgar 1995, Locke, Longino 1990 y 1993, Marcos 2000, Pintos 1990, Santos 2003, 2005 y 2007, van Dijk 2000,...) la tecnociencia transmite un IS tal que rechaza cualquier otro conocimiento no tecnocientífico ya que, en base a dicho mito, este conocimiento es el único poseedor de la Verdad. Se constituye así un proceso de *mitologización veritativa* de la propia actividad y de los productos tecnocientíficos condicionados, además, por la existencia de otro gran mito moderno: *El mito del mercado pacificador*.

La difusión de un conjunto de mitos acaba consolidando una simbología que más tarde se convierte en relatos. En este aspecto reside el principal problema, porque estos relatos acaban siendo el libro de cabecera de los defensores del ismo y, por tanto, el pilar sustentador de la identidad de esa sociedad (Valero y Coca 2009: 235). Por esta razón, es normal comprobar que la mayor parte de los agentes tecnocientíficos asumen el ismo del tecnocientifismo asentando en él su propia identidad de agentes del sistema. En este mito de la verdad tecnocientífica cobran fuerzas los aspectos defendidos por el paradigma positivista de la actividad tecnocientífica: neutralidad, objetividad y progresividad. Dicho mito permea de manera centrípeta (centro → periferia) y es asumido como propio por las regiones periféricas del sistema quienes, en un proceso de legitimación identitaria la absolutizan y la conciben como la única salida que les permitirá salir de la situación social y económica en la que se encuentran.

3.2.4. IS alimentario/salud

En este campo semántico de la seguridad, el último IS con cierta relevancia es el alimentario. En este imaginario la seguridad alimentaria, el control de los posibles riesgos para la salud toma cuerpo de manera notable. El etiquetado, el conocimiento por parte del consumidor de los productos alimenticios biotecnológicos o desarrollados con estos organismos, el control de salubridad, etc. adquieren especial relevancia. Nos encontramos aquí con la necesidad de los consumidores de información y percepción de atención por parte de las autoridades junto con la función tranquilizadora y de mantenimiento de las instituciones; con los

requerimientos de “tranquilidad informativa” y de confianza hacia los mecanismos institucionales. Con este objetivo tranquilizador se afirma que “existe un triple filtro para los transgénicos, para evaluar sus riesgos antes de aprobarlos y lanzarlos al mercados, y una vez que están aprobados hay un período de cinco años de seguimiento” (andaluciainvestiga.com 23 de noviembre de 2006). En cambio los detractores aseveran que “...no han logrado comprobar su inocuidad para la salud”. (terrannoticias.terra.es 12 junio 2008).

Nos encontramos, entonces, con un código de funcionalidad del tipo información/desinformación o confianza/desconfianza en base a los diferentes intentos de legitimación/deslegitimación de los artefactos biotecnológicos. La relación de la confianza con respecto a las nuevas tecnologías ya la comprobó Daniel Cabrera trabajando sobre textos “académicos”. Así, Cabrera expuso que se hablaba de “tecnofobia” y “tecnofilia”, “tecnorrománticos” y “humanorrománticos” (Cabrera 2006: 190). En nuestro caso las pretensiones discursivas de los sectores anti-biotecnológicos trabajan, como vimos antes, en base a procesos de alarma y percepción escatológica. De ahí que en su discurso se busque generar desconfianza e incertidumbre hacia los productos biotecnológicos (y en los casos más extremistas hacia casi todo lo proveniente del sistema tecnocientífico). En cambio, los grupos pro-biotecnología transmiten confianza en estos productos y seguridad hacia estos artefactos. Hemos hablado repetidamente de confianza, pero ¿qué es la confianza?

“Mostrar confianza es anticipar el futuro. Es comportarse como si el futuro fuera cierto. Uno podría decir que a través de la confianza, el tiempo se invalida o al menos se invalidan las diferencias de tiempo. Esto es quizá la base para la enseñanza de la moral que aparte del antagonismo oculto para el tiempo, recomienda una actitud de confianza como un camino hacia la atemporalidad a través de la independencia del paso del tiempo” (Luhmann, 1996c: 15).

En base a la funcionalidad de la confianza es posible darse cuenta que la desconfianza incrementa la complejidad social ya que elimina o disminuye la posibilidad de generación de estructuras funcionales que suavicen las posibles disfunciones o errores del sistema. Este hecho es problemático ya que tiende a ser netamente destructivo, de tal modo que en el caso de la biotecnología, si calase, tendería a deconstruir todo lo previamente desarrollado: empresas, fármacos, enzimas, etc. Esto traería a su vez, consecuencias difícilmente imaginables. Por esta razón, la confrontación absolutista —a través de un discurso de la desconfianza— ante un fenómeno social tan establecido como es la biotecnología (recordemos que aunque su impacto social es reciente tiene una historia dilatada en el tiempo) genera a su vez cierta desconfianza social por las posibles consecuencias y la elevada incertidumbre que generaría la primera. Además, los procesos de deslegitimación hacia actividades tan efectivas tienen dificultades de impregnación en el tejido social. No olvidemos que una persona (o un colectivo) si tiene un problema de salud, recurre a un medicamento determinado (producido por una farmacéutica) para solucionarlo. Tras comprobar su efectividad y ver solventado el problema es sumamente complicado que esa misma persona desee desbaratar la empresa.

La confianza es el fenómeno social que más pregnancia tiene, y en el caso de las nuevas tecnologías el ejemplo es claro, el problema es que funcionalmente puede implicar dos procesos contrarios. Por un lado, inconsciencia al producirse una carencia de información que no se desea que sea solucionada. Por otro lado, puede ocurrir justo lo contrario, que uno tenga un abanico de información que le permita tener cierta confianza a la hora de afrontar la incertidumbre. En ambos casos se producirá una disminución de la complejidad y una desatención a través bien de la irreflexividad, bien de la toma de decisión (Coca y Pintos 2009). Por tanto, confianza e información son dos aspectos sociales que —como acabamos de ver— están vinculados. No obstante, antes de continuar conviene recordar la importancia que tiene la información (y, por ende la confianza) en las sociedades actuales:

“El resultado de la aplicación científica a gran escala ha invertido las relaciones tradicionales entre energía e información en la reproducción de los órdenes

sociales. Si las sociedades históricamente se han estructurado alrededor del flujo de energía (animal, humana o fósil), de modo que los canales a través de los que circulaba hacían de flujo sanguíneo alimentador y nutricio, las sociedades post-industriales se estructuran en torno a sus flujos de conocimiento e información” (Lamo de Espinosa 1996: 129).

Este flujo «sanguíneo» informacional se irá matizando, en una sociedad postmoderna como la nuestra, a través de los condicionantes estéticos, económicos y tecnocientíficos (Roche Cárcel 2009). En una sociedad estética el agente se transforma en *espectador*, en *Homo videns* (Sánchez Capdequí 2009) pendiente de los estímulos y cambios que los medios de masas filtran y sesgan en función de sus intereses. En este sentido podemos afirmar con Sánchez Capdequí (2009: 44) que la sociedad ha sido seducida por el brillo de la metáfora sin preocuparse de las sombras generadas por ella. Recuérdese que la sociedad de conocimiento es producto de lo imaginario (Sánchez Capdequí 2009: 48), de hecho se está configurando un círculo hermenéutico entre la tecnociencia, la economía, la sociedad y los imaginarios sociales (Mallet y col. 2005: 259). Este círculo hermenéutico está nutrido por el proceso de información, el cual se convertirá en uno de los mecanismos fundamentales de transmisión de los IS. El problema estaría entonces en la gestión de dicha información.

Tengamos en cuenta que cuando sucede un proceso de debates y reflexión social existe una tendencia a recurrir a lo que podría denominarse como *mito de la información*. Este mito de la información consiste en la materialización de un metapoder que permite aportar las explicaciones de la realidad. Obviamente existe una experiencia de contribución crítica a los cambios sociales por parte de la información, pero es obvio que la causa de dichos cambios incluye mucho más que la información en sí mismo (Seely y Duguid 2000). Así el mito ciega significativamente a la sociedad al carácter de y a las fuerza de esos cambios (Seely y Duguid 2000)

“Las aseveraciones que parten de una visión de la tecnología optimista acrítica —pues también existe de la otra— no hacen mas que reproducir el mito de la información como fuente de bienestar y desarrollo. Este mito envuelve de un halo de hiperracionalidad y eficiencia a las tecnologías de información dotándolas de un origen desconocido, cuasi transhumano. Así, las tecnologías existirían para satisfacer nuestras necesidades de información y resolver todos nuestros problemas. Esta afirmación mítica pasa por alto que las necesidades son productos sociales de la misma manera que lo son la información que las resuelve y la tecnología que la almacena y transporta (Márquez 97-98).

El espectador busca el mito informacional para incrementar su confianza y tener una mayor seguridad social. Por esta razón, son permanentes y continuas las peticiones de mayor información. Por una parte los consumidores “necesitan estar informados” tanto de los productos que “contienen organismos modificados”, como del tipo de “cultivo”, “hectáreas” y del “peligro potencial” de los productos biotecnológicos. Este IS alimentario/salud está estrechamente relacionado con lo que Lieberman y Gray (2007) denominan mito de la comida Frankenstein (*Frankenfoods*): comida artificial y potencialmente peligrosa. En base a este mito, en la Web de Monsanto se afirma que existe también un mito de la desinformación sobre los transgénicos (AgBioWorld. 2003). En el lado opuesto, aquellos que siguen el mito de la comida salvífica (*saviourfoods*) no aportan nada al IS alimentario/salud ya que si los productos alimentarios provenientes de la actividad biotecnológica no implican riesgo alguno, no es necesario afirmarlo.

Llegados a este punto nos encontramos con una paradoja. Las personas necesitan información pero en sociedades tan aceleradas como la nuestra el tiempo se vuelve reducido (recordemos la metamorfosis temporal de la que hablaba Josetxo Beriaín). De hecho, Fernando R. Contreras afirma al respecto del proceso de digitalización de la información lo siguiente:

“La digitalización es también responsable del progreso de una sociedad del conocimiento. Ha requerido de las tecnologías el poder de control sobre grandes volúmenes de información. Pero a pesar de la gran cantidad de información que manejan las máquinas, las sociedades parecen condenadas a una ignorancia inconsciente al renunciar al valor objetivo de esta información”
(Contreras 2009: 42 y sig.)

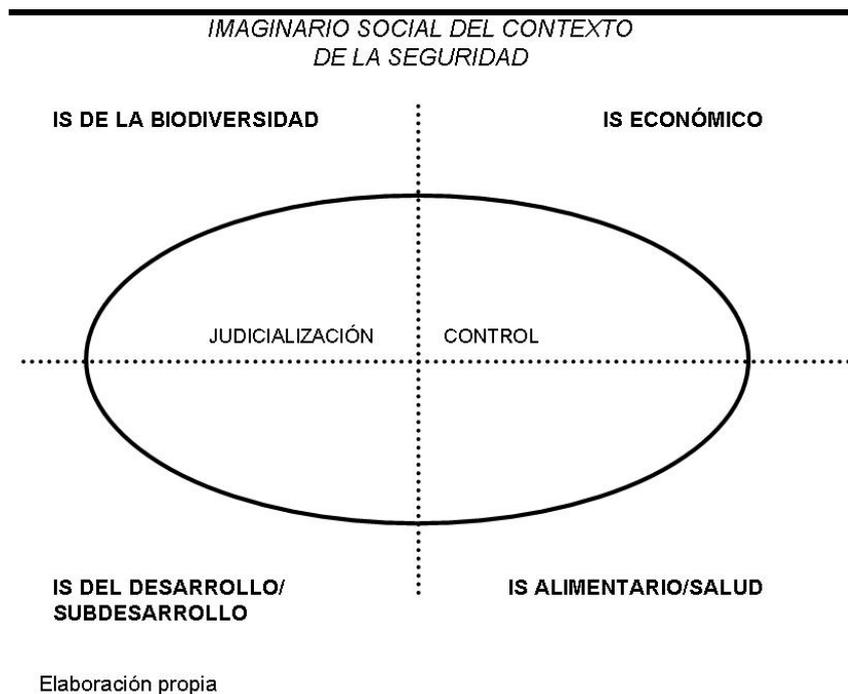
Esta diatriba entre la petición de información y el mantenimiento de la ignorancia, no tiene solución ya que el mito informacional no se ve afectado por la contracción temporal. Al contrario uno y otro se retroalimentan dentro del sistema de comunicación de masas estabilizándolo y permitiendo que éste se ajuste a las transformaciones sociales actuales. Por esta razón, los medios de información de masas están transformando su configuración actual desarrollando artículos más breves e información más condensada para atender a las reducciones temporales de la sociedad. Por esta razón, coincidimos plenamente con la afirmación anterior de Contreras sobre la ignorancia inconsciente de la población.

* * *

El contexto de la seguridad es el segundo ámbito discursivo en porcentaje de referencias textuales. Esto nos hace afirmar la importancia textual del mismo. Este contexto genera cuatro IS relevantes: el IS empresarial, el IS de la biodiversidad, el IS del desarrollo/subdesarrollo y el IS alimentario/salud. Tras la seguridad está oculto un control social legaliforme a través de la judicialización de los procesos. Es decir, los distintos imaginarios sociales funcionan a través de códigos como: futuro/pasado, progreso/retroceso o tranquilidad/incertidumbre. Pero mantienen ocultos los códigos democratización/totalitarismo y judicialización/anarquía. De ahí que se configure una espiral hermenéutica opaca de legitimación/des-legitimación del control interno del sector biotecnológico. Es decir, todos los agentes del sector

biotecnológico buscan tener control sobre las significaciones biotecnológicas y pretenden desarrollar mecanismos ideológicos para condicionar a la sociedad en su conjunto.

Dichos códigos nos muestran los mecanismos de transformación ocultos que la ideología de la seguridad pretende mantener ocultos. Dicho de otro modo, la necesidad de seguridad, de progreso, de beneficios empresariales y de alimentación hacen que sea posible que las instituciones se erijan como garantes de la estabilidad vital de la sociedad. En este caso, se judicializa el proceso de construcción social a través de un mecanismo totalitario de control. Por ello, se busca ocultar esto, ya que es posible que la *utopía social* (siguiendo, en cierto modo, la terminología de Mannheim) busque desarrollar procesos no judicializados —anárquicos— de democratización del control de la seguridad de la sociedad.



