

¿Cómo finalizan las controversias? Un nuevo modelo de análisis: la controvertida historia de la sacarina*

Jordi Vallverdú  (jordi.vallverdu@uab.es)
Universitat Autònoma de Barcelona, España

El artículo analiza la naturaleza teórica de las controversias científicas, a la vez que su definición y papel desarrollado en los modelos de dinámica científica. Tras discutir las teorías existentes, tanto desde una perspectiva de macrodinámica y microdinámica de la ciencia, el autor propone un concepto, el de “campos de controversias”, el cual contribuye a definir una mejor comprensión de las controversias científicas y mejorar la explicación de sus clausuras. Para ilustrar las ideas, el autor desarrolla el estudio de caso de la historia sobre la toxicidad de la sacarina.

19

Palabras clave: dinámica científica, controversia, clausura, campos de controversias, sacarina.

This paper analyses the theoretical nature of scientific controversies, as well as their definition and the role developed in the models of scientific dynamic. After discussing the existing theories from a macrodynamic and a microdynamic perspective of science, the author proposes the notion of “controversy fields” in order to determinate a better comprehension of scientific controversies and to improve the explanation of their closures. In order to illustrate the ideas, the author develops the study of case of history on the toxicity of saccharin.

Keywords: scientific dynamic, controversy, closure, controversy fields, saccharin.

* Debo el título de este artículo y el encomio de su escritura a la profesora del MIT Rosalind Williams, con quien tuve el privilegio de compartir unas horas de conversa sobre nuestras respectivas investigaciones a inicios de junio de 2004, conjuntamente con otros miembros del grupo de investigación GEHUCT de la UAB.

“Some substances are carcinogens (cause cancer) or teratogens (cause birth defects). A litogen, by contrast, attracts litigation” (Foster, 1999: 28).

1. ¿Qué es una controversia científica?

Gran cantidad de autores ha reflexionado desde disciplinas y enfoques diversos las características, papel y desarrollo de las controversias científicas. No todos ellos han tenido la precaución de definir aquello que constituye una controversia científica. Según el Diccionario de la Real Academia Española, el término “controversia” indica en su primera acepción “discusión de opiniones contrapuestas entre dos o más personas”. Por otra parte, “científica” remite a tres definiciones: “1. adj. Perteneciente o relativo a la ciencia; 2. adj. Que se dedica a una o más ciencias. U. t. c. s.; 3. adj. Que tiene que ver con las exigencias de precisión y objetividad propias de la metodología de las ciencias”. La combinación del primer vocablo con los significados del segundo ilustra nuestro punto de vista sobre aquello de que se trata cuando hablamos de una controversia científica. En primer lugar, una discusión entre dos o más personas que son pertenecientes o relativas a la ciencia. El rango de inclusión de individuos dentro de las nociones de ‘perteneciente’ o ‘relativas’ determinará las propiedades de nuestro análisis. En segundo lugar, reconocemos que la disputa puede implicar individuos pertenecientes a diversas ciencias, lo que sucede en muchas polémicas actuales donde la resolución pasa por una aproximación multidisciplinar y diversos subniveles de justificación de resultados. En tercer y último lugar, vemos que las controversias científicas afectan aspectos metodológicos de las disciplinas implícitas. Por ello, cuando hablemos de controversias científicas, debemos diferenciarlas de otro tipo de controversias,¹ aunque las mismas controversias científicas presentan una complejidad de análisis importante.

Paradójicamente, el proceso de identificación de las controversias ha sido tratado con menor intensidad que el de su clausura. La mayor parte de estudiosos dan por supuesto que se sabe aquello que es una controversia, y que lo realmente importante consiste en discernir cómo llegan a un fin. Veremos que en este punto resulta extremadamente importante identificar el número y tipo de agentes que participan tanto en el inicio como en el desarrollo y la clausura de una controversia, lo que dará lugar a diversos tipos de controversias. No sólo resulta importante clarificar lo relativo a la clausura, sino que hemos de hacer un esfuerzo en delimitar claramente su inicio y desarrollo.

¹ Engelhardt (1981:1): “La ciencia, la ética y la política están marcadas por controversias. Tal y como uno esperaría, los modos de disputa y resolución según los cuales aparecen en cada área las controversias, parecen ser algo diferentes. Las controversias científicas, por ejemplo, son habitualmente entendidas como un tipo de disputas en las que su resolución apela a los hechos mismos y a un razonamiento riguroso sobre los mismos. Por el contrario, las controversias políticas implican situaciones de resolución por negociación. Las éticas se encuentran en un punto intermedio entre ambas”.

Dascal² propone una taxonomía en torno a las controversias siguiendo lo que denomina un “criterio dialógico”. Parte de la idea según la cual una controversia es algo que sólo es posible a través de la interacción entre diversos individuos, durante la cual se genera un corpus textual que se critica y autocita. Si no se produce una actividad dialógica, no existe la polémica, la unidad básica de análisis, que Dascal divide en discusiones, disputas y controversias. Las discusiones serían polémicas cuyo objeto estaría centrado en problemas o tópicos bien delimitados. Al evolucionar el problema, los participantes de las discusiones se darían cuenta que su raíz tiene relación con la presencia de un error conceptual o procedimental dentro de la ya bien establecida disciplina. Las disputas consistirían en polémicas que tienen como objeto de partida una divergencia bien definida, aunque sus participantes no consideran que esta sea debida a un error, sino más bien a actitudes, preferencias o sentimientos particulares. Estas se disolverían o conducirían a polémicas sobre otros tópicos. En último lugar, una controversia respondería al punto medio entre una discusión y una disputa: habiéndose iniciado con un problema, conduciría, a partir de la aparición de múltiples divergencias, a una pluralidad de problemas entre los que cabría considerar el modo de clausurar la controversia. Para Dascal, las controversias no tendrían un fin o una disolución, sino más bien una resolución.³

Aunque resulta interesante el énfasis en el carácter dialógico de la ciencia, Dascal aporta una distinción que no resulta útil para el análisis de las controversias, al centrarse en aspectos de dinámica científica que son superfluos para entender el fenómeno en su conjunto. Aunque reconocemos la importancia del interés por la clarificación del proceso de aparición de los problemas, el criterio dialógico únicamente es significativo cuando los agentes implicados en una controversia han sido correctamente identificados y valorados en su papel epistémico. Su análisis de la clausura es, asimismo, muy limitado.

21

Otros autores han intentado definir qué es una controversia a partir de criterios más precisos referentes a los múltiples niveles en los que se desarrolla la actividad científica. McMullin⁴ ha definido lo que es una controversia científica al tiempo que muestra una tipología de las mismas: “se dice que existe una controversia científica únicamente en el caso que partes substanciales de la comunidad científica atribuye el mérito a ambos lados del desacuerdo público (...) El énfasis marcado del papel de la comunidad en la determinación de la controversia puede servir para incorporar un punto más a tener en cuenta como parte de la naturaleza misma de la controversia científica. Una controversia es un suceso histórico; tiene un lugar y una fecha. No se trata de una mera relación abstracta de evidencia e hipótesis”.

² Dascal (2001: 6). Marcelo Dascal es el fundador de la transdisciplinar Internacional Association for the Study of Controversies (IASC: <http://www.tau.ac.il/humanities/philos/iasc/>).

³ Cabe decir que Dascal, op cit. p. 7, juega peligrosamente con criterios lingüísticos a lo largo de su taxonomización, que pueden cristalizar en una esterilidad conceptual. Se limita a un juego de palabras algo infantil (distinción entre solve y resolve). No en vano, Dascal apuesta al final del su trabajo por un débil análisis semántico-pragmático de las controversias científicas.

⁴ En Engelhardt (1987: 53).

La tipología pasa por definir cuatro variantes de controversias: (1) de hechos, (2) de teoría, (3) de principios y (4) mezcladas. Las primeras tendrían que ver con las regularidades del mundo que obtenemos a partir de la experimentación en el laboratorio, cada vez más precisa, por lo que éstas son cada vez menos recurrentes. Las segundas remiten al disenso respecto cuestiones meramente teóricas. Las terceras son las más complejas en su resolución, puesto que remiten al debate los principios metodológicos y ontológicos que subyacen a la actividad investigadora. En último lugar, las mezcladas son controversias en las que confluyen ámbitos sociales diferentes (Epstein, 1996: 256): ciencia, política, moralidad, etc. Respecto de estas últimas, investigadores como Mercer (1996: 8) hablan más abiertamente de controversias políticas, en las que la política desarrolla un papel predominante en las relaciones de los agentes participantes en una controversia, por encima de criterios meramente epistémicos.⁵

En un enfoque multidisciplinar, ha aparecido una especialidad dentro de los estudios de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS): los de Scientific and Technological Controversies (STC). Diversos autores fueron dando forma a este nuevo espacio de análisis: Nelkin (1979), Mazur (1981), Markle y Petersen (1981), Collins (1975, 1983), Collins y Pinch (1982), Engelhardt et al. (1987), Petersen y Markle (1987) y Brante et al. (1993).

Estos autores establecen nuevos criterios de investigación: análisis de la configuración de las controversias a partir de criterios de clasificación de los individuos que participan (bajo consideraciones de género, clase, raza, etc.), el modo de reclutamiento de los expertos participantes, la movilización de recursos necesarios para el análisis, el poder de los agentes participantes, los flujos informativos, las estrategias para “ganar” la controversia, etcétera.⁶

22

El escollo principal para adoptar la definición y tipología de McMullin es la incapacidad de ambas para entender que los diversos tipos de controversias no acostumbran a existir por separado, y que el número y tipo de agentes participantes es mucho mayor de lo inicialmente planteado.⁷ Además, una controversia científica, como ya veremos más adelante y quedará recogido en su definición, no tiene por qué

⁵ Más que hablar de la abolición de los criterios epistémicos, estos autores tratan de ampliar el espectro de lo que denominamos “epistemología”.

⁶ Una de las estrategias posibles es la de la negación del problema, según Ulrich Beck (1992): “No existe ninguna institución, ni existente ni remotamente concebible que está preparada para el PAI, el Peor Accidente Imaginable, y no existe un orden social que pueda garantizar su constitución política y social en el peor de los casos posibles. No obstante, existen muchas que están especializadas en la única posibilidad viable: la negación de los peligros. En lugar de la atención posterior, que garantiza la seguridad contra los peligros, es ésta reemplazada por el dogma de la infalibilidad tecnológica, que será refutada por el próximo accidente. La reina del error, la ciencia, se torna la guardiana de este tabú”.