3.3. Contexto temporal

Los imaginarios sociales van entretreído un conjunto de «hilos» sociales perceptivos que hacen que las funcionalidades sociales se vean modificadas, se renueven o se establezcan institucionalmente. Por esta razón, y en función de las consideraciones desarrolladas por Cornelius Castoriadis, los IS caminan entre lo que puede instituirse (instituyente) y entre lo que ya está instituido (instituido). Por esta razón, los IS tienen un componente temporal que hace que estos sean tránsito entre lo pasado y lo futuro. Este factor temporal, en el caso que estamos estudiando, es tan relevante que ha configurado un IS temporal. De hecho, hablar de progreso y de riesgo, en el sentido antedicho, trae consigo una significación temporal la cual funciona en base al código futuro/pasado y por tanto se inserta en el devenir de lo real. Este código lo tiene presente constantemente Niklas Luhmann quien en su *Sistemas sociales* (1998) afirma:

“Cada presente está seguro como presente de su propia actualidad. Sólo en la medida en que el presente es temporalizado, es decir, comprendido como diferencia de futuro y pasado, surge un problema de seguridad de la expectativa. El mundo pierde así rasgos de presencia confiable y adquiere rasgos de posibles cambios, aspectos del «aún no» y del «quizás ya no». Este problema de seguridad (dependiente del tiempo) parece ser el problema principal que motiva el proceso de diferenciación de una dimensión temporal y especial de la vivencia y de la actuación razonadas; delimita la experiencia del tiempo y el desarrollo de una semántica de la temporalidad, como un área aparte que no puede ser remitida a un orden de cosas de las relaciones universales ni a las opiniones acerca de estas últimas” (Luhmann 1998: 283).

Dicho de otro modo, la consideración del presente como un flujo constante entre el pasado y el futuro hace que se produzca un fenómeno de percepción social de la realidad como líquido (Bauman), como magma (Castoriadis) o como flujo en red (Castells). Esta percepción configura un gran imaginario del devenir como constatación de lo existente. De ahí que los «sólidos» pilares de la tradición se estén viniendo abajo. De hecho, vivimos en una época de anestesia política, de

desautorización de la verdad (o se asunción tecnocientífica de la misma) y de exaltación de la confusión estética (Sánchez Capdequí 2006: 70). Este devenir constante de lo existente hace que nos encontremos en una sociedad de la desreflexión puesto que no hay tiempo para la reflexión ante la contracción del mismo y la evanescencia líquida de lo real.

Pues bien, la concepción de la realidad como devenir transita por el sector biotecnológico generando cuatro IS principales: el IS político, el IS médico o de la salud, el IS académico y el IS económico. Una vez más comprobamos el nivel de interpenetración intersistémica en este contexto discursivo de lo temporal (del devenir) a través de la diferenciación e influencia funcional con los sistemas político, educativo, económico-empresarial y sanitario.

3.3.1. IS económico

Las posibilidades futuras/pasadas de las empresas, del producto interior bruto de los diversos países productores de biotecnologías, de la mejora/empeoramiento de las condiciones de vida de las personas de estas sociedades, el incremento de empresas en el sector, las certezas/incertidumbres de las inversiones en/de las empresas biotecnológicas, etcétera son algunos de los aspectos que configuran este IS. Por esta razón, se nos dice que: “el número de empresas que realizaron actividades de I+D en Biotecnología en España en el último ejercicio ha crecido un 24,5%, una subida mayor que en años anteriores” (www.siliconnews.es, 27 de junio 2008). También se informa que “la biotecnología ha tenido un importante impulso en España en los últimos cinco años. Y este pasado reciente, y el éxito que han demostrado muchas compañías, permite que el sector afronte el futuro con optimismo” (www.cincodias.com, 14 junio 2008). No obstante aunque hay personas que no tienen “duda en el futuro de la biotecnología y la importancia de estar presente en ella” ven que el recorrido de la inversión “va a ser difícil y muy volátil” (www.injet.com, 08 enero 2008). E incluso, con intención crítica se afirma que “el optimismo tecnológico augura una era pletórica de transformaciones positivas. Allí en donde la naturaleza presente limitaciones, habrá una posibilidad biotecnológica” (www.rebellion.org 01 junio 2008).

La percepción del presente como devenir, magma, flujo o líquido, incrementa la complejidad del sistema ocasionando incertidumbre sobre el futuro. Por esta razón, se hace necesario establecer mecanismos funcionales de estabilidad diferentes a los que existían hasta ahora. Posiblemente, alguno de los principales mecanismos de estabilidad sean el del dinero y otro importante es el de la actividad tecnocientífica (de ello hablaremos más adelante).

“En esta atmósfera de consumo masivo [en la que vivimos], asediada por la novedad y por la urgencia del individuo por forjar una identidad en permanente reconstrucción, el dinero lucha por adaptarse a la nueva circunstancia epocal. La crisis de la modernidad supone la crisis de los *referentes* como el oro (el hombre productor, las necesidades humanas, la evolución histórica), y el dinero, si quiere pervivir, debe modificar su orientación, su disposición material y sus ámbitos de circulación. Para todo ello, debe *pensarse en sí mismo como fin en sí y para sí mismo*; en alguna medida, debe *reinventarse* en una época de la historia en la que la autoexpresión ha sustituido al control, el gasto al ahorro y el *glamour* a la austeridad” (Sánchez Capdequí 2005: 69).

Por tanto el dinero será la representación por excelencia de la noción positiva de *posibilidad* (Sánchez Capdequí 2003). El dinero, la economía, se convierte entonces el mecanismo de ralentización del magma temporal biotecnológico ya que percola por todos los orificios de lo instituido y lo instituyente. El problema es que el poder del dinero se ha revelado altamente nocivo en el marco de un mito social que alienta la acción encaminada a la prosperidad.

“Encarna una pasión (económica) que acaba privatizando las conciencias, separando y enfrentando a los hombres y oscureciendo el orden normativo de una sociedad que ha debilitado el espacio público” (Sánchez Capdequí 2003: 63).

Bajo este objetivo de progreso económico y ante la incertidumbre bursátil (también económica) las empresas han comenzado a aplicar mecanismos tradicionales de consolidación: las redes de relación (Daniel y Dawson 2008). De esta manera los procesos de innovación empresarial implican la configuración de actividades de integración a nivel de investigación (a través de la configuración de redes, clústeres, etc.) y a nivel profesional (congresos, ferias, etc.). En este sentido Daniel y Dawson (2008) consideran que existe un proceso dinámico recursivo entre las actividades y comportamientos desarrollados, las percepciones e interpretaciones, y el ambiente empresarial y organizacional. Este modelo nos permite comprender como los mecanismos de innovación necesitan procesos de generación de percepciones imaginarias (pre-realidades) que posteriormente se conviertan en realidades que posibiliten una configuración del proceso de innovación y una transformación del sistema. En este sentido el IS temporal juega un papel fundamental como mecanismo funcional de tamponamiento de los desajustes provenientes del sistema económico y de sus interpenetraciones. De hecho, la transformación del sistema proveniente de las biotecnologías ha hecho que el IS temporal se transforme afirmándose dentro de una interpenetración con el sistema económico. Esto es debido a que las significaciones vinculadas con los riesgos futuros, no obstante para tamponar la complejidad generada por la posibilidad de estos riesgos generaron un futuro prometedor:

“La biotecnología es una industria importante que cambiará la vida humana mas que ninguna otra en el pasado. Es una industria difícil de entender de alto riesgo, si medimos este en unos resultados de corto plazo y una volatilidad inherente en cualquier nuevo mundo lleno de promesas pero de incierto camino” (www.sappiens.com 21 diciembre 2007).

3.3.2. IS político

Hemos visto antes que en la sociedad del devenir, líquida y evanescente la política se anestesia. Por esta razón, en el contexto semántico temporal el IS político

tenga la función de mecanismo tranquilizador basado en la confianza al sector biotecnológico, a sus artefactos y a sus agentes. Es decir, la consideración del futuro, de la innovación, de lo que no es tanto a nivel económico-empresarial, como tecnocientífico, hace que el control político de estas actividades se minimice y se restrinja a un mero mecanismo de compensación de las revueltas sociales hacia los dos sistemas antedichos.

El discurso político sobre la biotecnología camina entre la consideración de ésta como una actividad “imprescindible para el desarrollo...” y la “necesidad de atender a las demandas sociales”. De hecho, *El Global* (www.elglobal.net) el 03 de diciembre del 2007 informó que el, de aquella, ministro de sanidad Bernat Soria ante el debate biotecnológico, afirmó que “sanidad no entra en un conflicto entre partes”. Por otro lado, la Junta de Andalucía (según el *Diario Málaga Hoy*: www.diariomalagahoy.com del 25 de noviembre del 2007) “apoyó a 25 empresas del sector de capital riesgo” entre los que había corporaciones biotecnológicas. Por otro lado, www.teleprensa.net mostró, el 27 de noviembre del 2007, que el ministerio de “innovación ha incentivado a 654 empresas con 44 millones de euros”, muchas de ellas de “capital riesgo”. Además, en Argentina www.canal-ar.com.ar (06 de julio del 2007) se puso en marcha una “ley [para] promover la creación de un marco propicio para [...] las empresas nacionales de biotecnología”.

Queda constancia, entonces y como hemos repetido hasta la saciedad, que cada vez existe una mayor interpenetración del sistema económico-empresarial con el tecnocientífico. Esto condiciona de tal manera el desarrollo del sistema tecnocientífico, y especialmente del sector biotecnológico, que hace que la regulación política de éste se vea restringida por los intereses del sistema económico-empresarial. De ahí que el IS político del contexto temporal consista en una especie de eslabón intermedio del sistema económico para la consecución de un plausible futuro de este sistema. Por ello, el poder legislativo que estos tienen parece subyugarse al poder económico.

No obstante, con el objetivo de mantener la confianza social en los agentes del sistema político, éste desarrolla mecanismos de sedación y compensación ocasional cada vez que se ocasionan procesos de revuelta social notables. En caso contrario, el

poder legislativo parece tener como única función la de generar *in puts* legaliformes que permitan el incremento del poder empresarial y económico. De hecho, en la obra *¿Hacia donde va la política científica (y tecnológica) en España?* Francisco Marín del Foro de Empresas Innovadoras expuso que “hay una recomendación que nos viene de la OCDE y que nos dice claramente que si tenemos algo que mejorar en el próximo periodo [...] es en la cooperación público-privada” (Sebastián y col. 2008: 80).

Sin embargo, los sectores anti-biotecnológicos también pretenden influir en el sistema político con la intención de generar “zonas libres de transgénicos”, “leyes de etiquetado”, etc. que impidan la proliferación de los artefactos biotecnológicos considerados perniciosos. Ante esto, la respuesta de los legisladores es la del quietismo político de los sectores románticos del debates biotecnológico. Uno de los ejemplos destacados de esto proviene de la ausencia de etiquetado en los productos constituidos por organismos biotecnológicos. Además, tampoco se están fomentando políticamente los estudios tecnocientíficos sobre los posibles efectos de los organismos biotecnológicos.

Todo ello parece indicar que a nivel político subyace la vieja concepción del progreso lineal de la tecnociencia. En él todo avance tecnocientífico es valorado de manera positiva, pese a que pueda tener algún “pequeño inconveniente ocasional” ya que mejorará nuestra vida. Curiosamente, no hemos detectado apenas la presencia de un discurso netamente crítico hacia el sistema político. Se menciona, en los ámbitos más radicales, que los políticos están “vendidos” a las empresas. No obstante, el discurso antibiotecnológico pide una actuación de las instituciones políticas como salvaguarda de sus propios intereses.

Este hecho nos permite concluir que el IS político biotecnológico funciona a través del código de significación permanencia/inmediatez. Es decir, los agentes políticos desarrollan su actividad en base a esa permanente concepción progresista de la tecnociencia actuando sólo con inmediatez toda vez que sea preciso introducir procesos de tamponamiento social para no alterar dicha permanencia en el progreso tecnocientífico. La obvia intención que subyace a este último mecanismo funcional es el de acallar los discursos críticos sobre la vinculación entre las empresas y la biotecnología.

3.3.3. IS médico/salud

Un tercer IS en este contexto de la temporalidad es el médico, aunque éste tiene menor importancia que los anteriores. En este caso, la hermenéutica del discurso consiste en la consideración de que la biotecnología se convierte en utopía saludable, en esperanza de permanencia material del ser humano. A ella se aferra el discurso para establecer los beneficios de la ingeniería genética, de la transformación humana y de la minimización de las patologías.

De hecho, según la web Biotecnología en México (www.amc.edu.mx/biotecnologia/) esta actividad, en relación con el ámbito de médico permite: 1) “Desarrollo de vacunas”, 2) “Producción de medicamentos genéricos” y 3) “Caracterización de los alelos asociados a enfermedades genéticas en la población nacional”. Otras Web amplían estas posibilidades afirmando que “en el campo de la salud del ser humano, la biotecnología tiene diversas aplicaciones: la alimentación, la prevención de enfermedades hereditarias, la terapia génica y la producción de sustancias terapéuticas y de vacunas” (www.kalipedia.com). Y es que se aduce que, pese a los riesgos potenciales de los que hablamos a su debido tiempo, “la biotecnología también tiene ventajas para la salud” (www.sag.gob.cl 03 marzo 2008).

Como es obvio los diversos IS del sistema tecnocientífico se transmiten a los subsistemas del mismo, por esta razón nos encontramos con este IS, que lo hemos denominado como médico/salud, tanto en el contexto de la seguridad como en el temporal. No obstante, a este IS lo denominamos médico para diferenciarlos del alimentario/salud del contexto de seguridad.

En este IS podemos subrayar también —aunque no esté expresado explícitamente— que la concepción cybórgica del cuerpo humano viene de la mano de las transformaciones biotecnológicas. Al afirmar el hecho de que el cuerpo humano pueda entenderse como un cyborg gracias a la tecnociencia. No obstante, la biotecnología, en el ámbito médico, configura una concepción del ser humano entendido como una máquina tal y como hace Casado Neira (2010).

“[L]a imagen del cuerpo como una máquina sigue siendo persistente. Y parece muy deudora de un viejo sueño de relojero. No en vano somos sociedades en las que la biomedicina no es sólo una parte fundamental de nuestra trayectorias vitales (las sociedades de las economías de mercado avanzadas vivimos para la salud, para el no envejecimiento y para la no enfermedad, nos proyectamos hacia el futuro con nuestros cuerpos, no con nuestras obras) sino de nuestra forma de representar el cuerpo en la que seguimos manejando imágenes, metáforas e iconos que provienen del origen de la biomedicina actual: la medicina hipocrática y la idea del cuerpo como máquina cartesiana” (Casado Neira 2010).

En este punto, vemos que se produce una diferencia crucial entre la concepción cybórgica del IS del bienestar social y el IS médico/salud. La hermenéutica del cyborg como futuro humano como materialización teleológica del bienestar social implica la construcción de un sujeto postbiológico con una identidad cibernética (Becker 2000) donde los conceptos de autocontrol, de autoprogramación y de autodiseño re-configuran al ser humano. En cambio, la hermenéutica del cyborg como materialización de la actividad médica, todavía mantiene la concepción mecanicista del sujeto, quien busca evitar los obstáculos naturales reproduciendo mecanismos propios de las máquinas (Bowring 2003). Por ello, aunque al hablar del cyborg pueda entenderse al ser humano como sujeto bio-homo-tecnológico o incluso, como hace Sádaba (2009), como una nueva entidad informacional en la que la comunicación y las relaciones interpersonales se establecen a través de medios tecnológicos, la medicina sigue perpetuando la significación del progreso humano maquinal (el hombre-máquina).

Vemos entonces que este IS funciona a través del metacódigo natural-diverso/determinista-artificial recurrente en otros ámbitos tecnocientíficos (Coca y Pintos en prensa). Este código camina entre una concepción mecanicista y transformadora del cuerpo, y otra naturalista y semi intervencionista.

En un lado del código las biotecnologías desarrollan funciones de modificación humana, social y ambiental con el fin de preservar nuestra salud o de disminuir un

problema de salubridad existente. En cambio, en el otro lado del código (y con el mismo fin médico) se afirma la necesidad de evitar los artefactos biotecnológicos ya que estos van a ser generados de otros problemas de salud.

Vemos entonces que se produce aquí también un mecanismo imaginario temporal. El IS médico mira siempre hacia el futuro previendo las posibilidades y funcionando como mecanismo de reducción de incertidumbres. De hecho tanto en los discursos biotecnofílicos como en los biotecnofóbicos la premisa de unas mejores condiciones de salud están siempre presentes.

No obstante, los mecanismos imaginarios generados hacen que tome prioridad una vez más la concepción lineal del progreso tecnocientífico. De tal modo que queda relegado al ostracismo discursivo cualquier otra posibilidad de progreso. Esto supone un auge de la doctrina determinista y neo-colonizadora del conocimiento tecnocientífico actual. Por la tanto, la ecología de saberes tan necesaria para el futuro de la humanidad del que habla Boaventura de Sousa Santos (2003, 2007) se oscurece por el halo discursivo de un futuro enmarcado por el sistema económico-empresarial y coadyuvado por la acción permanente de los agentes legislativos. Asimismo, los distintos actores sociales asumen sin complejos este IS anclados en un mito no ya del eterno retorno, sino más bien de la eterna permanencia.

Además, en este IS médico/salud se produce algo que puede resultar chocante: apenas se produce disensión sobre los beneficios de las tecnologías —tales como la biotecnología— en la salud humana. Se siguen transmitiendo los riesgos de los transgénicos pero parece que existe un consenso generalizado en los beneficios que podrían aportar el desarrollo de vacunas de nueva generación, los probióticos, la terapia génica, etc. Por esta razón, parece que juega un papel importante en la hermenéutica de la biotecnología el metacódigo cercanía/lejanía. Es decir, cuando las personas ven con proximidad los beneficios que pudiera aportar cualquier tipo de tecnología, por muy biotecnología que fuese, no tienen dudas en asumir los riesgos en base al mito de la eterna permanencia. En cambio, cuando los riesgos y los beneficios son abstractos, generales, vagos... los sujetos tienen un nivel mayor de desconfianza hacia los artefactos biotecnológicos y no asumen con tanta facilidad los riesgos inherentes a su aplicación. Por tanto, este IS médico/salud hemos

comprobado que funciona en base al metacódigo natural-diverso/determinista-artificial aunque mediado por el código cercanía/lejanía.

3.3.4. IS académico

El cuarto IS, el académico, es el menos impactante a nivel social. En él se hace mención de los avances en investigaciones, de los descubrimientos, de las patentes, de las *spin off*, de los debates mediáticos, etc. llevados a cabo por investigadores, profesores, catedráticos, institutos o grupos de investigación, departamentos, Universidades, etc.

El discurso adscrito a este IS en buena parte descriptivo. Suele limitarse a exponer un nuevo avance, investigación, libro, patente, etc. Este tipo de discurso tiene su origen en los propios institutos de investigación, departamentos de las universidades, OPIs,... No obstante, también existe un discurso impactante en el que se muestran los avances que puedan llamar más la atención de la población. Dicha retórica del impacto proviene bien de las empresas, bien de los medios de comunicación.

En el primer caso, la intención fundamental es la de dar relevancia a la corporación que ha auspiciado el trabajo de investigación. Por esta razón, el nombre de la empresa suele repetirse, mostrando la idoneidad de la misma para la investigación tecnocientífica y, por ende, biotecnológica. Esto hace que podamos afirmar que el IS académico existe una retórica del tipo marketing-impacto proveniente de las interpenetraciones entre el sistema educativo y el económico-empresarial, cuyo objetivo es mostrar que nuestro futuro pasa por las manos de estas corporaciones pudiendo así mantener la confianza y la tranquilidad en nuestras vidas.

Ejemplo:

“Orphamed es una empresa dedicada a la investigación y reposicionamiento de medicamentos ya conocidos para su uso en humanos (‘reprofiling’) para la búsqueda de nuevas indicaciones en enfermedades raras, empezando por las leucemias. [...] Dicha empresa desarrolló su plataforma tecnológica en

EE.UU. con el fin de identificar nuevas indicaciones de fármacos ya comercializados o que habían caído en fases iniciales. Su modelo de negocio es validar la eficacia clínica de las nuevas indicaciones en Fase II clínica, para licenciarlos a multinacionales farmacéuticas” (www.biotecnologica.com/ 28 de Noviembre 2007).

En el segundo caso, el propiamente académico, la intención es diferente aunque se muestran concordancias. Este discurso suele mostrar el cargo académico del investigador responsable y/o la institución, así como una pequeña biografía intelectual y/o la revista donde ha visto la luz el trabajo. Todo parece indicar que se busca mostrar la solvencia académica del responsable (en ocasiones también la constitución del grupo de investigación) para posteriormente hacer una descripción de la investigación y las posibilidades futuras del artefacto desarrollado. Pongamos un ejemplo:

“Un equipo con participación del Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC) ha diseñado, in vivo, una variante atenuada de la bacteria *Salmonella enterica* capaz de fabricar productos de interés biomédico cuando interacciona con el salicilato, principio activo de la aspirina. Entre las potenciales aplicaciones del trabajo, los autores han estudiado su posible uso en terapias antitumorales, utilizando el patógeno como un 'caballo de Troya' para matar células cancerosas.

La investigación, que aparece publicada en el último número de *Nature Methods*, ha sido dirigida por el investigador Eduardo Santero, del Centro Andaluz de Biología del Desarrollo (centro mixto del CSIC, la Universidad Pablo de Olavide y la Junta de Andalucía), en Sevilla. La investigación ha contado asimismo con la participación de investigadores del Centro para el Estudio de Enfermedades Infecciosas Helmholtz (Alemania) y de la empresa sevillana Biomedal.

En concreto, los científicos han demostrado que la versión atenuada de *Salmonella enterica* (que no tiene fuerza para provocar salmonelosis u otros desórdenes gastrointestinales) puede producir en el interior de la célula animal aquellos productos de interés que programen los investigadores, al reaccionar con el principio activo de la aspirina, el salicilato.

Santero explica las implicaciones del estudio: “El método probado en este estudio abre un abanico de potenciales aplicaciones en el campo de la biomedicina al demostrar que es posible diseñar, mediante ingeniería genética, bacterias que pueden fabricar, al reaccionar con un fármaco, productos predeterminados por el investigador” (www.csic.es 07 octubre 2007).

No obstante, en un buen número de ocasiones se produce un discurso intermedio en el que la empresa y la universidad son ensalzadas, de cara al futuro, a través de un discurso academicista y centrado en la investigación y no en las instituciones.

“Históricamente, los esfuerzos de colaboración de los Estados Unidos y México en el sector de la biotecnología, sin considerar los dispositivos médicos, han sido a nivel educativo, mediante proyectos de colaboración informales e intercambios estudiantiles. Uno de estos esfuerzos, desde luego, dio lugar a la fundación de dos famosos institutos de biotecnología en México. A finales de la década de los setenta, un científico mexicano llamado Francisco Bolívar participó en el desarrollo de la primera proteína genéticamente modificada y de los primeros vectores de clonación en la Universidad de California en San Francisco. Bolívar regresó a México junto con Luis Herrera-Estrella para fundar juntos y dirigir el Instituto de Biotecnología de la Universidad Nacional Autónoma de México (*UNAM*) en Cuernavaca y el Centro de Investigación y Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (*CINVESTAV*) en Irapuato.

México, por lo tanto, ha concentrado sus esfuerzos en el desarrollo de instituciones y centros científicos dedicados a la investigación biotecnológica. Según el Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACYT) de México, en la última década la cantidad de personas que obtuvieron un doctorado con especialización en ciencias en México se ha quintuplicado. Además, la cantidad de estudiantes que se inscriben en programas de maestrías en ciencias ha superado el doble desde 1995. Lamentablemente, México carece de oportunidades laborales para estos empleados calificados y la mayoría se ve obligada a buscar becas posdoctorales temporales en los Estados Unidos, Canadá o Europa. Como la posibilidad de volver a México es muy poco factible, todos los bienes de propiedad intelectual y productos con posibles fines de lucro descubiertos por científicos mexicanos se desarrollan y comercializan en el exterior de México en colaboración con empresas multinacionales. Esto provoca un círculo vicioso, en tanto que las instituciones educativas de donde surgen los estudiantes y los descubrimientos no reciben los beneficios financieros de los productos desarrollados, mientras que para sustentar su crecimiento y avance tecnológico, se ven obligados a solicitar financiamiento del gobierno” (spanish.latinolawblog.com 01 octubre 2007).

Pues bien, comprobamos que el IS académico biotecnológico comparte, como no puede ser de otra manera, los códigos de desarrollo del sistema tecnocientífico: verdadero/falso, seguridad/inseguridad, progreso/no-progreso, interés/desinterés (Coca y Pintos 2006). Por lo tanto, el discurso académico sobre la biotecnología tendrá como objetivos fundamentales mostrar que la información que se transmite es verdadera (sirviéndose para ello de la referencia a instituciones y revistas especializadas). Además, también la intención de aportar seguridad a la sociedad, siempre y cuando esta última confíe en las posibilidades de la tecnociencia. Por otro lado, los posibles problemas existentes siempre son (potencialmente) solucionados gracias a estos descubrimientos. Por último, es obvio que la tecnociencia busca generar interés para lo que necesita llamar la atención de la sociedad a través de un discurso sobre sus avances notablemente automagnificante.

Todo ello se concatena con el hecho de que hace años, la ciencia era percibida como una actividad que incrementaba nuestro conocimiento y la tecnología era el conjunto de procesos que traían consigo la producción de artefactos derivados de la primera. Ambas actividades humanas nos “ayudaban” a solucionar algunos problemas y a entender nuestro entorno. Actualmente, en cambio, y gracias en buena parte al periodismo y a la divulgación tecnocientífica la percepción ha cambiado sustancialmente. Tal y como nos dice Jon Franklin (1998), a comienzos de los setenta la imagen de los agentes del sistema tecnocientífico, sobre todos los científicos, se comenzaba a ver perjudicada. El ejemplo de ello nos lo encontramos en la película *Frankenstein* (con sus sucesivas versiones más actuales) en la que un científico loco por el poder y el control humano jugaba a ser Dios. Pero esta idealización se continúa hasta la actualidad. De hecho, los científicos de la película *E.T.* querían diseccionar al extraterrestre y en *Parque Jurásico* era el científico el malo de la película. Pero la imagen del científico en el cine es más compleja que esto. Haynes (1994) muestra varios estereotipos detectados.

El primero es el alquimista cuyo estereotipo es el de una persona maniática y obsesiva con una serie de objetivos que traen consigo cuestiones malvadas. Actualmente, esta imagen la podemos ejemplificar en un bioquímico que produce nuevas especies gracias a la ingeniería genética y a la biotecnología. Una de las películas más recientes que muestran esto es *Reanimator* (1985). El segundo estereotipo es el del sabio despistado que resulta cómico e inconsciente a nivel social. El ejemplo actual lo tenemos en *Flubber y el profesor chiflado* (1997). En tercer lugar tenemos al científico romántico que rechaza las relaciones interpersonales en favor de la ciencia. Según Haynes es la imagen que más ha perdurado y el la ve en *La isla del doctor Moreau* (1996) o en *El hombre sin sombra* (2000). En cuarto lugar estaría el aventurero heroico que muestra una gran confianza en la ciencia, que es algo excéntrico e irascible. Uno de los ejemplos más actuales de esta imagen sería la de la serie *Doctor Who* (1963-1989). Por otro lado estaría el científico desvalido, que ha perdido el control de sus creaciones. Este sería irresponsable y causante de problemas. Ejemplos de estos serían las películas sobre el Dr. Jekyll y Mr. Hyde y recientemente *Mary Reilly* (1996). Por último tendríamos al científico idealista, bueno, que antepone los valores humanos al progreso tecnocientífico aunque tenga que

actuar contra las personas. Algunos ejemplos clásicos serían *Dr. Cyclops* (1940), *Planeta prohibido* (1956) y *Naves misteriosas* (1972).