⁷ Giere, en Engelhardt (1987), remarca esta característica: “la mayor parte de las controversias más célebres en las cuáles están implicadas la ciencia y la tecnología, pueden ser consideradas controversias sobre temas de política pública”, p. 137. Giere apunta también el hecho de que una controversia científica puede no finalizar aunque se haya llegado a un acuerdo sobre los procedimientos oficiales de la investigación.

proceder estrictamente en sus momentos iniciales de la propia comunidad científica,⁸ cuando se están produciendo casos en los que el punto de partida es la sociedad civil organizada a través de organizaciones diversas.⁹

En un trabajo anterior (Vallverdú, 2002), propuse una definición de controversia que pudiese ofrecer un marco teórico inicial para un estudio coherente de las controversias producidas en torno a la práctica científica. La definición (Ibíd.: 26) es la siguiente:

Consideraré como “controversia científica” toda controversia en la que participe, como mínimo, una disciplina científica de la que se cuestionen sus resultados, los protocolos empleados o su aceptabilidad epistémica, sea cual sea el nivel epistémico/metodológico de la crítica (es decir interna o externamente) o el punto del proceso de la obtención/procesamiento/exposición de los datos que haya sido criticado por los diversos agentes participantes.¹⁰

Desde una perspectiva intelectual perteneciente a los estudios CTS, dentro de los cuales encontramos los estudios STC, una controversia científica debe poder diferenciarse de otros tipos de controversias, como las políticas o las económicas, aunque normalmente la existencia de una controversia científica remite a otras controversias de tipo social, en tanto que consecuencia de la primera y como determinantes de la misma.

23

Mi definición implica el desarrollo de un concepto, los campos de controversias, que dará sentido a la definición y mostrará su valor en el desarrollo de análisis concretos de controversias relativas a las ciencias. En relación con mi definición,

⁸ En realidad, una controversia puede participar en diversas comunidades epistémicas que resuelven de formas diferentes aspectos particulares del caso (Rose, 1991).

⁹ Como ejemplo me referiré a la polémica norteamericana referente a la investigación sobre células madre, impulsada por el actor tetrapléjico, fallecido recientemente, Christopher Reeve, a finales de mayo de 2001. Famoso por haber interpretado el papel de Superman, Reeve quedó tetrapléjico tras sufrir un accidente de salto con un caballo, en el año 1995. Su esperanza de recuperar la movilidad pasaba por el desarrollo de la investigación con células madre, vetada por el presidente George W. Bush. Reeve fundó la Christopher Reeve Parálisis Foundation con 18 millones de dólares de capital inicial pagados de su bolsillo. Reeve atacó al presidente y propició el debate sobre la aceptación de la investigación. Posteriormente, la mujer de Ronald Reagan, Nancy Reagan (tras muchos años de ferviente oposición religiosa a estas terapias), se unió a las demandas sobre liberación de este tipo de investigaciones, al morir su esposo tras una larga enfermedad neurodegenerativa. Sin esta presión social, esta disciplina no podría desarrollarse en los Estados Unidos.

¹⁰ La definición no incurre en una falacia de inclusión del definiendum en el definiens, aunque podría parecerlo al encontrar parte del definiendum “Controversia científica” en el desarrollo del definiens “toda controversia en la que participe...”. De hecho, la definición aportada parte de la constatación evidente que la controversia científica es un caso especial de controversia, por lo que hace falta clarificar no es la primera parte del definiendum, aquello que una controversia es, sino la segunda, aquella que se refiere al ámbito científico donde se produce la controversia, y la que explica el significado global de “controversia científica”. He seguido la relación definida por Achinstein (1971) entre definiens y definiendum.

considero interesante, pero algo esquiva, la distinción de Brante (1993) entre *scientific controversies* y *science-based controversies*, por mantener una separación demasiado taxativa entre los diversos niveles de participación de las controversias, que es aquello que he intentado evitar a través de la definición más general de campos de controversias.

En este momento se debe analizar el papel de los estudios de controversias científicas en las reflexiones actuales sobre los procesos de dinámica científica.

2. Los estudios de controversias como un momento de la dinámica científica

A partir de este momento me parece necesario introducir una distinción entre dos niveles de análisis básicos de la actividad científica: el de macrodinámica y microdinámica científica. Kuhn (1962), Lakatos (1970, 1971) y Laudan (1978, 1984) constituyen la principal tríada de autores que se han dedicado a analizar desde la filosofía de la ciencia los procesos de cambio en la ciencia, mientras que Estany (1990) ha realizado, siguiendo los pasos de estos tres autores, una de las más importantes contribuciones de esta área en lengua hispana, obra de la cual he bebido como discípulo e investigador adjunto. Otros autores, pertenecientes al ámbito de la sociología del conocimiento científico (SCC) como Bruno Latour, Steve Woolgar, Harry Collins, Trevor Pinch, Larry Barnes o Karin Knorr-Cetina, han tratado más bien el modo de generación (en su jerga, "construcción") del conocimiento (un "juego literario")¹¹, pero no han trazado un modelo sistemático (por considerarlo una utopía), de comprensión de la dinámica científica, exceptuando alguna aportación como la de Collins (1981) que se escapa a los intentos programáticos del Strong Program (causalidad social, imparcialidad, simetría y reflexividad). Con todo, los estudios de la SCC han aportado nuevas y ricas perspectivas y conceptos para el análisis completo de la actividad científica. Mi trabajo pasa por un intento de fusión de ambas concepciones en torno a la idea de controversia y bajo una concepción más amplia de los modelos de cambio científico.

Volviendo al punto de partida, esto es, a la distinción entre macro y microdinámica científica, debo reconocer que ninguno de los autores citados, desde Kuhn a Knorr-Cetina, ha considerado la necesidad de distinguir entre procesos científicos realizados a gran escala (próximos a la idea de "paradigma" kuhniano) y procesos científicos desarrollados a un menor nivel de complejidad. Mi hipótesis es que el cambio en la ciencia se produce por la suma de cantidades ingentes de pequeñas controversias que van orientando las disciplinas hacia nuevos ámbitos del saber y que, en algún momento crítico, conducen a cambios paradigmáticos. La "ciencia normal" kuhniana no deja de ser la visión del autor acerca de los períodos estables

¹¹ Véase el capítulo 9 "Reservations about Reflexivity and New Literary Forms or Why Let the Devil have All the Good Tunes?", firmado por 'Trevor Pinch & Trevor Pinch', presente en el volumen editado por Steve Woolgar, *Knowledge and Reflexivity (New Frontiers in the Sociology of Knowledge)*, London: Sage Publications, 1989.

de la ciencia como un macroproyecto insertado en un paradigma, mientras que desde nuestro punto de vista, se trata de un período de continuas pero pequeñas controversias, lo que explica posteriormente el cambio a mayor escala. La suma de pequeños debates alimenta el cambio a gran escala.

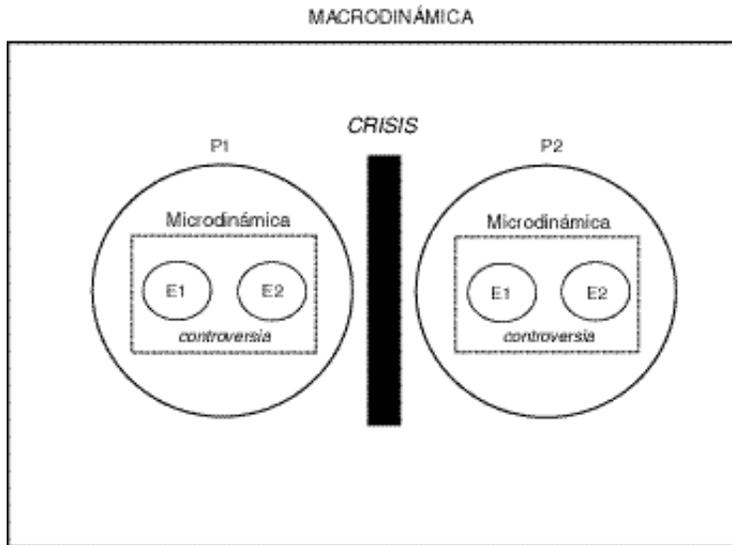
La mayor parte de los debates, disputas, controversias o polémicas científicas no implican un cambio de paradigma, sino más bien un replanteamiento de aspectos menores del mismo. Pero la existencia de las mismas posibilita y explica el cambio¹² en la ciencia. En realidad, la mayor parte de los estudios contemporáneos sobre el funcionamiento de la ciencia remiten a casos de microdinámica científica, sin concebirlos dentro de un modelo de análisis más completo.

El estudio de las controversias científicas se beneficia de un planteamiento similar, al permitir establecer subniveles de análisis en el debate científico (ampliando de forma coherente el ámbito del debate sobre lo científico). Dejando de lado la cantidad de agentes participantes en un proceso de dinámica, por macrodinámica entiendo la situación de cambio radical en la ciencia, es decir, en una transición paradigmática. Es decir, en grandes cambios en la concepción misma de la ciencia. Por otro lado, concebiríamos la existencia de procesos de microdinámica científica, aquella que tiene que ver con las transformaciones puntuadas y menores de la ciencia normal cotidiana y que va produciendo pequeños cambios y discusiones que, en momentos críticos puede desembocar en un proceso de macrodinámica. Cuando expreso la idea de microdinámica, no indico con ella la actividad de un número pequeño de agentes, ya que en una polémica de microdinámica científica pueden estar implicados miles (o millones) de agentes.¹³ En el siguiente esquema se puede observar los paralelismos entre macrodinámica y microdinámica científica:

25

¹² O "progreso", en función de cómo nos planteemos esta cuestión. Para un análisis de la idea de progreso remito a las clásicas obras de John Bury (1971) *La Idea del Progreso*, Madrid: Alianza; o Robert Nisbet (1981) *Historia de la idea de progreso*, Barcelona: Gedisa.

¹³ De hecho, una de las características de las controversias modernas es la gran cantidad de agentes participantes. Según Henk Verhoogs, en Brante et al. (1993), p. XIII.



Donde P = paradigma, E = estado.