Podemos comprobar que en casi todos los estereotipos mostrados el agente tecnocientífico tiene algo que lo hace peligroso o generador de peligros. Esta imagen va en paralelo con la concepción de la actividad tecnocientífica como arriesgada y generadora de riesgos para la humanidad. No obstante, y de esto se olvida Haynes (1994), actualmente el estereotipo fundamental del científico es también el del experto, el “oráculo” o el alquimista que es capaz de ayudar al héroe a salvar a la humanidad o que, el mismo la salva. Esto lo vemos en *Parque Jurásico*, en *El hombre sin sombra*, en *Esfera*, en las series *CSI*, *Bones*, *Numbers*, etc. Este es el ejemplo cinematográfico de la concepción de la tecnociencia y de las personas que la llevan a cabo como orientadores y salvadores de la humanidad.

Si nos fijamos en los ejemplos de películas y series de televisión expuestas, podremos darnos cuenta que las más recientes responden a una consideración del agente tecnocientífico como alquimista. De hecho, actualmente la actividad tecnocientífica se muestra como una especie de magia en la que todo ocurre rápidamente y gracias a una especie de omnisapiencia del tecnocientífico. Esto nos indica que la irracionalidad o la percepción “mágica” de la tecnociencia está ganando terreno en el ámbito de la difusión tecnocientífica (Elías 2008). Por ello, es relativamente normal que la transmisión de los avances, progresos y artefactos biotecnológicos vengán acompañados de ideas como “mejora de la salud”, “búsqueda del bienestar animal”, etc. todo ello expresado de tal manera que parece que las investigaciones y los avances tecnocientíficos son repentinos e inmediatos.

Además, la comprensión que podemos hacer de los tecnocientíficos dista de esta perspectiva tipificada desarrollada por Haynes (1994) y también, en España, por Larrión (2006). Aunque el cine y la televisión utilicen ciertos estereotipos, lo cierto es que la significación del científico y del tecnólogo se diluye en el discurso perdiéndose en la maraña de información académica.

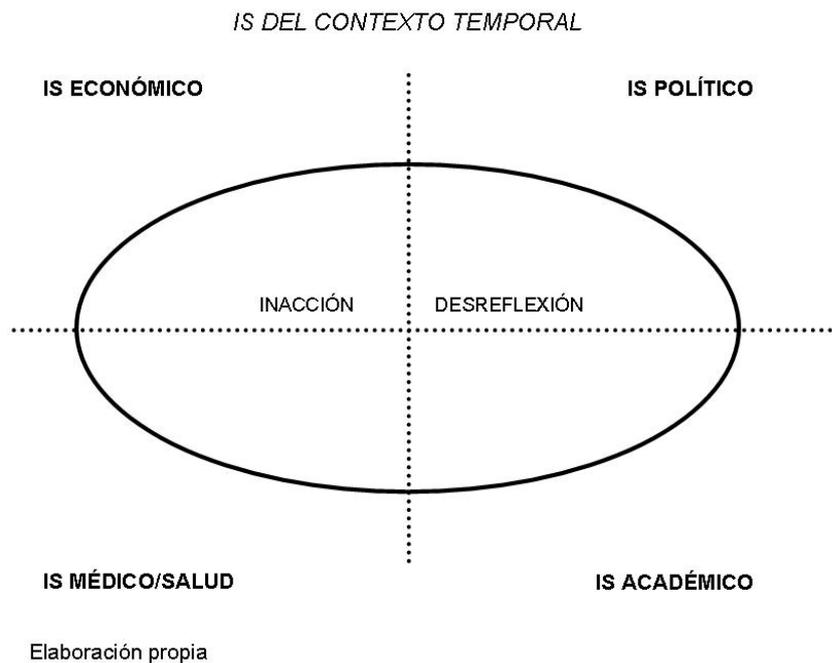
Pues bien, tras lo dicho y a modo de conclusión, el IS académico (temporal) de la biotecnología funciona en base al código verdad/no verdad, aunque también en base al duplo impacto/no impacto, mediático/no mediático. Por esta razón, al igual

que le sucede a la sociedad actual, la tecnociencia se ve influenciada por el esteticismo contemporáneo y viste todas sus “galas” para llamar la atención del espectador mostrando lo que es capaz de hacer y hace “vislumbrar” (mágicamente, gracias a los medios de masas) las “maravillas” que podría llegar a desarrollar.

* * *

Hemos visto los cuatro imaginarios sociales (económico, político, sanitario y académico) del contexto temporal, los cuales muestran una realidad afianzada en un futuro de base tecnocientífica. En este futuro los transgénicos son los que mantienen una significación negativa y arriesgada mientras que otras actividades tecnocientíficas como la farmacogenética y la terapia génica presentan una consideración netamente positiva (Gaskell y col. 2006).

Pero también oculta una serie de aspectos que conviene presentar. Por un lado, el discurso desarrollado genera unos niveles de quietismo, inacción, confianza excesiva y carencia de espíritu crítico hacia todo aquello proveniente de la tecnociencia. Es cierto que los alimentos transgénicos han generado un debate hace años pero también es cierto que ese debate se ha sumido en el olvido, con la excepción de pequeños brotes haciendo que estos se asemejen más a los estertores de la muerte que a un debate sobre un determinado problema social. Actualmente, la mayoría de la población no discute los avances tecnocientíficos. Se asume sin complejos que la actividad tecnocientífica tiene la capacidad de desarrollar conclusiones como en las series de televisión (CSI, Numbers, Bones, etc.). Esto convierte a los agentes tecnocientíficos en los nuevos chamanes o magos de la sociedad. De ahí que el problema de la democratización de la tecnociencia se circunscriba única y exclusivamente al ámbito académico haciendo que los IS del contexto temporal lleven en su interior un neo-totalitarismo.



3.4. Contexto académico.

El último de los contextos semánticos que vamos a tener en cuenta es el académico. Este entorno discursivo es, casi, una mezcla de los cuatro anteriores, puesto que contiene elementos expuestos anteriormente aunque matizados y consolidados. En él nos encontraremos con un IS médico, un IS empresarial (no tanto económico), un IS temporal y lo que denominaremos un IS autocéntrico. Las significaciones básicas de los tres primeros IS (médico, empresarial y temporal) ya han sido expuestas previamente, por lo que las pasaremos bastante por alto, aunque en esta ocasión se produce un fenómeno de circularización discursiva. Ello es debido a que dentro de este contexto académico se encuentran los artículos y textos provenientes de instituciones de enseñanza o de investigación superiores, así como las influencias provenientes del sistema económico-empresarial.

Téngase presente que las universidades y la industria, están asumiendo tareas que antes eran propias de la otra en lo relativo al desarrollo de las nuevas tecnologías y, por tanto, de la biotecnología. En este sentido, se ha propuesto el modelo en

espiral de la innovación para mostrar con claridad las relaciones actuales existentes entre la universidad (sistema educativo), la industria (sistema económico-empresarial) y el gobierno (sistema político) (Leydesdorff y Etzkowitz 1996; Etzkowitz & Leydesdorff 1997). Por esta razón, la hermenéutica es más difusa ya que las relevancias de significación se dispersan.

En el IS médico se neutraliza el discurso y se busca equilibrar la balanza exponiendo tanto las posibilidades negativas como positivas aunque se produce una reafirmación taxativa de la actividad tecnocientífica legislada como garantía de confianza y responsabilidad social.

En el caso del IS empresarial se muestran las posibilidades de crecimiento de cualquier región a través de un sector biotecnológico empresarial fuerte y consolidado. Se suele dar importancia a los porcentajes de empresas biotecnológicas y al incremento anual de ellas. Inicialmente los *clusters* biotecnológicos se localizaron cerca de las grandes empresas farmacéuticas o «*big pharma*» y de los mercados financieros más importantes del mundo, como Londres o Nueva York. Pero actualmente, los «megacentros» biotecnológicos se localizan cerca de los núcleos universitarios más destacados: Bostons, Cambridge, San Diego, San Francisco, Montreal, Toronto, Munich, París y Estocolmo Uppsala (Cooke 2005). De tal manera que ya no sólo desde una perspectiva discursiva, sino también geográfica, queda constancia de la interpenetración intersistémica entre la tecnociencia y el sistema empresarial.

El IS temporal valora, una vez más, el mejor futuro posible estando en manos de la actividad tecnocientífica. Pero se aduce, además, la necesidad de implementar la difusión y la alfabetización biotecnológica de la sociedad. Ello es debido a que sigue estando presente el “modelo de déficit” informacional, en el que de las fuentes académicas es de donde parte el conocimiento del que carece la sociedad. Por esta razón, los nuevos “chamanes” tecnocientíficos son los encargados de mostrar a la población su “magia” para que poder, así, mantener su estatus y consideración social.

Respecto al último IS podemos afirmar que se produce una especie de discurso autorrecurrente y cuasicerrado; de ahí la designación de este IS como autocentrado. En él, unos trabajos remiten a otros de autores que investigan en temas similares,

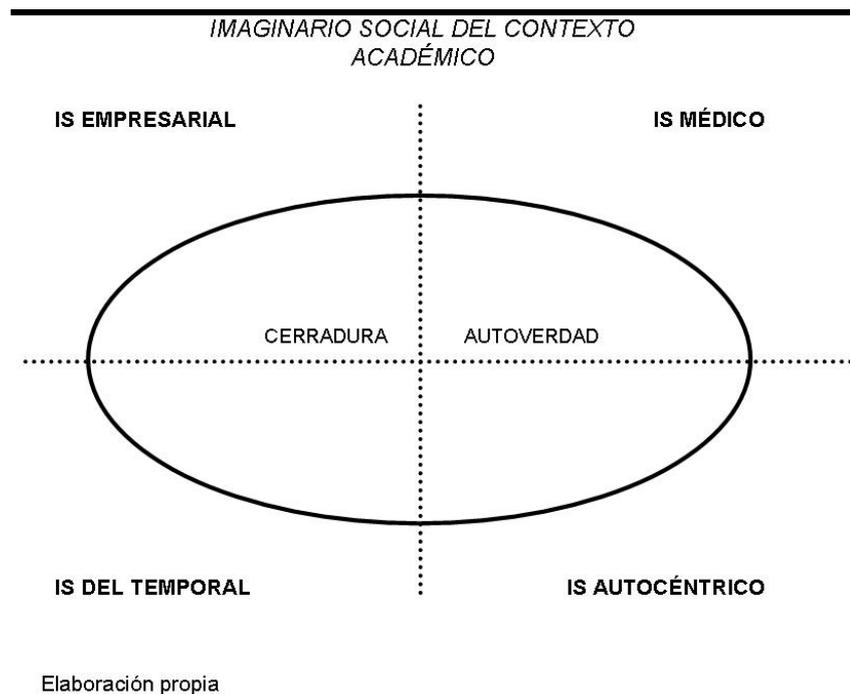
haciendo una especie de círculo discursivo a modo de espiral retórica. Este hecho hace que el discurso académico se cierre sobre sí mismo y se convierta en retóricamente excluyente. De esta manera, las personas ajenas a él no podrán tener acceso directo ya que necesitan cierto nivel de alfabetización. Por tanto, el único acercamiento posible se realiza a través del sistema educativo (controlado por los agentes del sistema de educación superior), a través de los medios de comunicación convencionales (hoy reconvertidos en digitales) y, actualmente, a través de los blogs, de las redes sociales, de las web (e información corporativa) de las organizaciones ambientales, etc. Por esta razón, Bucchi y Neresini (2004), entre otras cosas, estudiaron cuales eran las fuentes de información más fiables para los consumidores italianos y encontraron que el 36% consideraban que eran las universidades y los tecnocientíficos, seguidos de las organizaciones de consumidores (28%), de las organizaciones ambientales (18%) y de las organizaciones religiosas (7%). Al año siguiente la situación varió algo pasando las universidades y los tecnocientíficos de ser una fuente fiable para el 38% de los encuestados, seguidos de las organizaciones de consumidores (29%), de las organizaciones ambientales (16%), de la autoridad pública (10%) y, posteriormente, de las organizaciones religiosas (4%) (Sprea 2006).

En este tipo de discurso apenas se produce ninguna mención crítica ya que, como hemos visto antes, no existen políticas tecnocientíficas de apoyo a investigaciones cuyos resultados pudieran traer consigo contra-argumentos tecnocientíficos a los resultados, investigaciones, etc. de las biotecnologías. De hecho, la población desarrolla su actitud frente a la biotecnología en base a la información obtenida de fuentes, fundamentalmente no académicas. ¿Cómo si no es posible explicar que los alimentos modificados genéticamente y la clonación animal sean las aplicaciones biotecnológicas consideradas más arriesgadas que los cultivos de OGMs? (Gaskell y col 2000). Además, y como también expusimos con anterioridad en cierto modo, supongamos que estos contra-argumentos existiesen. En este caso, se produciría una especie de paradoja ya que éstos también serían tecnocientíficos y, por tanto, se mantendría la auto-referencialidad sobre la que también hablo Luhmann en *La ciencia de la sociedad*.

Todo parece indicar, entonces, que nos encontramos en una situación tipo *agujero negro tecnocientífico*, donde toda posibilidad de verdad o de argumentación

veritativa pasa por las manos del sistema tecnocientífico. Esto genera un alto nivel de control social fruto de dicha cerradura sistémica. Ella genera que los *out puts* de este sistema tengan que ser mediados y traducidos a través de los propios agentes tecnocientíficos, de los gabinetes de comunicación institucional o de los medios de comunicación. El problema es que, como afirma Carlos Elías, estos desarrollan una actividad mediatizada por los intereses de sus instituciones.

Además, esta cerradura genera que la mayoría de los ciudadanos reciba una gran cantidad de información caótica que no resulta fácil de filtrar (Fischhoff & Fischhoff 2001). Además, los ciudadanos exteriorizan su conocimiento sobre biotecnología al no considerarlo propio y consideran que es necesario incrementar los procesos de legislación (Fischhoff & Fischhoff 2001). Todo ello limita los niveles de conocimiento de la población.



REFLEXIONES FINALES

La hermenéutica de los imaginarios sociales del discurso biotecnológico nos permiten afirmar que dentro de este discurso se producen dos grandes polos discursivos o, si se prefiere, dos grandes IS tipificados a través de la denominación de romántico e ilustrado. Ambos polos discursivos son un tanto irreales ya que, desde una perspectiva hermenéutica analógica e integracionista, no resulta viable considerar que ambos discursos se comunican de manera aislada. Es decir, toda significación biotecnológica lleva detrás de sí, en mayor o menor grado, la ambivalencia romántico/ilustrada. De tal manera que en los procesos de comunicación de la biotecnología siempre va a tener lugar ciertos aspectos referidos a ambos polos. Será, entonces, en la gradación de los mismos donde se podrá matizar el tipo de polarización del discurso.