26

En un proceso de macrodinámica científica se produce una transición entre un paradigma P1 a un paradigma P2 mediante una situación de crisis. Por lo que respecta a un proceso de microdinámica, éste debe situarse dentro de un P1 o P2, en situación inicialmente estable, y en el que el cambio entre un estado E1 a otro E2 se encuentra mediatizado por la existencia de controversias. Si el punto de fulcro de la macrodinámica son las crisis, en la microdinámica son las controversias las que impulsan los cambios más notorios en las disciplinas científicas. Cuando las controversias se acentúan pasan a ser crisis, pero esto es algo que sucede pocas veces a lo largo de la historia de la ciencia.

Por su carácter de momentos conflictivos en los cuáles afloran de forma más evidente los mecanismos de regulación académica y demostración metodológica, las controversias científicas han devenido un campo de estudio propio dentro de los estudios CTS. Se trata de un tipo de análisis holístico de la actividad científica, denominado originalmente como estudios de Scientific and Technical Controversy (STC). El motivo es evidente: uno de los momentos clave en el análisis de la racionalidad científica y de sus métodos en aplicación directa es el de la resolución de conflictos donde se producen pareceres diversos. La forma de plantear un problema, su solución y justificación de la misma ante la comunidad a la que se pertenece nos indica cómo funciona en realidad la ciencia: "las situaciones de conflicto ofrecen excelentes oportunidades para el estudio de los sistemas normativos" (Brante, 1993: 187).

Al mismo tiempo que existe una preocupación epistemológica¹⁴ por los mecanismos de dinámica de la ciencia (los cuales están íntimamente relacionados con áreas como la filosofía cognitiva o del lenguaje), aparece desde la vertiente social la constatación del hecho de que cada vez tenemos más noticias de la existencia de conflictos dentro de la práctica científica y de controversias en las que participan expertos científicos pero que afectan de manera plena a la sociedad civil (las “vacas locas”, las dioxinas en el pollo, las antenas de telefonía móvil, etc.), que está cada vez más informada y activa. Tras la creciente complejidad de los procesos conflictivos científicos, parecía necesario promover estudios sobre el modo de evolución de las controversias o, por lo menos, de sus clausuras. Los estudios sobre la clausura de las controversias fueron impulsados desde lo que denominó el ‘Hastings Project’, programa desarrollado en los Estados Unidos entre 1978 y 1982, en el que participaron más de treinta estudiosos del tema, que dio como resultado final el libro de Engelhardt y Caplan, el año 1986, *Scientific Controversies*. En el prefacio de esta obra, p. viii, los autores reflexionaban: “una de las tareas de este libro es la de sugerir distinciones entre los diversos modos según los cuales las controversias llegan a una conclusión: por negociación, por procesos políticos, o mediante los mecanismos supuestamente más habituales en las controversias científicas, es decir, en la apelación a los hechos y las observaciones”.

Allan Mazur es un ejemplo de los investigadores pioneros de esta nueva área,¹⁵ con un gran interés institucional¹⁶ de los estudios CTS hacia lo que se denominó “Public Understanding of Science”. Como indica el término public, estos análisis intentaban entender el rol cada vez más significativo de la sociedad en las controversias científicas, más allá de papel político-económico que hasta entonces se le había adjudicado. Mazur sería también el impulsor de la aproximación a la investigación a partir de la dicotomía entre hechos y valores, adoptada posteriormente por el National Research Council (NRC) en sus modelos de análisis de riesgos (NRC, 1983, 1989, 1996), que intentaban salvar la investigación científica (los hechos) de cualquier

27

¹⁴ Pinch y Bijker (1987: 27) se interesan fundamentalmente por este aspecto: “las controversias ofrecen una ventaja metodológica en el caso comparativo, con el que revelan la flexibilidad interpretativa de los resultados científicos”. Obviamente, esta característica de las controversias refuerza la tesis de la construcción social de la ciencia y la tecnología que defenderán, bajo múltiples perspectivas, los miembros del strong program.

¹⁵ Cito sus artículos publicados en *Minerva*, “Disputes between experts” (1973, 11:248-262) y “Science Courts” (1977, 15:1-14). Mazur escribió también en 1981 *The Dynamics of Technical Controversy*, USA: Communications Press. Una autora también influyente en esta nueva línea será Dorothy Nelkin y su *Controversies: Politics of Technical Decisions* (1992, USA: Sage).

¹⁶ En Europa apareció pronto esta necesidad, como demuestran las palabras de Mr. Fischler y Mr. Gardner (respectivamente), aparecidas en el *Verbatim Transcript* de la *Biotechnology Conference*, 11th January 1996, celebrada en Bruselas: “es de vital importancia convencer a la población de las ventajas y beneficios de la biotecnología (...) debemos mejorar la comprensión pública (...) Hoy en día, el público es bastante ignorante y, en algunos Estados miembros, incluso hostil. La Comisión y el Consejo deben realmente corregir esto”, p. 38 y 45. La sociedad civil, ha de ser correctamente informada para que acepten las directrices económico-industriales ligadas a las nuevas tecnologías. El texto tiene algo de maquiavélico. Pero en el artículo de Gaskell et al. (1999) se remarcan estas ideas: “como más grande es el seguimiento, más negativas son las percepciones públicas”, p. 385. La percepción pública (en temas de biotecnología) europea se encuentra influenciada negativamente por la prensa, al mismo tiempo que refleja una desconfianza por las instituciones. Miller (1999) remarca una vez más este hecho.

implicación social o bias político (los valores). Aunque en sus primeros análisis los estudios de STC se centraron en el derecho democrático de la sociedad civil a la participación en los procesos de toma de decisiones que la afectasen (es decir, prácticamente todas), pronto pasaron a interesarse por los mecanismos de transmisión de la información y en la importancia epistémica de las propias controversias, consideradas como períodos importantes de la dinámica científica.

Es este el punto de partida de los estudios CTS y STC sobre la comunicación científica, centrados en los medios de comunicación de masas y la comunicación intracientífica. La interesante aportación de Mazur por lo que respecta a la comprensión de la dinámica científica a partir de las controversias científicas va, no obstante, de la mano de la crítica a la identificación de los participantes en las mismas, bajo la premisa de un ultraconstructivismo que no diferencia entre agentes pertenecientes a la ciencia, la tecnología o la sociedad.¹⁷ Engelhardt (1987: 467) aporta un esquema de la inutilidad y falta de justificación teórica para efectuar la división estricta entre industrias, medios de comunicación, agencias reguladoras o grupos de presión. Según Mazur, esta abstracción no recoge la complejidad de los procesos reales acaecidos en las controversias científicas, ya que no es posible separar taxativamente entre todos estos agentes. Al tiempo que se producían estos análisis, empezó a aflorar la preocupación respecto la comprensión de la ciencia. Si la sociedad cada vez participa más, debemos saber cómo recibe la información y si ésta es asimilada de forma correcta. En esta línea, la NSWA norteamericana¹⁸ había estado midiendo la comprensión pública del método científico, al hacer responder con sus propias palabras a una población de individuos sobre lo que creían que significaba el estudio científico de algo. La National Science Foundation desarrolló más tarde un programa de “science indicators” para poder entender si existía una visión pública correcta de la investigación. Los sectores de la gestión política se preocupaban por la aceptabilidad de las decisiones que tomaran sustentadas en los resultados de los organismos públicos de investigación (por ejemplo, en la autorización de un medicamento, de un nuevo aditivo alimentario, etc). Ante la desconfianza creciente de la sociedad civil organizada, los estados comprenden que ha finalizado una etapa dorada en la que el gobierno ejercía un proteccionismo paternalista en los aspectos científico-tecnológicos que afectan a la sociedad. La tecnocracia se ve atacada. En Europa, durante la década de los noventa fueron

28

¹⁷ Que la frontera entre ciencia, tecnología y sociedad respecto a valores y recursos no está clara, parece ser un hecho comúnmente reconocido. Pero la equiparación entre sus respectivos agentes no tiene demasiado sentido: un científico puede padecer los mismos problemas cognitivos que un gestor político o un ciudadano medio, se encuentra influenciado por sus creencias políticas y morales, tiene prejuicios sobre los mejores procesos racionales, pero al mismo tiempo ha recibido una formación exclusiva que lo diferencia del resto de los agentes. Por ello, aunque sus prácticas tengan orígenes rastreables bajo diversas ópticas, está desempeñando un papel concreto que otra persona de un ámbito distinto no puede abarcar. Ello no le confiere una primacía sobre el conjunto de afirmaciones sobre la realidad, pero sí que acota tanto su nivel de participación como la calidad de la misma. Si esto no es posible, tampoco tiene sentido distinguir entre ciencia, tecnología o sociedad.

¹⁸ El estudio se llevó a cabo en 1957 y sus resultados fueron publicados y comentados por S.B. Withey el mismo año con el artículo “Public opinion about science and scientists”, en *Public Opinion Quarterly*, USA, 23: 382-388.

implementándose eurobarómetros sobre la percepción pública de las biotecnologías, a las que la sociedad europea se muestra reacia, a diferencia de la norteamericana. La cognición social deviene un área de análisis con peso propio.¹⁹

Podemos hablar del dominio en los estudios de análisis de controversias de los autores pertenecientes al área de la Sociología del Conocimiento Científico (SCC), lo que determinó una determinada aproximación a su estudio. Brian Martin y Evelleen Richards²⁰ identifican la existencia de cuatro posiciones básicas de análisis actuales de controversias científico-técnicas:

1. **Positivist Approach (enfoque positivista):** en la que incluirían a autores como Engelhardt o Caplan. Este grupo diferencia entre factores sociales y científicos en los estudios STC, entre discusiones sociales y cognitivas, sin indicar cómo es posible efectuar esta distinción, que es considerada obvia. La clausura vendrá determinada por un argumento clave científico, y la “seriousness” (en Popper) o “tenacita” (en Lakatos) de los científicos honestos que quieren llegar a buen puerto en sus investigaciones.

2. **Group Politics Approach (enfoque de política de grupos):** Dickson y Nelkin serían ejemplos de una posición en la que se trata de concentrar las actividades de las STC en diversos grupos (organizaciones ciudadanas, políticos, expertos, corporaciones, etc.). La controversia científica sería un proceso más de deliberación social en una democracia liberal, donde todos los agentes participantes tienen el mismo peso. Es en este contexto que Dickson (1988) cita el concepto de “public interest science” debido a Von Hippel y Primarck, aparecido en la revista Science en el año 1972. Reciben influencias de autores como Ellul, Mumford y Habermas.

29

3. **Constructivist Approach (SSK -enfoque constructivista, Sociología del Conocimiento Científico):** constituyen un ejemplo de esta posición autores como Bloor, Barnes, Pinch, Pickering, Mulkay o Collins, los cuales pretenden incidir en el hecho que no existe separación entre ciencia y sociedad, que todo constituye un entramado o tejido sin costuras en el que la gestación y determinación de los contenidos epistémicos son un constructo social multifactorial. El conocimiento científico es, entonces, creado o construido socialmente.

4. **Social Structural Approach (enfoque socioestructural):** este enfoque recurre a conceptos como los de “clase social”, “Estado” o “patriarcado” para analizar la sociedad y sus estructuras, que son conjuntos estipulados de relaciones entre gente y grupos. El análisis marxista sería un ejemplo: relaciona grupos sociales y medios de producción. Algunos autores son Enzensberger, Crenson, Corea y Spallone, y Steinberg.²¹

¹⁹ Un autor importante en la sociología cognitiva será Aaron Cicourel, que escribirá en 1974 el clásico *Cognitive Sociology*, NY: Free Press.

²⁰ En Jasanoff (1995: 506-526).

²¹ Para las bibliografías de todos los autores citados en los cuatro apartados, remito al artículo mismo Martin y Richards (1995).

Ambos autores proponen como modelo óptimo una integración de los cuatro expuestos. Otra vez el término medio pedido por Hesíodo, Solón o Aristóteles.

3. Los campos de controversias²²

En mi intento por ofrecer un modelo coherente de análisis de las controversias científicas, y vistas las anteriores propuestas, he considerado necesario desarrollar un nuevo concepto de la naturaleza de las controversias científicas. Se trata de la idea de campos de controversias. Con éste, intento exponer el porqué de la creciente complejidad de las controversias científicas al mismo tiempo que ofrezco una explicación de la gran variedad de clausuras posibles.

En un intento por superar las críticas a la deficiente gestión reguladora y a las interferencias entre ciencia y política, el National Research Council de Estados Unidos diseñó en 1983 un modelo de dinámica (del análisis de riesgos) que separaba taxativamente entre dos grandes ámbitos: por un lado estaba el mundo de los hechos (el de la ciencia y sus modelos interpretativos) y por otro el de los valores (que implicaba a los políticos que decidían sobre las informaciones recibidas de los científicos). Para desarrollar una actividad correcta, la información debía fluir desde la ciencia hasta el mundo de los valores, nunca a la inversa. Ambos ámbitos no debían mezclarse. Pronto pareció que tal concepción era algo pobre, puesto que no se había tenido en cuenta la actividad de la nueva sociedad civil (más tarde incluyeron la sociedad civil, en el concepto de risk characterization o caracterización del riesgo que no sería tenida en cuenta en Europa hasta la difusión de la idea precautionary principle o principio precautorio), ni de los medios de comunicación especializados.

30

Hacía falta reconocer la existencia de más agentes dentro de un proceso de toma de decisiones sobre aspectos conflictivos, a la vez que hacía falta reconocer el carácter interactivo y la retroalimentación mutua entre estos agentes. Fue necesario abandonar la idea de separación taxativa entre ciencia y valores, y entre la unidireccionalidad del proceso. Veamos en un esquema una ejemplificación de las diversas situaciones conflictivas:

²² El concepto de “campos de controversias” fue desarrollado durante la primavera-verano del año 2000, durante mi estancia en la Harvard University, a lo largo de los encuentros personales con la Dra. Jasanoff, profesora de la J.F. Kennedy School of Government. Durante las sesiones de discusión que mantuvimos sobre mi trabajo de investigación doctoral, entonces en curso, tomó forma lo que en aquel momento denominamos “controversy fields” y que he traducido como “campos de controversias”. Debo mi más sincera gratitud a la Dra. Jasanoff por el tiempo dedicado y la profundidad de su crítica intelectual sobre mi trabajo. Debo asimismo indicar que el concepto está recogido en Vallverdú (2002) y que fue expuesto como comunicación, “Campos de controversias y participación pública: el caso de la sacarina”, en el Seminario sobre controversias científicas, organizado por el grupo GEHUCTen la UAB los días 5,6 y 7 de junio de 2002.

2. Estamos ante el caso de controversia entre investigadores y gestores, pero que no ha llegado al público. Resume el modelo defendido por el NRC en 1983, aunque podríamos decir que constituye un tipo de controversia en la que la sociedad civil no toma parte, seguramente debido a una voluntad de secretismo por las partes implicadas. Científicos, reguladores y gestores entran en conflicto por motivos diversos.

3. Consiste en un tipo de controversia en el que el debate no implica a los gestores políticos, pero que se produce debido a la capacidad de la sociedad civil por informarse de forma independiente y a la voluntad popular de controlar sus vidas.

4. En este tipo de controversias, científicos, políticos y ciudadanos entran en contacto sin la mediación de los evaluadores. Debemos pensar que los científicos pueden pertenecer a empresas privadas, organismos públicos u organizaciones no gubernamentales (como Greenpeace), y que en estos momentos ellos mismos disponen de canales de difusión y debate.

5. En este tipo de controversias es cuando aparece de forma más habitual lo que se puede denominar la “lucha entre expertos”, que interpretan los datos y tienen que posicionarse bajo tradiciones científicas, nacionales y culturales diversas, lo que acaba provocando conflictos, una vez que el resto de agentes implicados intervienen.

6. Por vez primera nos encontramos ante una controversia ceñida al ámbito de lo científico (en el cual debemos reconocer la existencia de una gran cantidad de valores, delimitada por una axiología ampliada) (Vallverdú, 2000). Un debate entre investigadores y evaluadores, muy habitual en controversias de análisis de riesgos.

7. Los científicos pueden saltarse el paso de traducción a lenguajes naturales de los evaluadores para intentar debatir directamente con los gestores. O los propios gestores están en condiciones de reclamar, exigir o discutir principios de investigación, relativos habitualmente a los costes de las metodologías, la celeridad de los procesos, etcétera.

8. Aunque no de forma sistemática y difundida, la capacidad informativa de los investigadores científicos se ha visto incrementada y dispone de suficiente potencia gracias a los recursos hipertextuales, que es posible que se produzca un debate entre investigadores y sociedad civil. Normalmente por cuestiones de talante ético (investigación con animales, métodos agresivos, etcétera).

9. Es el tipo de discusión existente entre gobiernos y empresas, a nivel de las agencias (inter) estatales de regulación. La construcción de complejos de investigación tecnológica orientada industrialmente es un momento de este tipo.

10. Se da cada vez más el caso que la sociedad civil cuenta con sus propios expertos (frecuentemente a nómina de organismos estatales como las universidades) y éstos debaten directamente con los evaluadores. Es un caso donde los argumentos científicos parten de prespuestos éticos que determinan la dirección

de las discusiones. Estamos todavía a caballo entre el ámbito científico y el social, aunque el debate transcurre teóricamente a un nivel científico.

11. Una vez superado el lindar de interrelación entre ciencia y sociedad, nos encontramos el primer tipo de controversia sobre aspectos científicos en los que están únicamente implicados agentes sociales. Ciudadanos y gobernantes, grupos de presión contra gestores.

12. A partir de este punto, nos encontramos ante controversias en las que están implicados únicamente agentes de un mismo nivel, en este caso, los investigadores científicos, normalmente sobre metodología implicada, procesos de regulación de la información (calidad del peer review, difusión, premios, etc.). Con ello no quiero indicar que existen controversias puras y/o mezcladas (McMullin, 1993), ya que incluso en el nivel de debate científico hay razones económicas sobre la metodología de investigación, valores morales de los expertos, condicionantes culturales en los investigadores, etc., factores todos ellos que deben ser considerados como integrantes intrínsecos del ámbito de lo científico (en este caso).

13. Controversia en la que están implicados tan sólo evaluadores, normalmente producidas por polémicas en las que tiene que llegar a resultados uniformes partiendo de datos muy diversos procedentes de disciplinas múltiples. Pensemos por ejemplo en una controversia de análisis de riesgos en la que los evaluadores han de escoger entre datos procedentes de bioensayos animales (de diseños extremadamente variados), estudios de corta duración, estudios epidemiológicos y estructurales.

33

14. Controversia al nivel político. Tiene que haberse producido un proceso de información que permita el debate, aunque éste se reduzca al ámbito estrictamente político. Por ejemplo: la regulación de la investigación y el mercado comercial genético.

15. Controversia de la sociedad civil, también informada.

Estos son los diversos tipos de controversias que pueden producirse en la actualidad. No existe una secuencia clara de inicio y evolución o sumatorio de controversias. No todas llegan a controversias de máxima magnitud. No todas finalizan del mismo modo y en un proceso similar. Por ello, denominé campos de controversias a mi concepción del análisis de polémicas científicas. Raramente se produce una sola, sino que a medida que transcurre el tiempo afloran complejidades impulsadas por las necesidades epistémicas y no-epistémicas de los diversos agentes implicados, lo que conlleva a la existencia de diversas controversias con grados de crecimiento y virulencia de discusión variable.

Podríamos decir que la propia naturaleza de la discusión y participación en las sociedades contemporáneas conlleva el desarrollo de estos conjuntos o campos de controversias. Nos queda, en último lugar, ver cómo finalizan las controversias.

4. Los modelos de clausura de controversias

Es este uno de los puntos fundamentales en el análisis de las controversias científicas. El modo según es clausurada una controversia nos da respuesta a cómo se desarrolla la dinámica científica en momentos conflictivos.

Pero vayamos antes a la definición del término. Engelhardt (1987: 2) utiliza el vocablo “clausura” (o closure, en el original) para “indicar la conclusión, finalización o resolución de una controversia”, y es esta una definición que parece correcta, además de ser ampliamente aceptada entre los investigadores de los STC. El debate no aflora en un nivel de definición del término sino en su aplicación a casos reales, donde no parece claro qué se entiende por “conclusión”, “finalización” o “resolución”.