Pues bien, en el primer caso se mantiene una postura biotecnoescéptica, defensora de la naturaleza sin modificaciones humanas y tendente al subjetivismo. Este planteamiento es holista y concibe que las diferentes entidades, naturales o sociales, no tienen existencia y significado individual de manera independiente. En cambio, en el segundo polo nos encontramos con el planteamiento biotecnooptimista, intervencionista y tendente al objetivismo. En él, tanto la naturaleza, como la sociedad, el lenguaje u otro fenómeno (del tipo que sea) se conciben, en cierto modo, como un conjunto de elementos individuales. Vemos aquí que estas consideraciones discursivas están sumamente influenciadas por la confrontación entre la ideología romántica y la ilustrada a las que hacía mención David Bloor, siendo la ideología ilustrada individualista y atomista (es decir concibe lo global y colectivo como si fuera equivalente). Además, este individualismo está estrechamente asociado con una visión estática del pensamiento, de tal manera que (para esta ideología) los fenómenos sociales particulares o los casos concretos de comportamiento individual se aclaran poniéndolos en contraste con los principios generales abstractos. Por último, el pensamiento ilustrado está asociado a menudo con la reforma, la educación y es moralista, tendiendo al tono prescriptivo. Pues bien, en el otro lado estaría la ideología romántica que no es ni atomista, ni individualista. Las entidades sociales son tratadas, por los agentes sociales inmersos en este pensamiento, como algo dotado de propiedades esenciales: espíritu, tradición, estilo y características nacionales. Asimismo, lo concreto e histórico es más importante que

lo universal e intemporal. Además, esta ideología enfatiza la individualidad concreta en lugar de apostar por un sometimiento de los casos particulares a las leyes abstractas y generales. Por último, apuesta por la globalidad, la complejidad y la interconexión de las prácticas sociales.

En este trabajo, como hemos dicho en repetidas ocasiones, no hemos desechado ningún tipo de pensamiento. Por ello, consideramos que hemos caminado por una senda intermedia y analógica, asumiendo una postura relativamente analítica y también relativamente holista. Por ello, consideramos que los IS biotecnológicos funcionan en base a una serie de códigos binarios que modifican y condicionan su desarrollo.

En primer lugar nos encontramos con el metacódigo mecánico/virtual relacionado con la percepción social del ser humano. Este código configura una imagen del ser humano en base a la cual se irán desarrollando bien un IS médico (más mecanicista), bien un IS alimentario (más virtual y cybórgico).

En segundo lugar existe un metacódigo transformante/inalterable relativo a la naturaleza. Es decir, en base a la concepción ideológica unos sectores sociales tenderán a la transformación del entorno apoyados, digámoslo así, en el mito de Prometeo, mientras que otros adorarán al mito de la diosa naturaleza y apostarán por la no alteración de la misma.

Ambos polos ideológicos tienen en su base la consideración de que la tecnología (en sentido amplio) forja tanto al ser humano como a la relación que tengamos con la naturaleza. Esta forma de entender la relación del hombre y la naturaleza, mediada por la tecnología (en nuestro caso por la biotecnología) ha ido generando los diversos tipos de discusión y percepción a los que hemos hecho mención. No obstante, y como vimos a la hora de hablar del análisis de los textos de Internet, la posición más crítica y escéptica está perdiendo puestos en el discurso biotecnológico.

Ello hará que, con el paso del tiempo, este tipo de planteamiento romántico se quede relegado a un sector poblacional muy disminuido teniendo que verse

modificado y re-estructurado para mantener su funcionalidad social de entorno conceptual pre-instituyente.

En este sentido, en los contextos o campos semánticos que hemos mencionado, se puede comprobar la preeminencia de las posiciones más intervencionistas traídas de la mano de los factores económico-empresariales. De hecho, en los cuatro contextos antedichos, este aspecto estaba siempre presente.

Estas conclusiones no son alentadoras para aquellos que consideran que la biotecnología es un grave riesgo para la humanidad. No obstante, todo parece indicar que en un futuro cercano, la percepción social mayoritaria en el mundo castellano parlante no distará mucho de una gran aceptación social de todos los aspectos relativos a la biotecnología.

Esto contrasta con el comienzo de los debates sobre el impacto de los constructos biotecnológicos que trajeron consigo, en 1975, el establecimiento de una moratoria de actuación que fue una solución a corto plazo para crear espacio para una mayor atención a los riesgos y a la seguridad de las futuras investigaciones sobre el ADN. Por aquel entonces, en la comunidad de biólogos moleculares había tres posturas diferenciadas: (i) los jóvenes radicales inspirados en los ideales de los 60 y en los movimientos ambientales emergentes, (ii) los conservadores que buscaban proteger la libertad de la ciencia, viendo en la problemática de la regulación un debate innecesario y políticamente motivado, y (iii) los centralistas pragmáticos que eran conscientes de los riesgos potenciales pero querían soluciones parciales para salvaguardar el futuro prometedor de las investigaciones sobre el ADN recombinante. Pues bien, el paso del tiempo acabó haciendo que las soluciones más pragmáticas y utilitaristas acaben dominando. De hecho, tal y como hemos expuesto a lo largo del texto, los ciudadanos asumirán los riesgos y los beneficios en función de su aplicación directa y cercana. Ello genera que la hermenéutica social de actividades como la biotecnología consista fundamentalmente en la ponderación de la aplicabilidad de sus artefactos. Esta es la razón fundamental de que el peso discursivo esté cayendo hacia el lado más eficaz y menos retórico.

Podemos afirmar, entonces, que los debates sociales que se originan a partir de, por ejemplo, los transgénicos (uno de los temas que han generado un mayor número

de publicaciones) son cada vez menores, perdiéndose complejidad e intensidad de manera notable. De hecho, el análisis de los textos por Internet indica que el discurso biotecnológico es eminentemente económico-empresarial e innovador, así como académico (aunque éste no constituya un campo semántico de gran relevancia permea por los demás campos semánticos de manera sustancial). Esto puede indicar que el desarrollo de este sector estará regido, en un futuro cercano, por dictados y planteamientos económico-empresariales y académicos.

Recordemos, como expusimos en el análisis de los distintos IS que el sistema económico-empresarial y el tecnocientífico, están cada día más interpenetrados. De ahí que se esté produciendo un fenómeno de co-evolución asimiladora. Es decir, dada la permanente tendencia del (sub)sistema educativo superior a configurarse como una estructura semi-empresarial, es obvio que más tarde o más temprano se producirá un fenómeno de semi-*fagocitosis* intersistémica. Dicho de otra manera, el hecho de que se valoren positivamente —para la evolución de la carrera profesional de un investigador— el desarrollo de proyectos de I+D, de patentes, de generación de *spin-off*, etc. o que los grandes centros de investigación estén al lado de las grandes empresas biotecnológicas, hace que los intereses provenientes del sistema económico acaben superponiéndose y dominando a los intereses académicos. En este sentido podemos decir que cualquier tipo de ideología y/o de utopía parece que pierden sentido a favor del mito del dinero. De ahí que el mercado y el dinero se estén convirtiendo en el pacificador social actual.

Por otro lado es necesario añadir que el análisis realizado en esta investigación nos permite concluir que no es posible establecer tipologías de los agentes tecnocientíficos (a partir de las cuales se configuran los imaginarios sociales relativos al subsistema tecnocientífico). Lo que se está produciendo es una maraña de intereses (encabezados por los económico-empresariales) que hacen que tanto los debates como la imagen de los agentes vinculados se encuentren mediatizados por ellos. Dicho de otro modo, se está produciendo un magma tecnocientífico en el que los cuatro grandes contextos imaginarios configuran una red de sentido totalizadora, controladora y semi-cerrada. Por ello, las personas se sienten confusas ante los avances biotecnológicos, teniendo problemas de confianza en las instituciones públicas y poniendo toda ella en el sistema tecnocientífico. En el medio de esto se

localizan los agentes tecnocientíficos los cuales se convierten en transmisores y generadores de dicho magma, de ahí que se esté produciendo también una transformación social de la percepción de dichos agentes pasando de ser representantes del mito de la verdad a ser representantes del mito del dinero.

Por lo tanto, la actividad de estos agentes, y ellos mismos, son valoradas de manera muy positiva por su gran potencial futuro. No obstante, también se asume que ésta está sumamente condicionada por los intereses económico-empresariales, perdiéndose entonces aquella aura de neutralidad y objetividad que, supuestamente, ostentaban dichas personas.

Por este motivo comienzan a surgir voces que afirman y defienden la necesidad de una democratización de la tecnociencia. El problema es que este discurso todavía se encuentra enmarcado en el ámbito académico y no ha permeado a la sociedad. Además, la ignorancia social respecto a los métodos, procesos, artefactos, etc. biotecnológicos hace temer que una democratización de la actividad tecnocientífica genere graves problemas. Por otro lado, y como se puede ver en la última encuesta del FECYT de percepción social de la tecnociencia, se está perdiendo el interés por dicha actividad. Ello puede ser debido a la percepción económicamente interesada de la tecnociencia.

Por último, podemos decir que seguirán surgiendo periodos de confrontación dialéctica entre biotecnofílicos y biotecnofóbicos, no obstante todo parece mostrar que la agresividad del problema irá decreciendo a no ser que suceda un gran acontecimiento social que genere la reapertura y la renovación del debate. Todo parece indicar que no será así.

El análisis que hemos desarrollado parece indicar la lenta agonía de una problemática social y una evolución del sistema tecnocientífico sumamente influenciado por el sistema educativo y el económico-empresarial. Ello es debido a que en el proceso de evolución sistémico se produce un mecanismo de traducción que generará desplazamientos o transportes hermenéuticos. De tal manera que el hecho de que los IS relativos al término biotecnología se concatenen y se traduzcan por términos económico-empresariales, nos hace interpretar la evolución de este sector como tendente al desplazamiento hacia este segundo sistema.

De ahí que el actual sentido de la biotecnología podamos interpretarlo como tendente a la región marginal/periférica del sistema tecnocientífico. El ejemplo paradigmático de este hecho lo encontramos en la nueva concepción del ser humano como cyborg. Esta nueva concepción necesita estructuras de mediación que sean las que permitan, por un lado, producir los nuevos artefactos de cyborgización humana y, por otro, los procesos de implantación. Estas estructuras de mediación serán, como es obvio, las empresas que desarrollen y comercialicen las nuevas posibilidades biotecnológicas. Por tanto, la periferia del sistema tecnocientífico entrará en contacto con la periferia del sistema económico-empresarial generando procesos de interpenetración y co-evolución co-extensivos a ambos sistemas.

BIBLIOGRAFÍA

Comprensión multifocal de los Imaginarios Sociales de la biotecnología

- Agazzi, E. (1997): *La techno-science et l'identité de l'homme contemporain*, Universitaires Fribourg, Fribourg (Suisse).
- AgBioWorld (2003): *Biotech Food Myths, Misconceptions and Misinformation*. Monsanto. <http://www.monsanto.co.uk/search/display.phtml?uid=7290> [Acceso: 13 Febrero 2007].
- Aguilar García, T. (2008): *Ontología cyborg. El cuerpo en la nueva sociedad tecnológica*, Gedisa, Barcelona.
- Akrich, A.; Callon, M. y Latour, B. (2006): *Sociologie de la traduction*, Textes fondateurs, Ecole des mines de París, Paris.
- Alberts, B.; Bray, D.; Lewis, J.; Raff, M.; Roberts, K.; y Watson, J. D. (1996): *Biología molecular de la célula*, Omega, Barcelona.
- Alonso, A. y Galán, C. (2004) (Eds.): *La tecnociencia y su divulgación: un enfoque transdisciplinar*, Anthropos-Junta de Extremadura, Barcelona.
- Arenas-Dolz, F. (2008): "Retórica y ciencia". En: Murillo, I. (Ed.) *Ciencia y hombre*, Diálogo Filosófico, Madrid: 83-88.
- Armero, J. C. (1999): "Naturalización y relativismos epistemológicos", *Endoxa*, 11: 81-100.
- Arocena, R. y Sutz, J. (2003): *Subdesarrollo e innovación. Navegando contra el viento*, Cambridge University Press-OEI, Madrid.
- Arzenton, V. (2006): "Nel piatto no: OGM e rischio alimentare". En: Bucchi y Neresini: *Cellule e cittadini. Biotecnologie nello spazio pubblico*, Sironi, Milano: 81-101.
- Atienza, J. M^a y Luján, J. L. (1997): *La imagen social de las nuevas tecnologías biológicas en España*, Opiniones y Actitudes n° 14, CIS, Madrid.
- Atienza, J. M^a y Diéguez, A. (2004) (Coords.): *Tecnociencia y Cultura a comienzos del siglo XXI*, Universidad de Málaga, Málaga.
- Autio, E. y Hameri, A. P. (1995): "The Structure and Dynamics of Technological Systems: a Conceptual Model", *Technology in Society*, 17 (4): 365-384.
- Ayres, J. R. de C. M. (2005): *Acercas del riesgo. Para comprender la epidemiología*, Lugar Editorial, Buenos Aires.
- Baark, E. (1991): "El discurso internacional sobre política de biotecnología: el caso de la bioseguridad", *Revista Mexicana de Sociología*, 2: 3-19.
- Barreiro, J. L. (1994): "El proyecto ontológico de Ferrater Mora". En Giner, S. y Guisán, E. (Eds.) *José Ferrater Mora: El hombre y su obra*, Universidade de Santiago de Compostela-SIEU, Salamanca: 183-210.
- Barrete, A. (2009) (Coord.): *La biotecnología en Iberoamérica. Situación actual y tendencias*, Organización de Estados Iberoamericanos-Agencia Española de Cooperación Internacional. Disponible en: [http://www.oei.es/salactsi/ibero_bio_final.pdf]
- Beck, U. (1999): *World risk society*, Polity Press, Cambridge.