Dos de los problemas fundamentales en el estudio sobre la clausura de las controversias consisten en saber cuándo ha finalizado realmente una controversia (debido a los diversos agentes que participan y a las instituciones implicadas), por un lado, y en determinar cuál es el procedimiento que asegura la clausura aceptada por los implicados. Ernan McMullin²⁵ propone una división centrada fundamentalmente en aspectos epistémicos y no-epistémicos que estarían presentes en las clausuras. Según McMullin, se producen tres tipos fundamentales de clausuras:

- i. Resolución: por factores epistémicos.²⁶ Respondería a la visión según la cual la ciencia misma se ocupa de resolver la polémica.
- ii. Clausura: por factores no-epistémicos, como los políticos o éticos. Una nueva legislación puede cerrar una polémica en la que la ciencia se encuentra implicada. Sería, en la mayor parte de los casos, una clausura judicial.
- iii. Abandono: Todos los implicados en la controversia la olvidan y, frecuentemente debido a su propia muerte (pensemos en la polémica entre Cajal y Golgi), la polémica desaparece.

34 Pero este modelo de McMullin es demasiado simple, aunque útil como una manera de introducción al estudio de controversias. Tom L. Beauchamp²⁷ ofrecería un modelo más complejo. Para Beauchamp existen cinco tipos de clausuras:

²⁵ En Engelhardt (1987).

²⁶ McMullin diferencia más en el tipo de factor implicado en una controversia, a saber: los factores epistémicos estándares (standard epistemic), epistémicos no-estándares (nonstandards epistemic) y no-epistémicos (nonepistemic). De los tres factores, sólo necesitamos explicar el segundo, el de los epistémicos no-estándares. Por estos, McMullin entiende los factores epistémicos que todavía no formen parte oficial de los criterios reconocidos habitualmente como epistémicos, pero que de hecho se producen y debemos tener en consideración.

²⁷ En Engelhardt (1987).

1. Clausura por argumento clave (sound argument closure):²⁸ retoma la idea de la clausura por resolución racional de McMullin. Dentro de esta visión encontraríamos dos formas de entender la científicidad y racionalidad del proceso: la ahistórica y la histórica.²⁹ No podemos reconstruir el funcionamiento lógico interno de la ciencia sin tener en cuenta los aspectos culturales de están imbricados en la propia racionalidad científica (muchas veces a través de los procesos de formación de los científicos). Considero que resulta necesario incluir un subapartado en esta clausura que denominaremos la “clausura por argumento clave analógico” o “clausura mimética”. Consiste en la clausura por argumento clave que utiliza los recursos de la investigación científica ajena sin comprobar su veracidad, dada por supuesta. Sucede muy frecuentemente que decisiones tomadas desde organismos de investigaciones poderosos y prestigiosos como la Food and Drug Association (FDA) norteamericana son aceptadas de forma automática por organismos similares de otros lugares del mundo sin cuestionar sus resultados o fiabilidad, es decir, por mimetismo.

2. Clausura por consenso (consensus closure): diversos implicados dentro de la controversia aceptan que algunos de los resultados obtenidos son suficientes para dar por cerrada la polémica, aunque no a partir de un argumento absoluto y definitivo.³⁰ No debemos confundir consenso con negociación. El consenso consistiría al mismo tiempo en el reconocimiento de las directrices de los conjuntos de creencias originados fuera de las controversias, pero que pueden conducir a la clausura de las mismas.

3. Clausura procedimental (procedural closure): es aquella que considera acabada una controversia una vez han sido seguidas unas pautas de análisis diseñadas anteriormente con esta finalidad. Otra cuestión será si todos los actores implicados en la controversia dan por buena la clausura o si incluso los que hayan adoptado este protocolo quieren tener en cuenta a los otros actores.

35

²⁸ Mercer (1996: 18) indica la posibilidad de contemplar el “sound argument closure” como prescriptivo cuando éste es considerado en su versión más estricta (strict sound argument closure), y como descriptivo cuando nos referimos a una visión más amplia (broad sound argument closure). McMullin, uno de los otros teóricos sobre controversias que publicó en el libro de Engelhardt del 1986, defiende otra división de la sound argument closure: epistémico con una clausura estricta que se equipara a los argumentos epistémicos estándares, y clausura por argumento clave amplio, que se equipara con la clausura epistémica no-estándar. La versión de McMullin pretende diferenciar entre racionalidad estándar (u oficial y reconocida) y la no estándar (es decir, creada, improvisada, desarrollada a partir de la anterior, pero con un factor de azar o improvisación elevados).

²⁹ La diferenciación entre científicidad ahistórica e histórica es mía, aunque la idea de discernir entre dos formas temporalmente diferentes de la actividad científica la haya tomado de Engelhardt (1987). Los dos términos son claros y contienen generosamente los conceptos implícitos en ellos. Por clausura ahistórica de argumento clave encontramos que “la clausura por argumento clave en el sentido estricto sería aquella en la que las reglas de evidencia e inferencia serían válidas, ciertas y no distorsionadas por la historia y la cultura de los participantes” (Engelhardt, 1987: 14). El caso de la clausura histórica de argumento clave se nos dice que es como la anterior, pero las reglas y presuposiciones sí están condicionadas por los determinantes históricos y culturales de sus participantes.

³⁰ NRC (1996) consideran que en el proceso de deliberación final existen al mismo tiempo “consensual communication processes” y “adversarial ones”, que imposibiliten un consenso definitivo en todos los niveles, aunque por su dinámica “la deliberación implica un proceso iterativo que conduce a la clausura” (p.73).

4. Clausura por muerte natural (natural death closure): equivale a la clausura por abandono de McMullin. En principio no parecería tener nada que ver con una decisión consensuada sobre la controversia a partir de criterios epistémicos de procedencia experimental, sino más bien estaría relacionada con aquellas controversias en las que, simplemente, el grueso social de los investigadores o implicados deja de lado los problemas debatidos ante la aparición de nuevos problemas que se convierten en una nueva controversia, sin que la controversia inicial de la que han evolucionado haya sido resuelta. Simplemente, es olvidada y, por tanto, muere de forma natural.

5. Clausura por negociación (negotiation closure): sería el tipo de clausura que podríamos denominar “constructivista”. Los diversos agentes que participan en una controversia deciden pactar una finalización que favorezca sus expectativas, tanto epistémicas como sociales. Es un pacto arbitrario, aunque se produzca en un contexto de conocimiento especializado.

Otra opción para las clausuras de controversias científicas es la de Allan Mazur, ya anteriormente citado, quien considera que una controversia científica pública es clausurada cuando se ha llegado a una determinada posición política, se haya resuelto o no la controversia al nivel científico. De esta manera, la clausura procedería de una decisión política que provoca la obligación institucional para las agencias de investigación o reguladoras para considerar finalizada la polémica, dejándola de lado. Si nos ceñimos a la tipología de Beauchamp, podemos situar a Mazur en el quinto grupo, dando incluso paso a un nuevo subgrupo, el de la clausura científica por negociación política, y no tanto por la totalidad de los individuos implicados en la controversia. Ampliando el espectro conceptual, Bijker (1987) no sólo nos habla de clausura, sino también de estabilización, categoría más adecuada para el análisis de complejos tecnológicos y artefactos, expuestos frecuentemente a un cambio o a modificaciones continuadas hasta que no se obtiene un “diseño correcto”. No obstante, Bijker indica un tipo de clausura no expuesto anteriormente, aunque puede participar de algunos de los modos anteriores: la clausura mediante la redefinición del problema, de manera que una polémica puede finalizar si se considera que venía dada por un mal planteamiento de base, solucionable a partir de una redefinición del punto manifiestamente conflictivo. Una vez más, la aportación de Bijker, como la de muchos otros autores, es sólo útil en controversias limitadas y muy especializadas, si es que podemos establecer la existencia de situaciones en la investigación tecnológico-científica de este tipo.

La utilidad de tales soluciones parciales es fundamental en un planteamiento como el de los campos de controversias. También se podría discutir que este es un modelo que intenta satisfacer por igual a realistas y constructivistas, al situar en planos epistémicos semejantes a la clausura por argumento clave y a la de negociación. Ello pierde su sentido al concebir el desarrollo de las controversias científicas como algo múltiple y plural, que contempla la participación de una gran cantidad de agentes e implica una diversidad tanto de controversias como de clausuras.

Nuestro modelo no incurre en una falacia de predicción múltiple, sino que constituye una plataforma conceptual que ayuda a entender la naturaleza dinámica y abierta de los procesos de actividad científica. Incluso una clausura por argumento clave puede no resolver problemas metodológicos e instrumentales implícitos en ella, aunque se llegue a un consenso generalizado.

Resumiendo, tendríamos el siguiente conjunto de clausuras de controversias:

- i. Por argumento clave (McMullin/Beauchamp).
- Mimética (Vallverdú)
- ii. Por consenso (Beauchamp)
- iii. Procedimental (Beauchamp)
- iv. Por muerte natural (McMullin/Beauchamp)
- v. Negociación (McMullin/Beauchamp)
- Política (Mazur)
- vi. Estabilización (Bijker)
- vii. Redefinición del problema (Bijker).

Pasemos al próximo punto, donde podremos exponer la pertinencia de los conceptos expuestos bajo la luz de un estudio de caso histórico, puesto que citando a Lakatos (1975: 456) “la filosofía de la ciencia sin la historia de la ciencia está vacía; la historia de la ciencia sin la filosofía de la ciencia está ciega”. La paráfrasis kantiana muestra su sentido en la necesaria interrelación entre la reflexión filosófica y los datos históricos reales.

37

5. Un estudio de caso: la historia de la sacarina

Con tal de confrontar nuestra propuesta de modelo de análisis con la realidad de la práctica científica, presentamos un estudio de caso, el de la controvertida historia del primer edulcorante sintético de la historia, la sacarina. La sacarina es una sustancia química de propiedades especiales: es 300 veces más dulce que el azúcar y no es sintetizada por el organismo, al ser excretada en su mayor parte en 24/47 horas.³¹ Es decir, que endulza pero no engorda ni ofrece los problemas del azúcar (caries, obesidad, diabetes, etc.). Descubierta por azar³² en 1878 por dos químicos de origen

³¹ Es un sólido cristalino blanco e inodoro de diverso peso molecular, en función de su forma ácida (187), la sal sódica con hidratación de equilibrio (217) o la sal sódica dihidratada (241). No siempre se diferencia entre las tres formas, o explícita la usada, lo que conllevará ciertos problemas experimentales.

³² Remito a Vallverdú (2002) para el estudio exhaustivo del caso, disponible en red en formato PDF en la dirección: www.tdx.cesca.es/TDX-1030103-163918. Reducir a una página y media un complejo caso que requirió en la tesis doctoral de diversos capítulos y más de cuatrocientas páginas es una tarea poco más que imposible, si además uno pretende que todos los puntos expuestos a nivel teórico encuentren su paralelismo en este breve espacio. Por ello, remito al texto original en toda su riqueza de análisis. No obstante, puede consultarse el sugerente libro de Roberts (1992) donde se trata el papel del azar en la investigación científica y puede encontrarse una breve historia del descubrimiento de la sacarina. Aun no pudiendo desarrollar aquí este fascinante tema, expongo las palabras de Louis Pasteur, que hago propias: “el azar sólo favorece las mentes preparadas”. Otras obras un poco más extensas sobre la historia de la sacarina son Merki (1993) y Oser (1985).

germano, Constantin Fahlberg e Ira Remsen (Merki, 1993, 1994), pronto entró en una variada vorágine de controversias científicas que duraron hasta el año 2000. Estamos ante un litógeno en estado puro (Foster, 1999) que nos muestra un estudio de caso con una extensión histórica, geográfica y humana excepcional. El origen de sus problemas residió en sus inicios en la competencia que originó con el azúcar (alimento básico de estricto control estatal) y, más tarde, con otros edulcorantes sintéticos (básicamente el aspartamo). La historia de las disputas científicas en torno a la seguridad de la sacarina constituye un ejemplo sobresaliente de campo de controversias, no sólo por la extensión histórica del mismo (abarca más de un siglo de debates) sino también por la complejidad demostrada en diversas fases (especialmente la de la década de los años setenta y ochenta del siglo veinte).

Una vez descubierta la sacarina y publicados en 1879 los resultados por ambos,³³ Fahlberg y Remsen siguieron caminos distintos: Remsen en la academia como investigador puro e impulsor de la escuela química norteamericana (bajo la influencia de la estela de Justus von Liebig), y Fahlberg como químico-empresario que crea su propia empresa para obtener beneficios con el descubrimiento.³⁴ Tras los primeros conflictos debidos a la ubicación de la empresa de Fahlberg -en el proceso de fabricación se producían malos olores que molestaban a la población próxima, según Ullmann (1915: 354), que pasó de Leipzig-Plagwitz a Salbke-Westerhüsen, el autor topó en el proceso de comercialización con la oposición de la industria monopolística azucarera. Pensemos que ya en el año 1888 podemos encontrar un artículo como el publicado en la Revista de Ciencias Médicas de Barcelona que ataca a la nueva sustancia:

La sacarina es un ácido sulfinado benzoico, su olor recuerda el de los fenoles, y su dulzor no es franco como el de azúcar, tiene algo más de droga y deja en la lengua un sabor como el de acetato de plomo. No es del todo inofensiva para el aparato digestivo, y á juzgar por los experimentos de la Academia de Medicina de París, su uso continuo produce repugnancia á todos los líquidos dulces. Los perros que la probaron una vez con afición, la rechazaron siempre más. Creemos, pues, que la Higiene Pública y en su nombre los gobiernos, deben fomentar la industria del azúcar de caña, y examinar con todo rigor los azúcares sospechosos, ya procedan de raíces sacarinas, ya de la remolacha³⁵ ó de transformaciones feculentas, ya de industrias ultraquímicas, como el Azúcar de Colonia, que empieza á circular por Alemania, y no es otra cosa que la citada sacarina del Dr. Talberg (sic)" (p. 362).

³³ "Über die Oxydation des Orthotoluolsulfamide" en los Berichte (12), firmado primero por Fahlberg y luego por Remsen.

³⁴ Una vez separados empezó una agria disputa entre ambos y sus respectivos defensores sobre la primacía del descubrimiento, que llegó a la revista como el *Americab Chemical Journal* o los *Berichte*, Kaufmann (1978).

³⁵ No olvidemos que en el año 1875 la industria azucarera era la principal industria europea, según Grandmougin (1919), y que la lucha entre azúcar de caña y remolacha era debida a intereses nacionales: el de las naciones sin colonias en ultramar contra Francia e Inglaterra (Poulot-Moreau, 1988; Merki, 1993).

El 17 de mayo del mismo año, el Reino Unido prohibió su uso en la manufactura de la cerveza, y en Francia se requirieron estudios sobre su seguridad.

Además, Fahlberg contó pronto con competencia en la fabricación (Albert Hempel en 1889, Monsanto en 1901, etc.), al aparecer nuevos métodos (como el método Maumee) y empresas que veían en el nuevo edulcorante una mina de oro. En este momento el debate sobre las propiedades de la sacarina se complica, puesto que en función del método seguido para la fabricación de la sacarina aparecen en la misma hasta 31 impurezas distintas en el método de Fahlberg, y 23 en el de Maumee (Arnold, 1983; Cranmer, 1989). Más tarde, cuando el debate se centre en la carcinogenicidad de la sacarina, se atribuirá a una de las mismas, la OTS (ortotoluenosulfamida), las propiedades carcinogénicas. Es decir, que cuando se analice científicamente la toxicidad de la sacarina deberemos especificar el método de fabricación. La sacarina no es nada absoluto e inequívoco, sino que depende del fabricante y la fórmula.³⁶ También debemos decir que la toxicología, la disciplina científica que analiza las propiedades tóxicas reales o supuestas de una sustancia³⁷ estaba todavía subdesarrollada para las necesidades de la nueva industria y tenía una capacidad de demostración de sus resultados muy limitada (Amberger-Lahrman y Schmähl, 1987; Müller, 1986; Corbella, 1998). Debido a las limitaciones de la disciplina y a una falta de consenso, se dio inicio a una *Süßkampf* o “guerra de lo dulce”. Ya en la temprana fecha de 1886, Fahlberg realizó estudios de toxicidad en la Königl Charité-Krankenhaus de Berlín mostrando los efectos beneficiosos de la sacarina en la dieta de los pacientes. No obstante, los monopolios azucareros estatales consideran que la sacarina resulta una amenaza para esta importante fuente de ingresos (tanto del azúcar de caña procedente de las colonias como del azúcar de remolacha autóctono implantado para sobrevivir a la presión de las potencias coloniales) sobre un producto que ya forma parte importante de la dieta, y empiezan a prohibir de forma sistemática su consumo (Beyer, 1918), dando lugar a un mercado de contrabando de sacarina que parte de la neutral Suiza (también en lo referente a la legislación toxicológica) (Merki, 1993: 189). La acusación consiste en afirmar que produce desórdenes intestinales (Stutzer, 1890) y puede incluso retardar el crecimiento, como puede rastrearse en las entradas de artículos sobre la sacarina de los Chemical Abstracts.³⁸

39

³⁶ Uno de los problemas de muchos experimentos posteriores consistirá en que en el protocolo de investigación no se mencionaba ni la forma trabajada ni el método por el cual había sido ésta fabricada. La ambigüedad permitió la confusión. Incluso para su purificación, existían ya en 1914 más de 5 métodos, entre los que cabe señalar los de Hilger-Spaeth, Parmeggiani, Bianchi- di Nola, Tortelli-Piazza y Camillo-Pertusi, según Beythien (1914), p. 631.

³⁷ En Timbrell (1995) se nos indica una definición más precisa del término, que consiste en el estudio de las interacciones nocivas entre productos químicos y sistemas biológicos. En estos momentos deberíamos añadir también el impacto de los transgénicos.

³⁸ Remito a los Chemical Abstracts (CA) para seguir las críticas a la sacarina relacionadas con: (a) en el retardamiento del crecimiento en 1929 (XXIII, 3977), 1944 (XXXVIII, 4041) y 1951 (XIV, 3517); (b) la toxicidad: 1915 (IX, 1071), 1917 (XI, 2832), 1922 (XVI, 2554), 1923 (XVII, 3548). Fue también en este periodo cuando aparecieron una multitud de bebidas o tónicos para el alivio estomacal, uno de los cuales fue la conocida coca-cola (Pendergrast, 1998). En los CA podemos encontrar relaciones a este apartado: 1908 (II, 147), 1909 (III, 89), 1918 (XII, 928), 1921 (XV, 400), 1922 (XVI, 1922), 1923 (XVII, 2012), 1923 (XVII, 1675), 1923 (XVII, 2616), 1925 (XIX, 135), 1934 (XXVIII, 1723), 1927 (XXI, 275), 1944 (XXXVIII, 5964) y 1967 (LXVI, 2473).

El papel de la sociedad civil, concretamente el de los grupos o asociaciones diabéticos, todavía no tiene demasiada importancia, aunque será a través del criterio de un diabético no experto, el presidente de los Estados Unidos, Theodore Roosevelt, que la sacarina será comercializada en el citado país por encima del criterio opuesto del primer toxicólogo del país, el Dr. Harvey W. Wiley, el creador del curioso poison squad.³⁹

Curiosamente, durante las dos contiendas mundiales y ante la escasez de azúcar, todos los gobiernos europeos que habían prohibido la sacarina volvieron a comercializarla para consumo de la sufrida población y alimentación de los ejércitos. Ello tampoco impidió que durante el período de entreguerras se prohibiera de nuevo su consumo. La relación entre Estado, toxicología y comercio pesó mucho sobre la sacarina y la consideración de su naturaleza.⁴⁰

Pero una vez finalizada la segunda guerra mundial, la sacarina consiguió ser aceptada comercialmente, no sin evitar críticas y revisiones (como la de la National Academy of Sciences de 1965) de Estados Unidos en la línea anterior (Fitzhug et al., 1951), hasta que en el año 1977, y bajo la Delaney Clause norteamericana que defendía la comercialidad de las sustancias que tuvieran un riesgo cero, su seguridad alimentaria volvió a ser puesta en tela de juicio. Una de las razones de esta revisión procedió de la polémica en torno a otro edulcorante sintético, el ciclamato sódico, que había sido acusado de ser cancerígeno y prohibido en el año 1969. Uno de los metabolitos surgidos en su procesamiento intestinal, la ciclohexilamina o CHA, provocaba tumores bufeta en ratas macho (Kojima, 1966a,b,c, 1968). Como si se tratara de un experimento clave y siguiendo miméticamente los resultados de 1969 de la FDA (Food and Drug Administration) norteamericana, muchas naciones europeas siguieron el ejemplo de forma algo histórica (según el editorial del 25 de octubre de 1969 de Nature), puesto que sin hacer ninguna prueba o experimento propio que ratificara los resultados de la FDA, pasadas 72 horas de la prohibición norteamericana, las autoridades de Suecia y Finlandia se prepararon a seguir inmediatamente sus pasos. En Europa, la decisión varió en función de la tradición toxicológica y los intereses industriales. ¿Quiere esto decir que el ciclamato era tóxico en la Gran Bretaña pero no en España, donde se comercializaba y continúa siéndolo en las gaseosas? Una vez más, la ciencia de la toxicología y del análisis de riesgos permite experimentalmente una flexibilidad interpretativa (pensemos que se recurría a diversas formas de análisis: ensayos con animales, tests de corta duración

40

³⁹ Oser (1995: 535) relata una conversa entre ambos de 1907: "You say that saccharin is injurious to health? Why, Dr. Rixey gives it to me every day?", dijo Roosevelt ante la insistencia de Wiley, quien replicó que el médico le debía recetar sacarina debido a su peligrosa diabetes, a lo que el presidente afirmó: "Anybody who says saccharin is injurious to health is an idiot". Y así se zanjó, mediante una clausura por argumento clave falacioso del tipo ad baculum. Un claro ejemplo de relación entre política y ciencia.