- Becker, B. (2000): "Cyborgs, Agents, and Transhumanists: Crossing Traditional Borders of Body and Identity in the Context of New Technology", *Leonardo*, 33 (5): 361-365.
- Beck-Gernsheim, V. E. (2000): "Health and responsibility: from social change to technological change and vice-versa". En: Adam, B.; Beck, U. y Van Loon, J. (Eds.), *The Risk Society and Beyond. Critical Issues for Social Theory*, Sage, London: 122-135.
- Beltrán, M. (2003): *La realidad social*, Tecnos, Madrid.
- Beriaín, J. (2005): "Tiempo". En: Ortiz-Osés, A. y Lanceros, P. (Dir.) *Claves de Hermenéutica para la filosofía, la cultura y la sociedad*, Universidad de Deusto, Bilbao: 525-550.
- Bermejo Barrera, J. C. (2006): *Ciencia, Ideología y Mercado*, Akal, Madrid.
- (2007): *Moscas en una botella. Cómo dominar a la gente con palabras*, Akal, Madrid.
- (2009): *La fragilidad de los sabios y el fin del pensamiento*, Akal, Madrid.
- Beuchot, M. (1999): *Las caras del símbolo: el ícono y el ídolo*, Caparrós, Madrid.
- (2000): *Tratado de hermenéutica analógica*, UNAM- Ítaca, México.
- (2001): "La racionalidad analógica-simbólica como propuesta para la post-modernidad", *Analogía filosófica*, 15 (2): 205-217.
- (2003): *Hermenéutica analógica y del umbral*, San Esteban, Salamanca.
- (2004): *Hermenéutica, analogía y símbolo*, Herder, México.
- (2005): "Hermenéutica analógica". En Ortiz-Osés, A. y Lanceros, P. (Eds) *Claves de Hermenéutica para la filosofía, la cultura y la sociedad*, Universidad de Deusto, Bilbao: 217- 226.
- (2008): "Imaginario social y hermenéutica analógica", en: Coca, J.R. (coord.) *Las posibilidades de los imaginarios sociales*, Serbal, Barcelona: 87-100.
- Bloor, D. (1998): *Conocimiento e imaginarios sociales*, Gedisa, Barcelona.
- Bourdieu, P. (1984): *Homo academicus*, Éditions de Minuit, París.
- Bowring, F. (2003): *Science, Seeds and Cyborgs: Biotechnology and the appropriation of life*, Verso, London.
- Bucchi, M y Neresini, F. (2004): "Why Ares People Hostile To Biotechnologies?", *Science*, 304: 1749.
- (2006): *Cellule e cittadini. Biotechnologie nello spazio pubblico*, Sirone, Milano.
- Cabrera, D. H. (2006), *Lo tecnológico y lo imaginario. Las nuevas tecnologías como creencias y esperanzas colectivas*, Buenos Aires, Biblos.
- Cabrera Varela, J. (2002): "Presupuestos epistemológicos en la investigación social", en: Pérez Vilarriño, J. y Bouzada, X. (Coord.) *Las encrucijadas del cambio social*, CIS/Universidad de Vigo, Madrid: 243-298.

Comprensión multifocal de los Imaginarios Sociales de la biotecnología

- (2009): “Las fronteras de los imaginarios”, en: Carretero, A. E. y Coca, J. R. (Eds.) *Sociologías de los márgenes*, Hergué, Murcia: 107-125.
- Cámara Hurtado, M. y López Cerezo, J. A. (2007): “Dimensiones de la cultura científica”. En: FECYT, *Percepción social de la ciencia y la tecnología en España 2006*, FECYT, Madrid: 39-64
- Carretero, A. E. (2003): “Un acercamiento antropológico a lo imaginario”, *Agora. Papeles de filosofía*, 22 (1): 177-187.
- (2005): “Imaginario y utopías”, *Athenea Digital*, 7 (primavera): 40-60. Disponible en <http://antalya.uab.es/athenea/num7/carretero.pdf>.
- Casado Neira, D. (2003): “La teoría clásica del don y la donación de sangre”, *Revista Internacional de Sociología*, 34 (Enero-Abril): 107-133.
- (2004): “Credo, sangre y biomedicina: un análisis desde la donación de sangre”, *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 106 (Abril-Junio): 139-157.
- (2010): “Representaciones paracientíficas de cuerpo y persistencias tecnológicas”, *Sociología y tecnociencia. Revista digital de sociología del sistema tecnocientífico*, 0 (1) Disponible en: <http://sites.google.com/site/sociologiytecnociencia/casado.pdf>
- Castañera, P. y Ortego, F. (2000): “El maíz transgénico en España”, *Mundo científico*, 210 (marzo): 43-47.
- Castells, M. (1992-93): *La era de la información*, Alianza, Madrid.
- (1997): *La sociedad red*, Alianza, Madrid.
- (2009): *Comunicación y poder*, Alianza, Madrid.
- Castoriadis, C. (1983): *La institución imaginaria de la sociedad*, Tusquets, Barcelona.
- (1999): *Figuras de lo pensable*, Frónesis-Cátedra-Universitat Valencia.
- Castro Nogueira, L.; Castro Nogueira, M. A. y Morales Navarro, J. (2008): *Metodología de las ciencias sociales. Una introducción crítica*, Tecnos, Madrid.
- Centro de Investigaciones Sociológicas (2001): *Opiniones y Actitudes de los Españoles hacia la Biotecnología*, Estudio N° 2412, CIS, Madrid.
- Château, Jean (1976): *Las fuentes de lo imaginario*, Fondo de Cultura Económica, Madrid.
- Christidou, V.; Dimopoulos, K. y Koulaidis, V. (2004): “Constructing social representations of science and technology: the role of metaphors in the press and the popular scientific magazines”, *Public Understanding of Science*, 13: 347-362.
- Coca, Juan R. (2005a): “Una propuesta de cambio de las políticas científicas”. En: *Actas del I congreso internacional de personalismo comunitario: Democracia, persona y participación social*, Fundación Emmanuel Mounier, Madrid: 157-161.
- (2005b): “El progreso de la actividad científica”, *Analogía filosófica*, 19 (1): 15-43.

- (2007): “El sentido en el desarrollo de la actividad científica”, *Cuadernos Salmantinos de Filosofía*, XXXIV: 435-446.
- (2007a): “De la analogía al humanitarismo científico a través de la pedagogía de la ciencia”, *Educación y futuro digital*. Dirección electrónica: <http://www.cesdonbosco.com/revista/> [entrada 15/01/07].
- (2007b): “La biología ante el subdesarrollo”. En: Coca, J. R. (coord.), *Varia biológica*, Universidad de León, León: 65-85.
- (2008): “La hermenéutica analógica como asidero para la actividad tecnocientífica”. En: Esteban Ortega, J. (ed.) *Hermenéutica analógica en España*, Universidad Europea Miguel de Cervantes, Valladolid: 149-155.
- (2009): “Ciencia, sociedade e literatura”, *A trabe de Ouro*, 78: 117-121.
- (2010): *La comprensión de la tecnociencia*, Hergué, Huelva.
- Coca, J. R. y Pintos, J. L. (2008a): “(Re)construcción analógica y policontextual de la actividad científica”, *Argumentos de razón técnica*, 11: 13-26.
- (2008b): “La (Re)interpretación del paradigma tecnocientífico: Ciencia, Tecnología y Sociedad”, *Analogía filosófica*, 22 (2): 43-61.
- (2009): “La confianza como sendero entre lo personal y lo social”, *Revista de Teoría y Didáctica de las Ciencias Sociales*, Enero-Junio, 14: 217-232.
- Coca, J. R. y Valadé, E. (2008): “Aspectos ontológicos da evolución orgánica da natureza”, *Roteiros. Arumes de pensamento crítico*, 2: 140-151.
- Cohen, S.; Chang, A.; Boyer, H. y Helling, R. (1973): “Construction of biologically functional bacterial plasmids *in vitro*”, *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 70: 3240-3244.
- Collins, Harry M. (1997): “Un programa empírico de relativismo en sociología del conocimiento”, en González, M.; López Cerezo, J. A. y Luján, J. L. (Eds) *Ciencia, tecnología y sociedad*, Ariel, Madrid: 49-66.
- Contreras, F. R. (2009): *Re(d)unidos. Cultura, innovación y comunicación*, Anthropos, Barcelona.
- Cooke, P. (2005): “Rational drug design, the knowledge value chain and biosciences megacentres”, *Cambridge Journal of Economics*, 29(3): 51-63.
- Costa Font, M. (2003): “Avances de la biotecnología y su percepción por la población española. Implicaciones para la industria farmacéutica y alimentaria”, *Boletín económico de ICE*, 2781, Octubre: 35-41.
- Crick, F. H. (1995): “DNA: A cooperative history”, en Chambers, D. A. (Ed.) *DNA: The Double Helix. Perspective and Prospective at Forty Years*, New York Academy of Science, New York.
- Cuevas, A. (2009): “Lo incierto, lo racional y lo razonable en el desarrollo de políticas científicas”, *Revista de Investigaciones Políticas y Sociales (RIPS)*, 8 (1): 51-63.

Comprensión multifocal de los Imaginarios Sociales de la biotecnología

- Cuevas, A. y López Cerezo, J. A. (2009): “Ciencia, Tecnología y Sociedad en la España del siglo XXI”, *Revista de Investigaciones Políticas y Sociales (RIPS)*, 8 (1): 37-49.
- Cubero Salmerón, J. I. (2005): “Ingeniería genética: génesis histórica, relevancia tecnológica, consecuencias sociales”. En: Chávez de Diego, S. (ed.) *Perspectivas en genética y biomedicina*, Síntesis, Madrid: 47-69.
- Daniel, L. J. y Dawson, P. (2008): “The sociology of innovation and the emergence of new biotechnologies”, *Faculty of Commerce – Papers*, [Disponible en <http://ro.now.edu.au/commpapers/499>]
- Depew, D. (2001): “Genetic Biotechnology and Evolutionary Theory: Some Unsolicited Advice to Rhetors”, *Journal of Medical Humanities*, 22 (1): 15-28.
- Díaz, E. (2007): *Entre la tecnociencia y el deseo. La construcción de una epistemología ampliada*, Biblos, Buenos Aires.
- Echevarría, J. (1994): “El integracionismo de José Ferrater Mora: Una filosofía abierta al porvenir”. En Giner, S. y Guisán, E. (Eds.) *José Ferrater Mora: El hombre y su obra*, Universidade de Santiago de Compostela-SIEU, Salamanca: 107-125.
- Echeverría, J. (1994): *Telópolis*, Destino, Barcelona.
- (1995): *Filosofía de la ciencia*, Akal, Madrid.
- (1998): “*Telópolis*, a cidade global do futuro”. En, López García, X. (Coord.): *Galicia, España, Portugal e as factorías de futuro*, Consello da Cultura Galega, Santiago de Compostela: 35-48.
- (1999): *Introducción a la metodología de la ciencia. La filosofía de la ciencia en el siglo XX*, Cátedra, Madrid.
- (2003): *La revolución tecnocientífica*, FCE, Madrid.
- (2004): “Las tecnologías de las comunicaciones y la filosofía de la técnica”. En, Mitcham, C. y Mackey, R. (Eds.) *Filosofía y tecnología*, Encuentro, Madrid: 513-520.
- (2008): “Tecnociencias y transformación social: las nanotecnologías y los programas *converging technologies*”. En: Bermejo, D. (Ed.) *En las fronteras de la ciencia*, Anthropos-Universidad de La Rioja, Barcelona: 101-127.
- Elías, C. (2008): *Fundamentos de periodismo científico y divulgación mediática*, Alianza, Madrid.
- Ellul, J. (1960): *El siglo XX y la técnica: Análisis de las conquistas y peligros de la técnica de nuestro tiempo*, Labor, Barcelona.
- Escribano, M. y Quintanilla, M. A. (2005): “La biotecnología y los medios de comunicación en España”, *Revista CTS*, 4 (2): 21-39.
- Espeitx Bernat, E. y Cáceres Nevot, J. J. (2005): “Opinión pública y representaciones sociales en torno a los alimentos transgénicos”, *Revista Internacional de Sociología (RIS)*, 40 (Enero-Abril): 207-228.

- Espinosa, L. (1999): "Razón, naturaleza y técnica: Ortega y la Escuela de Frankfurt", *Isegoría*, 21: 101-129.
- European Commission (1997): *Eurobarometer 46.1*, Office for Official Publications of the European Communities, Luxembourg. Accesible en: http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_108_en.pdf
- European Commission (2000): *Eurobarometer 52.1*, Press Release, Luxembourg. Accesible en: http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_134_en.pdf
- European Commission (2001): *Eurobarometer 55.2*, Press Release, Luxembourg. Accesible en: http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_154_en.pdf
- European Commission (2006): *Europeans and Biotechnology 2005: Patterns and Trends*, Special Eurobarometer 244b, Press Release, Luxembourg. Accesible en: http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_244b_en.pdf.
- Etzkowitz, H. & Leydesdorff, L. (Eds.) (1997): *Universities in the Global Knowledge Economy: A Co-evolution of University-Industry-Government Relations*, Cassell Academic, London.
- FECYT (2007): *Percepción social de la ciencia y la tecnología en España 2006*, FECYT, Madrid.
- Fernández Prados, J. S. (2003): "El valor de la ciencia y de la tecnología en la cultura española contemporánea". En: Bericat Alastuey, E. (dir.), *El conflicto cultura en España. Acuerdos y desacuerdos entre los españoles*, CIS, Madrid: 328-386.
- Ferrater Mora, J. (2005): *Variaciones de un filósofo*. Antología. Selección, estudio introductorio y edición de Jordi Gracia, Biblioteca del Exilio, Edicions do Castro, Sada (A Coruña).
- Ferreira, Miguel A. V. (2007): *La vida antes del laboratorio*, CIS, Madrid.
- Fuller, Stephen (1993): *Philosophy, Rhetoric and the End of Knowledge*, University of Wisconsin Press, Madison.
- (2000): *The Governance of Science*, Open University Press, Buckingham-Philadelphia.
- Funtowicz, S. O. y Ravetz, J. R. (1990): *Uncertainty and Quality in Science for Policy*, Kluwer, Dordrecht.
- Gille, B (1978): *Histoires des techniques*, Gallimard, París.
- Garcés, F.; Montero, J. y Vega, M. (2007): *Relevancia de la biotecnología en España 2007*, Genoma España, Madrid.
- García, J. L. (2006): "Biotecnología e biocapitalismo global", *Análise Social*, XLI (181): 981-1009.
- García, R. (2006): *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinar*, Gedisa, Barcelona.
- García Canclini, N. (2004): *Diferentes, desiguales y desconectados. Mapas de interculturalidad*, Gedisa, Barcelona.