⁴⁰ Ya en la temprana fecha de 1923, Molinari reflexionaba: "durante la guerra europea (1914-1918) en todas las naciones por la escasez del azúcar fue ordenado por los gobiernos el empleo de la sacarina y del azúcar sacarinado, porque entonces la sacarina había dejado de ser nociva; y en efecto, a pesar del prolongadísimo consumo, no se manifestó inconveniente alguno. Esperemos que ahora, terminada la guerra, surjan otros hombres de ciencia complacientes dispuestos a demostrar la toxicidad de la sacarina para beneficiar a los fabricantes de azúcar y al fisco" (p.259).

con microorganismos, estudios epidemiológicos y estudios estructurales, con sus múltiples y divergentes subvariantes, como la polémica de las bolas o pellets de implantación quirúrgica). Incluso el diseño del experimento que condujo a la prohibición del ciclamato no trabajaba únicamente con el mismo, sino con una mixtura al 10:1 (ciclamato y sacarina, respectivamente) que era la que se comercializaba en el mundo de las bebidas refrescantes Diet, en pleno despegue (Epstein, 1969).⁴¹ El ámbito de la controversia se había convertido en un espacio mundial donde los Estados divergían en sus conclusiones y legislaciones posteriores, hecho que más tarde hemos podido ver repetido en el caso de las “vacas locas” o el Síndrome de Kreutzfeld-Jakob.

Pero la prohibición del ciclamato había tenido una consecuencia crucial en nuestro caso: su desaparición del mercado implicó que el único edulcorante artificial disponible en el mercado fuera la sacarina. Las asociaciones de diabéticos, por entonces muy activas e importantes en todo el mundo aunque de forma especial en los Estados Unidos, se negaron a renunciar al único edulcorante sintético que les permitía llevar a cabo una vida de mayor calidad. Además, por vez primera, las empresas productoras de sacarina se unieron⁴² para ofrecer sus puntos de vista ante la opinión pública, a través de programas de radio, televisión y páginas enteras en los principales diarios del país (Verret, 1974). El número de agentes que se implican de forma activa en la controversia aumenta entonces más allá de los expertos y los políticos gestores. De hecho, los modelos de gestión de riesgos requirieron una perspectiva más interactiva y ampliada de la inicial del NRC de 1983, en la que la sociedad civil no tenía ningún papel y donde la información fluía desde los investigadores científicos hasta los gestores políticos, delimitando de forma demasiado clara entre hechos y valores. El número de agentes participantes en las controversias científicas debía ampliarse, y la relación entre científicos, gestores, comunicadores y receptores (esto es, la sociedad civil) pasaba a ser algo activo e interrelacionado.

41

En el año 1977 la FDA, mediante un estudio de bioensayo de generación simple inacabado, acusó a la sacarina de ser cancerígena, exigiendo la prohibición absoluta, que no sería obtenida debido a la presión de empresas y sociedad civil organizada (fundamentalmente, asociaciones de diabéticos). En el debate había muchos elementos a tener en cuenta: el estudio no era concluyente por el número de sujetos empleados (estadísticamente no significativo); fue modificado en marcha; el animal de estudio (rata) parecía demostrar una tasa de cánceres de bufeta en machos superior al de otras especies (Rhein, 1977); el estudio no era de doble generación, utilizaba dosis extremadamente altas introducidas por una vía no correcta; descuido del control de las condiciones de vida; compleja extrapolación interespecies; investigadores sin cualificación completa; reconocimiento de los cánceres de forma visual y no sistemática (se destruyeron los individuos de estudio sin realizar autopsias

⁴¹ En Vallverdú (1999) dediqué un estudio completo al análisis científico-histórico del caso de la controversia del ciclamato sódico.

⁴² Bajo el nombre de “Calorie Control Council” (CCC).

sistemáticas por un especialista); tipo de sacarina empleado no especificado y discutible; dificultades de establecimiento de una dosis de seguridad, etc. Tan sólo en una de los cuatro disciplinas susceptibles de ser aplicadas, las variables posibles a tener en cuenta eran tantas que el acuerdo parecía complejo. Muchos resquicios permitían la duda sobre los resultados. Además, si con los protocolos existentes se prohibía la sacarina, ¿por qué no se hacía lo mismo con el tabaco, contra el cual existían muchas más evidencias? Aunque en los dos años siguientes se dedicaron grandes esfuerzos y recursos al análisis de la sacarina, la falta de un metacriterio que permitiera aunar las respuestas procedentes de diversas instituciones y disciplinas impidió una clausura definitiva y amplia.

Un congresista norteamericano, James G. Martin, reconoció que la House of Representatives recibía diariamente miles de cartas de diabéticos enfurecidos (Daly, 1977). La presión popular provocó la revisión de los datos científicos y, ante la dificultad de realizar un veredicto unánime concluyente,⁴³ el gobierno decidió aprobar una moratoria revisable cada cierto número de años. El 22 de diciembre de 2000 el Congreso de los Estados Unidos levantó la moratoria del veto a la sacarina, pero ello no significó la clausura de la polémica. Ni por argumento clave, claro está en vistas de los inicios de 1977, ni por procedimental, sino más bien por acuerdo y una especie de muerte natural. Los elementos que parecían demostrar la carcinogenicidad de la sacarina a finales de los setenta ya no eran considerados importantes. La capacidad de la toxicología como disciplina había mejorado y técnicas que fueron consideradas en su día como cruciales se tornaron obsoletas con el paso de los años.⁴⁴ Al mismo tiempo, los mecanismos de la causación y origen del cáncer cambiaron durante el transcurso de la polémica. Metodología, conceptos y disciplinas evolucionaron al tiempo que lo hizo la polémica. Por lo tanto, la controversia clausurada oficialmente por consenso en el año 2000 en los Estados Unidos no respondía de forma directa a los problemas planteados en 1977. Además, el papel de la sociedad civil en los procesos de toma de decisiones científicas había también variado, más bien: había sido contemplado,⁴⁵ introduciendo valores no epistémicos den la decisión final sobre casos de análisis epistémico científico.

42

Incluso hoy en día las dudas permanecen, puesto que los problemas surgidos durante el estudio de la sacarina (metodológicos, conceptuales, de comunicación) todavía no han remitido ni encontrado solución. Lo curioso del caso es que una controversia de matiz científico se haya considerado clausurada no tras la afirmación de un grupo de científicos especializados, sino bajo una decisión de gestores políticos apoyados por la sociedad civil. Podemos argumentar además, que tal vez la controversia fue clausurada en el año 2000 en los Estados Unidos, pero lo cierto es que ya en el año 1977 países como Alemania desestimaron mediante estudios propios la naturaleza cancerígena de la sacarina.

⁴³ NRC/NAS (1978, March) Saccharin: Technical Assessment of Risk and Benefits. Report no.1, USA: NRC/NAS.

⁴⁴ Además de ser muy discutidas. En el caso de los tests de corta duración, remito a las posiciones confrontadas de Epstein (1978) y Ames (1983, 1990).

⁴⁵ Remito a la idea de la caracterización del riesgo, analizada extensamente y defendida por Jasanoff (1991a, 1994) y NRC (1996).

Debemos reflexionar también sobre el hecho de que la clausura por argumento clave no sirve habitualmente para convencer a la opinión pública y además no resulta posible cuando durante el transcurso del siglo que atraviesa las polémicas no existe un modelo claro de la iniciación del cáncer ni un modelo rotundo sobre su funcionamiento (Proctor, 1991 y 1995). La de estabilización técnica tampoco es algo simple: muchas veces la discusión no pasa por la adecuación de las técnicas o su estabilización,⁴⁶ sino por el coste de las mismas (Cranmer, 1980; Lawler, 1986).

En este caso, la idea de campos de controversias es de gran utilidad. Permite establecer nexos de unión entre diversos agentes a lo largo del tiempo y permite un estudio del cambio en la dinámica científica que acompaña a las controversias. A partir del año 1978, la cantidad de agentes era tal, y su capacidad de maniobra y participación había aumentado de tal modo, que se generaron nuevas formas de transformación del debate. Debemos pensar que el debate surgió a través de unos estudios realizados por la FDA que fueron discutidos por las agencias reguladoras de medio mundo, creando un debate internacional sobre la seguridad de los edulcorantes artificiales. El debate implicó al mismo tiempo a la sociedad civil y la nueva esfera pública organizada a través del incipiente movimiento de reflexión global y participación pública (con sufrientes recursos económicos como para contratar expertos privados) a través de las Tecnologías de la Información y de la Comunicación.