Comprensión multifocal de los Imaginarios Sociales de la biotecnología

- García Manso, A. (2006): "Virtual, real y corporal. El eros cyborg y las identidades en el ciberespacio", *Revista de antropología experimental*, 6 (3): 43-54.
- García Selgas, F. J. (1999): "El cyborg como reconstrucción del agente social", *Política y Sociedad*, 30: 165-191.
- Garrido, M. (2007), "La explosión de la tecnología: tres metáforas para el siglo XXI", en M. Garrido; L. M. Valdés y L. Arenas (coords.), *El legado filosófico y científico del siglo XX*, Madrid, Cátedra, Madrid: 867-886.
- Gaskell, G.; Allum, N.; Bauer, M.; Durant, J.; Allansdottir, A.; Bonfadelli, H.; Boy, D.; Cheveigné, S.; Fjaestad, B.; Gutteling, J. M. Hampel, J. Jelsøe, E.; Correia Jesuino, J.; Kohring, M.; Kronberger, N.; Midden, C.; Hviid Nielsen, T.; Przystalski, A.; Resanen, T.; Sakellaris, G.; Torgersen, H.; Twardowski, T. y Wagner, W. (2000): "Biotechnology and the European public", *Nature Biotechnology*, 18: 935-938.
- Gaskell, G.; Stares, S.; Allansdottir, A.; Allum, N.; Corchero, C.; Fischler, C.; Hampel, J.; Jackson, J.; Krongerger, N.; Mejlgaard, N.; Revuelta, G.; Schreiner, C.; Torgersen, H. y Wagner, W. (2006): *Europeans and Biotechnology in 2005: Patterns and Trends*, European Commission's Directorate-General for Research, Luxemburg.
- Gómez Ferri, J. (1995): "La retórica de la ciencia. Orígenes y perspectivas de un proyecto de estudio de la ciencia", *Endosa*, 5: 125-144.
- Gómez Pin, V. (2006): *Entre lobos y autómatas. La causa del hombre*, Espasa, Madrid.
- González Caamaño, M. L. (2007): "Biotecnología, ética y sociedad", en Coca, J. R. (Coord.) *Varia biológica. Filosofía, ciencia y tecnología*, Universidad de León, León: 97-107.
- González García, Marta I., López Cerezo, José A. y Luján López, José L. (1996): *Ciencia, tecnología y sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*, Tecnos, Madrid.
- Goonatilake, S. (1992): "Biotechnology and the Merged Evolution of Genes and Culture", *Journal of Social and Evolutionary Systems*, 15 (3): 241-248.
- Grace, E. S. (1998): *La biotecnología al desnudo*, Anagrama, Barcelona.
- Granovetter, M. (1985): "Economic Action and Social Structure: The Problem of Embeddedness", *American Journal of Sociology*, 91 (3): 481-510.
- Grant, M. (2008): "ADN, biotecnología y sociedad", en Krude, T. (Ed.) *ADN. Cambios en la ciencia y en la sociedad*, Akal, Madrid: 107-124.
- Gray, C. H. (2002): *Cyborg Citizen*, Routledge, New York.
- Griffiths, A.; Miller, J.; Suzuki, D.; Lewontin, R. y Gelbart, W. (1998): *Genética*, McGraw-Hill/Interamericana, Madrid.
- Gros, F. (1990) *La civilización del gen*, Akal, Madrid.
- Habermas, J. (1988): *Escritos políticos*, Península, Barcelona.

- Hacking, I. (2006): "Genetics, biosocial groups and the future of identity", *Daedalus Fall*, 135/4: 81-95
- Haraway, D. J. (1991): *Simians, Cyborgs and Women: The Reinvention of Nature*, Routledge, London.
- Haribabu, E. (2004): "Interests and meanings: the socio-technical process of application of biotechnology to crop improvement in India", *Int. J. Biotechnology*, 6 (1): 65-78.
- Haynes, R. D. (1994): *From Faust to Strangelove. Representations of the Scientist in Western Literature*, The Johns Hopkins University Press, Baltimore.
- Heelan, Patrick (1972): "Towards a Hermeneutic of Natural Science", *Journal of the British Society for Phenomenology*, 3(3): 252-260.
- (1983): "Natural Science as a Hermeneutic of Instrumentation", *Philosophy of Science*, 50: 181-204.
- (1989): "After Experiment: Realism and Research", *American Philosophical Quarterly*, 26 (4): 297-308.
- Heelan P. y Schulkin, J. (1998): "Hermeneutical philosophy and pragmatism: a philosophy of science", *Synthese*, 115: 269-302.
- Heidegger, M (1984): *Ciencia y técnica*, Editorial Universitaria, Santiago de Chile.
- Hernández Sánchez, D. (2003) (Ed.): *Arte, Cuerpo, Tecnología*, Universidad de Salamanca, Salamanca.
- Herrera Racionero, P. (2005): "Argumentos comestibles. La construcción retórica de la percepción pública de los alimentos transgénicos", *Revista Internacional de Sociología*, 40 (enero-abril): 183-205.
- Hopkins, M. M.; Martin, P. A.; Nightingale, P.; Kraft, A. y Mahdia, S. (2007): "The myth of the biotech revolution: An assessment of technological, clinical and organisational change", *Research Policy*, 36: 566-589.
- Holton, Gerald J. (2002): *Ciencia y anticiencia*, Nivola, Madrid.
- Hottois, G. (2003): *Historia de la filosofía del renacimiento a la postmodernidad*, Cátedra, Madrid.
- James, C. (2007): *Global Status of Commercialized Biotech/GM Crops: 2007*, ISAAA Brief N° 37, ISAAA, Ithaca (New York).
- Jelsma, J. (1995): "Learning About Learning in the Development of Biotechnology", en Rip, A.; Misa, T. J. y Schot, J. (Ed.): *Managing Technology in Society. The approach of Constructive Technology Assessment*, Pinter, London: 141-165.
- Kitcher, P. (1998): "A Plea for Science Studies". En: Koertge, N. (Ed.) *A House Built on Sand*, Oxford University Press.
- (2001): *Science, Truth and Democracy*, New York: Oxford University Press.
- Kuhn, T. S. (1970): *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago University Press, Chicago.

- Lamo de Espinosa, E. (1996): *Sociedades de cultura, sociedades de ciencia. Ensayos sobre la condición moderna*, Nobel, Oviedo.
- Larrión, J. (2006): *Las relaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad*. Tesis Doctoral, Universidad Complutense de Madrid. Disponible en: <http://eprints.ucm.es/tesis/cps/ucm-t28705.pdf>
- Latour, B. (1983): *Science in Action*, Open University Press, Buckingham.
- (2007): *Changer de société, refaire de la sociologie*, La Découverte, París.
- Latour, B. y Woolgar, S. (1995): *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos*, Alianza, Madrid.
- Law, J. (2000): “Networks, Relations, Cyborgs: on the Social Study of Technology”, published by the Centre for Science Studies, Lancaster University, Lancaster LA1 4YN, UK, at <http://www.comp.lancs.ac.uk/sociology/papers/Law-Networks-Relations-Cyborgs.pdf>
- Lecourt, D. (1990): “Introducción”. En: Gros, F. *La civilización del gen*, Akal, Madrid: 7-17.
- Ledidow, L. y Tait, J. (1991): “The greening of biotechnology: GMOs as environment-friendly products”, *Science and Public Policy*, 18: 271-280.
- (1992): “Which public understanding of biotechnology?”, *Biotechnology Education*, 3: 102-106.
- Leydesdorff, L. (1994): “The Evolution of Communication Systems”, *Int. J. Systems Research and Information Science*, 6: 219-30.
- (2000): “Luhmann, Habermas and the Theory of Communication”, *Systems Research and Behavioral Science*, 17 (3): 273-288.
- Leydesdorff, L. y Etkowitz, H. (1996): “Emergence of a Triple Helix of University-Industry-Government Relations”, *Science and Public Policy*, vol. 23, n.º 5, 279-286.
- Lèvy, P. (2002): *Ciberdemocracia. Ensayo sobre filosofía política*, UOC, Barcelona.
- Liakopoulos, M. (2002): “Pandora’s Box or panacea? Using metaphors to create the public representations of biotechnology”, *Public Understanding of Science* 11: 5-32.
- Lieberman, S. y Gray, T. (2007): “The Role of Political Myth in the International Conflict Over Genetically Modified Foods and Crops”, *European Environment*, 17: 376–386
- Lizcano, E. (2003): “Imaginario colectivo y análisis metafórico”, conferencia inaugural del 1er Congreso Internacional de Estudios sobre Imaginario y Horizontes Culturales (Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México). Disponible en: http://www.unavarra.es/puresoc/pdfs/c_salaconfe/SC-Lizcano-2.pdf
- Locke, D. (1992): *Science as Writing*, Yale University Press, New Haven.
- Longino, H. E. (1990): *Science as Social Knowledge*, Princeton University Press, Princeton.

- (1993): “Subject, Power and Knowledge: Description and Prescription in Feminist Philosophies of Science”, en Alcoff, L y Potter, E. (Eds) *Feminist Epistemology*, Routledge, London: 101-120.
- (1997): “Feminismo y filosofía de la ciencia”, en González García, M. I.; López Cerezo, J. A. y Luján, J. L. (Eds.) *Ciencia, Tecnología y Sociedad*, Ariel, Barcelona: 71-83.
- (2002): *The Fate of Knowledge*, Princeton, Princeton University Press.
- López Cerezo, J. A. y Luján, J. L. (2000): *Ciencia y política del riesgo*, Alianza, Madrid.
- López Guerrero, J. A. (2002): *¿Qué es un transgénico? (y las madres que lo parieron...)*, Equipo Sirius, Madrid.
- Luhmann, N. (1996a): *Introducción a la teoría de sistemas*, Anthropos-Universidad Iberoamericana, Barcelona.
- (1996b): *La Ciencia de la Sociedad*, Anthropos-Universidad Iberoamericana-ITESO, Barcelona.
- (1996c): *Confianza*. Barcelona: Universidad Iberoamericana-Anthropos.
- (1998): *Sistemas sociales. Lineamientos para una teoría general*, Anthropos, Barcelona.
- (2006): *Sociología del riesgo*, Universidad Iberoamericana-ITESO, México.
- Luján, J. L. y Moreno, L. (1993): *Biotecnología y sociedad: conflicto, desarrollo y regulación*, Documento de Trabajo 93-05, Instituto de Estudios Sociales Avanzados. [Accesible en <http://www.iesam.csic.es/doctrab1/dt-9305.pdf>]
- Lyon, D. (1986): “From ‘PostIndustrialism’ to ‘Information Society’: A New Social Transformatino?”, *Sociology*, 20: 577-588.
- Llera Llorente, M. (2008): “Otra versión del ciberperiodismo. Una lectura comunicológica de N. Luhmann”, *Argumentos de razón técnica*, 11: 127-144.
- Madigan, M.; Martinko, J. y Parker, J. (1999): *Brock: Biología de los microorganismos*, Prentice Hall, Madrid.
- Mallet, D.; Vanheems, D.; Soyez, S.; Herbaut, A y Chekroud, H. (2005): “Imaginaire social, science et croyance”, *Rev Francoph Psycho-Oncologie*, 4 : 253-260.
- Mannheim, K. (2008): *Ideología y utopía*, FCE, México.
- Mann, S. y Niedzwiecki, H. (2001): *Cyborg. Digital Destiny and Human Possibility in the Age of the Wearable Computer*, Random House Inc., Toronto.
- Marcos, A. (2000): *Hacia una Filosofía de la Ciencia amplia*, Tecnos, Madrid.
- (en prensa): *Filosofía de la ciencia. Nuevas dimensiones*, FCE, México.
- Márquez, T. (1997-98): “Tecnologías, Democracia y Places. El Rol de los Nuevos Mediadores Electrónicos”, *Razón y palabra* 9(2): [Disponible en

<http://www.razonypalabra.org.mx/antteriores/n9/rol.htm> Consultado el 16 de junio del 2008].

Martín, J. F. (1985): *La biotecnología. Proyección científica, industrial y social*, Universidad de León, León.

Martínez Montoya, J. (2005): "Identidad y diferencia". En: Ortiz-Osés, A. y Lanceros, P. (eds.), *Claves de Hermenéutica para la filosofía, la cultura y la sociedad*, Universidad de Deusto, Bilbao: 276-289.

Medina, M. y Kwiatkowska, T. (2000) (Coord.): *Ciencia, tecnología/naturaleza, cultura en el siglo XXI*, Anthropos-Universidad Autónoma Metropolitana, Barcelona.

Merton, R. K. (1977): *La sociología de la ciencia*, Alianza, Madrid.

————— (1995): *Teoría y estructura social*, FCE, México.

Mertz, J. E.; y Davies, R. W. (1972): "Cleavage of DNA by RI restriction endonuclease generates cohesive ends", *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 69: 3370-3374.

Mitcham, C. (1989): *¿Qué es la filosofía de la tecnología?*, Anthropos-Universidad del País Vasco, Barcelona.

Moreno, L., Lemkow, L y Lizón, A. (1992): *Biotecnología y sociedad. Percepción y actitudes públicas*, Ministerio de Obras Públicas y Transportes, Madrid.

Moreno Castro, C. (Ed.) (2009): *Comunicar los riesgos. Ciencia y tecnología en la sociedad de la información*, Biblioteca Nueva-OEI, Madrid.

Montero Sánchez, S. (2005): "El principio de autonomía y los alimentos transgénicos", *Agora. Papeles de filosofía*, 24 (1): 195-212.

Moulines, U. (1995): "La filosofía de la ciencia como disciplina hermenéutica", *Isegoría*, 12: 110-118.

Moya, A. (2007): "Hombres y cyborgs", *Ludus Vitalis*, XV, 28: 227-230.

Muñoz, E. (2000): "Biotecnología y desarrollo en distintos contextos culturales. Influencias e impactos", en Medina, M. y Kwiatkowska, T. (2000) (Coord.): *Ciencia, tecnología/naturaleza, cultura en el siglo XXI*, Anthropos-Universidad Autónoma Metropolitana, Barcelona: 183-204.

————— (2001): *Biotecnología y sociedad. Encuentros y desencuentros*, Cambridge University Press-OEI, Madrid.

————— (2003): *Problems in the análisis of the public's perception of Biotechnology: Europe and its contradictions*, Working Paper 03-03, CSIC, Madrid. [Accesible en: <http://www.ifs.csic.es/cts/document/em-0303.pdf> Consultado el 5 marzo de 2007]

Muñoz, E. y Plaza, M. (2004): "Instantáneas y paisajes sobre biotecnología en la prensa española. Análisis de prensa de tres aplicaciones biotecnológicas en el año 2002: alimentos y cultivos transgénicos, terapia génica y clonación", *Revista CTS*, 3 (1): 183-219.

- Navas, A. (2008): “Los medios de comunicación de masas”, en Valero Matas, J. A. (Coord.) *Las instituciones y organizaciones sociales. Un análisis sociológico*, Pirámide, Madrid: 283-305
- Nieto-Jacobo, M. F.; Guevara-García, A. y Herrera-Estrella, L. (1999): “Plantas transgénicas”, *Investigación y Ciencia*, 268, enero, pp. 70-80.
- Niiniluoto, I. (1999): *Critical Scientific Realism*, Oxford University Press, New York.
- Nunes, J. A. (1998-99): “Para além das “duas culturas”: Tecnociências, tecnoculturas e teoria crítica”, *Revista Crítica de Ciências Sociais*, 52-53: 15-60.
- (2001): “Teoria crítica, cultura e ciência: O(s) espaço(s) e o(s) conhecimento(s) da globalização”, en: Santos, Boaventura de Sousa (Org.) *Globalização. Fatalidade ou utopia?*, Afrontamento, Porto: 297-338.
- (2001a): “A síndrome do Parque Jurássico: História(s) edificante(s) da genética num mundo «sem garantias»”, *Revista Crítica de Ciências Sociais*, 61, dezembro: 29-62.
- Ortega y Gasset, J. (1982): *Meditación de la técnica y otros ensayos sobre ciencia y filosofía*, Rev. de Occidente/Alianza, Madrid. Vol. V de Obras Completas.
- Owen, T. (2006): “Genetic-Social Science and the Study of Human Biotechnology”, *Current Sociology*, 54 (6): 897-917.
- París, C. (1970): *Hombre y naturaleza*, Tecnos, Madrid.
- Peña Vial, J. (2001): “Modalidades de lo imaginario”, *Thémata. Revista de filosofía*, 26: 67-83.
- Pérez, M. S. (2008): “A crise purga o sistema mediático”, *Tempos novos*, novembro, 138: 101-103.
- Petersen, A. (2001): “Biofantasies: genetics and medicine in the print news media”, *Social Science and Medicine*, 52: 1255-1268.
- Pintos, J. L. (1990): *Las fronteras de los saberes*, Akal, Madrid.
- (1995a), *Los imaginarios sociales. La nueva construcción de la realidad social*, Bilbao, Instituto Fe y Secularidad/Sal Terrae.
- (1995b), “Orden social e imaginarios sociales (Una propuesta de investigación)”, *Papers*, 45: 101-127.
- (2001a), “Construyendo realidad(es): los Imaginarios Sociales”, *Realidad. Revista del Cono Sur de Psicología Social y Política*, 1: 7-24.
- (2001b), “Apuntes para un concepto operativo de Imaginarios Sociales”, en L. Albuquerque y R. Iglesia (ed.), *Sobre los imaginarios urbanos*, Buenos Aires, FADU-UBA: 67-103.
- (2003): “El metacódigo relevancia/opacidad en la construcción sistémica de las realidades”, *RIPS (Revista de Investigaciones Políticas y Sociológicas)*, vol. 2, nº 1-2, pp. 21-34.
- (2004): “Inclusión/exclusión. Los Imaginarios Sociales de un proceso de construcción social”, *Sémata. Ciencias sociales y humanidades*, vol. 16, pp. 17-52.

- (2005): “Comunicación, construcción de la realidad e imaginarios sociales”, *Utopía y Praxis Latinoamericana*, año 10, n° 29 (abril-junio), pp. 37-65.
- (2006a): “Imaginarios y medios de comunicación”. En: Bouzada Fernández, X. (coord.) *Cultura e novas tecnoloxías*, Consello da Cultura Galega, Santiago de Compostela (España), pp. 21-44.
- (2006b): “Comunicación, construcción de realidad e imaginarios”. En: VV.AA. *Proyectar imaginarios*, IECO-Universidad Nacional de Colombia-Sociedad Cultural La Balsa, Bogotá, Colombia, pp. 23-66.
- (2007): “El valor epistemológico del demonio y el código de observación «Relevancia/Opacidad». Apuntes metodológicos”, *Anthropos*, 215: 143-149.
- (2007a): “Algunos imaginarios sociales de la vejez: observaciones sobre datos de internet”, *Semata. Ciencias sociales y humanidades*, 18: 407-426.
- Quintanilla, M. A. (2005): *Tecnología: Un enfoque filosófico y otros ensayos de filosofía de la tecnología*, FCE, México.
- Quintanilla, M. A.; Escribano, M.; Escobar, M. y Sabbatini, M. (2005): *Cultura Biotecnológica en España: Análisis e Interpretación de Datos*, Genoma España, Madrid.
- Roche Cárcel, J. A. (2009): *La sociedad evanescente*, Anthropos, Barcelona.
- Ramírez, M. T. (1998): “Ciencia y hermenéutica en Gadamer”, *Revista de Filosofía (México)*, 31/92, pp. 115-153.
- Rifkin, J. (1999): *El siglo de la biotecnología*, Crítica-Marcombo, Barcelona.
- Robin, M. M. (2010): *El mundo según Monsanto*, Quinteto-Península, Barcelona.
- Rothman, H. y Kraft, A.. (2006): “Downstream and into deep biology: evolving business models in ‘top tier’ genomics companies”, *Journal of Commercial Biotechnology* 12 (2), 86–98.
- Sádaba, I. (2009): *Cyborg. Sueños y pesadillas de las tecnologías*, Península, Barcelona.
- Sánchez Capdequí, C. (1997): “El imaginario cultural como instrumento de análisis social”, *Política y Sociedad*, 24: 151-163.
- (2003): “El imaginario moderno: el mito del mercado pacificador”, *Papers* 71: 33-63.
- (2005): “Las identidades del dinero”, *Revista Española de Investigaciones Sociológicas*, 111: 45-74.
- (2006): “Flujos, elementos y formas sociales: La modernidad líquida a debate”, *Política y Sociedad*, 43(2): 63-84.
- (2009): “El conocimiento de la sociedad en la sociedad del conocimiento”, *Estudios filosóficos*, 167: 41-56.

- Sánchez Morales, M. R. H. (2007): “Los impactos de la biotecnología humana sobre la familia. Tendencias de evolución en el nuevo siglo”, en: Tezanos, J. F. (Ed.) *Los impactos sociales de la revolución científico-tecnológica*, Sistema, Madrid, pp. 127-150.
- Santana, M. (en prensa): “Imagen, imaginario y retórica de la ciencia”. En: Coca, J. R. (Eds.) *Nuevas posibilidades de los imaginarios sociales*, Hergué, Huelva.
- Santos, B. de Sousas (1989): *Introdução a uma ciência pós-moderna*, Afrontamento, Porto.
- (2001): *Um discurso sobre as ciências*, Afrontamento, Porto.
- (2003) (org): *Conhecimento Prudente para uma Vida Decente*, Afrontamento, Porto.
- (2005): *El milenio huérfano. Ensayos para una nueva cultura política*, Trotta-Ilsa, Madrid-Bogotá.
- (2007). “Para além do Pensamento Abismal: Das linhas globais a uma ecologia de saberes”, *Revista Crítica de Ciências Sociais*, 78: 3-46.
- Seely Brown, J. y Duguid, P. (2000): *The social life of information*, Harvard Business School Press, Boston.
- Serres, M (1974): *La traduction*, Les Editions de Minuit, París.
- Shields, R. (2006): “Flânerie for Cyborgs”, *Theory, Culture & Society*, 23 (7-8): 209-220.
- Simmel, G. (2000): “La trascendencia de la vida”, *Reis*, 89 (Enero-Marzo): 297-313.
- Simondon, (G): *El modo de existencia de los objetos técnicos*, Prometeo, Argentina.
- Smith-Doerr, L (2005): “Institutionalizing the Network Form: How Life Scientists Legitimate Work in the Biotechnology Industry”, *Sociological Forum*, 20 (2), junio: 271-299.
- Sokal, A. (1996): “Transgressing the Boundaries: Toward a Transformative Hermeneutics of Quantum Gravity”, *Social Text*, 46/47: 217-252.
- Sprea, S. (2006): “Biotecnologie e opinione pubblica in Italia. I principali risultati”. En Bucchi, M. y Neresini, F. (Ed.) *Cellule e cittadini. Biotecnologie nello spazio pubblico*, Sirone, Milano: 211-220.
- Tamames, R. (2003): *Los transgénicos, conózcalos a fondo*, Ariel, Barcelona.
- Taylor, C. (2006): *Imaginarios sociales modernos*, Paidós, Barcelona.
- Tirado, F. J. (2003): “Riesgo, tecnociencia y biotecnología”, *Atenea digital*, 4. [Disponible en <http://antalya.uab.es/athenea/num4/tirado.pdf>]
- Tezanos, J. F. (2007): “Los impactos sociales de la revolución tecnológica”. En: Tezanos, J. F. (Ed.) *Los impactos sociales de la revolución científico-tecnológica- Noveno foro sobre tendencias sociales*, Sistema, Madrid: 31-62.
- Turney, J. (1998): *Frankenstein's footsteps: Science, genetics and popular culture*. Yale University Press, New Haven.

- Ursua, Nicanor y Ortiz-Osés, Andrés (1982): “Hermenéutica y filosofía de la ciencia”, *Pensamiento*, 38: 37-61.
- Valero, J. A. (2004a) (coord.): *Sociología de la ciencia*, Edaf, Madrid.
- (2004b) (Ed.): *Social Study of Science: An Interdisciplinary Context*, Diálogo Europeo-Auckland University-Universidad de Valladolid, Valladolid.
- Valero, J. A. y Coca, J. R. (2009): “Cultura, identidad y participación: Elementos para el desarrollo en la era globalizada”. En: Casquero Ruiz, J. D. (Dir) y Galindo, P. y Martínez, J. (Coords.) *Cultura y desarrollo comunitario. Nuevas perspectivas potenciadas del desarrollo comarcal*, UNED, Baza (Granada): 223-237.
- Van Dijk, T. A. (1990): *La noticia como discurso*, Paidós, Barcelona.
- (2000): *Ideología. Una aproximación multidisciplinaria*, Gedisa, Barcelona.
- Vilarnovo, Antonio (1993): “Objetivo y subjetivo: Hermenéutica de la ciencia”, *Anuario filosófico*, 26: 717-727.
- Villa, T. G. y Lema Rodicio, J. M. (2000): “A biotecnología no século XX: ¿O inicio dunha revolución?”, *Revista galega do ensino*, 28: 293-313.
- Villaruel, R. (2006): *La naturaleza como texto. Hermenéutica y crisis medioambiental*, Editorial Universitaria, Santiago de Chile.
- VV.AA. (2009): “Política, ciencia y sociedad”, monográfico de la *Revista de Investigaciones Políticas y Sociológicas (RIPS)*, coordinación a cargo de Coca, J. R. y Valero Matas, J. A.
- Watson, J. D. y Crick, F. H. C. (1953): “Genetical implications of the structure of deoxyribonucleic acid”, *Nature*, 171: 964-967.
- Wynne, B. (1983): “Redefining the Issues of Risk and Public Acceptance”, *Futures*, febrero: 13-32.
- (1992): “Uncertainty and Environmental Learning”, *Global Environmental Change*, June: 111-127.
- (2006): “Illusioni rischiose: scienza incompresa e pubblici immaginari del dibattito sulle coltivazioni GM?”. En: Bucchi y Neresini: *Cellule e cittadini. Biotecnologie nello spazio pubblico*, Sirone, Milano: 47-79.
- Zamora Bonilla, J. (2005): *Ciencia pública-Ciencia privada. Reflexiones sobre la producción del saber científico*, FCE, México.
- Zubiri, X. (2006): *Tres dimensiones del ser humano: individual, social, histórica*, Alianza, Madrid.
- Zucker, L. G. y Darby, M. R. (1997): “Present at the biotechnological revolution: transformation of technological identity for a large incumbent pharmaceutical firm”, *Research Policy*, 26: 429-446.

RECURSOS EN LA WEB

Blog Biotecnología en España: <http://biotech-in-spain.blogspot.com/>

Blog de la Oficina de Tratados Comerciales Agrícolas: <http://otcasea.gob.do/>

Blog GenArGen (R): <http://lvetcher.blogspot.com/>

Blog Ingeniar Group: <http://www.inngeniar.blogspot.com/>

Blog Biotecnología: <http://bio-tecnology.blogspot.com/>

Instituto Nacional de Estadística (INE) donde hemos obtenido alguna de la información estadística mostrada en este trabajo. <http://www.ine.es>

European Commission (2007): *The Biotechnology for Europe Study. Consequences, opportunities and challenges of modern biotechnology for Europe*, Institute for Prospective Technological Studies - Join Research Center (UE), <http://bio4eu.jrc.ec.europa.eu/index.html> [Acceso 25 de diciembre 2008].

FAO (2002): *Biotecnología y la opinión de la sociedad civil: una invitación a reflexionar y a consensuar sobre Biotecnología Agrícola*, FAO, Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. Disponible en: <http://www.rlc.fao.org/Foro/biotecno/infinal.pdf>

FAO (2004): *El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2003-04*, Roma, <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/006/y5160s/>.pdf [Acceso 13 de junio de 2008].

OEI-AECID (2006): *La biotecnología en iberoamérica. Situación actual y tendencias*. http://www.oei.es/observatorioocts/index.php?option=com_docman&task=doc_download&gid=32&Itemid=28 [Acceso 10 de abril de 2009].

Museo Nacional de la Salud de Atlanta. <http://www.accessexcellence.org/RC/AB/BC/6000BC-1700AD.php> [Acceso 8 de abril de 2009].

Web de la asociación Greenpeace: <http://www.greenpeace.org/espana/>