Con este caso hemos podido ver que las críticas a la sacarina fueron evolucionando al mismo tiempo que lo hacía la sociedad occidental: entre 1900 y 1990 se la acusó de no ser nutritiva (cierto, es su principal baza hoy en día para su uso en productos de régimen), y de constituir el alimento de los pobres (era mucho más barata que el azúcar). De 1901 a 1920 se le atribuyeron propiedades tóxicas y era considerada una retardadora del crecimiento. Entre 1921 y 1965 se la acusó de provocar desórdenes pépticos y, finalmente, de los años 1966 a 2000, de mostrar actividad cancerígena. Sufrió un primer período de prohibición internacional entre 1908 y 1914, al cuál siguió otro de 1920 a 1939 y en último lugar experimentó una controversia de máxima magnitud a partir del año 1977, que finalizaría el año 2000, o así lo parece en este momento, bajo una línea de argumentación que defendía la realidad de resultados fundamentales y evidentes, esto es, una clausura por argumento clave realizada por la FDA, lo que provocó una clausura mimética de los países en órbita de las decisiones de la FDA, es decir, la práctica totalidad de países del mundo, comenzando por el Reino Unido y siguiendo por la Comunidad Europea (proclive a aceptar las decisiones de la FDA, excepto cuando afecta el comercio europeo, como el caso de los alimentos transgénicos). Pero no sólo las acusaciones fueron hijas de su época, las metodologías científicas utilizadas para su

43

⁴⁶ En este estudio de caso no se produce una estabilización de técnicas de análisis, antes más bien una continua transformación, con el valor añadido de las diferentes culturas nacionales sobre la experimentación científica y la consecución de evidencia, Jasanoff (1985, 1991b). En el caso que nos ocupa, están claras las preferencias británicas por la epidemiología mientras que el resto de la Europa Continental recurría con mayor interés a los Bioensayos animales. Hoy en día se está tendiendo a nivel europeo a unificar criterios bajo los tests de corta duración con microorganismos.

resolución también lo fueron, y los agentes participantes en las mismas variaron de forma considerable gracias a los cambios sociales experimentados desde la segunda mitad del siglo veinte y la revolución de las TIC, que condujo a la era de la información (Castells, 2000).

6. Conclusiones

En el presente artículo hemos partido de una nueva definición de “controversia” que satisficiera la complejidad del análisis de la dinámica científica en situaciones conflictivas. Al mismo tiempo, hemos remarcado el papel fundamental de las controversias en los procesos de microdinámica científica, en un paralelismo con los paradigmas y la macrodinámica de la ciencia. Las controversias son momentos epistémicos de gran interés, donde raramente se producen conflictos “puros” entre agentes de un mismo nivel epistémico y con la exclusiva presencia de valores epistémicos unívocos. Por ello, y tratando de ofrecer un modelo exhaustivo del desarrollo de las controversias científicas, hemos introducido el concepto de campos de controversias, con tal de dar cuenta de la diversidad de esta realidad. Bajo tal idea, el problema de las clausuras aparece suavizado ante la posibilidad de contemplar cómo se producen diversos momentos de evolución de las polémicas, que pueden afectar a un número amplio de individuos/naciones/instituciones y que, por lo tanto, darán pie a varios tipos de clausuras, todas ellas participantes de una reflexión de origen científico, nunca alejada de la polémica debido a la naturaleza intrínsecamente compleja y revisable de la actividad científica. Al mismo tiempo, hemos remarcado la inexistencia de un patrón claro y repetitivo de inicio, evolución y clausura de las controversias. Soy consciente de que el estudio de caso expuesto, por su necesaria brevedad, no agota ni expone satisfactoriamente el modelo explicativo. Remito al caso completo analizado en profundidad (Vallverdú, 2002).

44

Por todo lo expuesto, nos encontramos ahora en situación de responder a la pregunta que originaba nuestro artículo: ¿cómo finalizan las controversias? Pues bien, de muchos modos, en función del tipo y complejidad de controversia de la cual estemos hablando. Pero lo más importante no reside en saber cómo finalizan de forma independiente, sino en haber desarrollado un modelo conceptual que nos permita describir de forma eficiente y racional la complejidad de los procesos de dinámica científica y las interrelaciones existentes entre los diversos tipos de niveles epistémicos de nuestras sociedades contemporáneas. Hay muchas clausuras, para muchas controversias. De este modo entenderemos que el cambio en la ciencia es debido en gran parte a la multiplicidad de controversias abiertas que exigen la reflexión sobre aspectos tan dispares como la ética de la investigación, la metodología apropiada, el grado de formación necesaria para un experto (y también la determinación acerca de quién es un experto), la financiación de las investigaciones, los valores políticos implícitos y una gran variedad de variables susceptibles de ser tomadas en cuenta, además de aquellas todavía por conocer debido a la naturaleza históricamente dinámica del progreso científico.

Bibliografia

ACHINSTEIN, P. (1971): *Law and Explanation. An Essay in the Philosophy of Science*, Oxford: Clarendon Press.

AMBERGER-LAHRMANN, M.; SCHMÄHL, D. (eds.) (1987): *Gifte. Geschichte der Toxikologie*, Heidelberg: Springer Verlag.

AMES, Bruce N. (1983): "Dietary carcinogens and Anticarcinogens", *Science*, 221: 1256-1264.

AMES, Bruce N. et al. (1990): "Too Many Rodent Carcinogens: Mitogenesis Increases Mutagenesis", *Science*, 249: 970-971.

ARNOLD, D. et al. (1983): "Saccharin: A toxicological and Historical Perspective", *Toxicology*, 27: 179-256.

BECK, Ulrich (1992): "From industrial Society to the Risk Society: Questions of Sur", *Theory, Culture and Society*, 9: 97-123.

BEYER, Oskar (1918): *Ueber die Kontrolle und Herstellung von Saccharin*, Zürich: Rascher & Cie., Verlag.

BEYTHIEN, A. et al. (1912): *Handbuch der Nahrungsmitteluntersuchung*, 3 Bänden, Leipzig, Chr. Herm. Tauchnitz.

BIJKER, Weibe E. et al. (ed.) (1987): *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*, USA: The MIT Press.

BRANTE, Thomas et al. (eds.) (1993): *Controversial Science (From Content to Contention)*, USA: State University of NY.

BRANTE, Thomas (1993): "Reasons for Studying Scientific and Science-Based Controversies", en Brante, Thomas et al. (eds.) (1993) *Controversial Science (From Content to Contention)*, USA: State University of NY, pp. 177-191.

CALLON, Michel (1995): "Four Models for the Dynamics of Science", en Jasanoff, Sheila (ed.) (1995) *Handbook of Science and Technology Studies*, UK: Sage Publications, 29-63.

CASTELLS, Manuel (2000): *La era de la información. 3 vol*, Madrid: Alianza.

COLLINS, H. (1983): "An Empirical Relativist Programme in the Sociology of Scientific Knowledge", en Knorr-Cetina, K & Mulkay, M. (eds.), *Science Observed*, Bristol: J.W. Arrowsmith.

_____, H. (1981): "The pace of 'core-set' in modern science: social contingency with methodological propriety in science", *History of Science*, 19: 6-19.

_____, H. (1975): "The Seven Sexes. A Study in the Sociology of a Phenomenon, Or the Replication of Experiments in Physics", *Sociology*, 9.

COLLINS, H. y PINCH, T. (1982): *Frames of Meaning*, London: Routledge.

CORBELLA, Jacinto (1998): *Historia de la Toxicología. Del Escorpión a las Dioxinas*, Barcelona: Publicaciones del Seminario Pere Mata - Universitat de Barcelona.

CRANMER, Morris F. (1980): *Saccharin. A Report*, USA: American Drug research Institute, Inc.

DALY, John (1977) *The Saccharin Ban: Risks vs. Benefits* (Round Table hold on April 21, 1977, Sponsored by Center for health Policy Research of the American Enterprise Institute for Public Policy Research (AEI), Washington, USA: AEI.

DASCAL, Marcelo (2001): "Epistemology, controversies and pragmatics". Disponible en: http://www.focusing.org/apm_papers/dascal2.html

DICKSON, David (1988): *The New Politics of Science*, USA: The University of Chicago Press.

46

ENGELHARDT, H. Tristram Jr et al. (eds.) (1987): *Scientific Controversies (Case studies in the resolution and closure of disputes in science and technology*, USA: Cambridge University Press.

EPSTEIN, Samuel S. et al. (1969): "Wisdom of Cyclamate Ban", *Science*, 166(3913): 1575.

EPSTEIN, Samuel S. (1978): *The Politics of Cancer*, USA: Sierra Club Books.

EPSTEIN, David (1996): *Impure Science. Aids, Activism, and Politics of Knowledge*, USA: University of California Press.

ESTANY, Anna (1990): *Modelos de cambio científico*, Barcelona: Crítica.

FITZHUG, O.G. et al. (1951): "A Comparison of the Chronic Toxicities of Synthetic Sweetening Agents", *Journal of the American Pharmaceutical Association*, 40(2) : 583-586.

FOSTER, Kenneth R. et al. (eds.) (1999): *Phantom Risk. Scientific Inference and the Law*. USA: The MIT Press.

GASKELL, George et al. (1999): "Worlds Apart? The Reception of Genetically Modified Foods in Europe and the U.S.", *Science*, 285: 384-387.

GRANDMOUGIN, Eugène (1919): *L'Essor des Industries Chimiques en France*, Paris: Dunod.

JASANOFF, Sheila (ed.) (1995): *Handbook of Science and Technology Studies*, UK: Sage Publications.

_____, Sheila (1994): *The Fifth Branch*, USA: Harvard University Press.

_____, Sheila (1991a): "Acceptable Evidence in a Pluralistic Society", en Mayo, D.G. (ed) *Acceptable Evidence: Science and Values in Risk Management*, UK: Oxford University Press, pp. 29-47.

_____, Sheila (1991b): "Cross-National Differences in Policy Implementation", *Evaluation Review*, USA, 15(1), pp. 103-119.

_____, Sheila (1985): *Controlling Chemicals: The Politics of Regulation in Europe and the U.S.*, USA: Cornell.

KAUFFMANN, George B. et al. (1978): "The discovery of Saccharin: a centennial retrospect", *Ambix*, 25 (III): 190-207.

KOJIMA, S. et al. (1968): "Studies on Synthetic Sweetening Agents. XIII. Metabolism of Sodium Cyclamate. (2). Detection of Sodium Cyclamate in Rabbit and Rat by Gas-Liquid Chromatography", *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 16(9):1851-1854.

47

_____ (1966a): "Studies on Synthetic Sweetening Agents. VI. Absorption and Excretion of Sodium Cyclamate", *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 14(9): 959-965.

_____ (1966b): "Studies on Synthetic Sweetening agents. VII. Absorption and Excretion of Sodium Cyclamate (2)", *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 14(9): 965-971.

_____ (1966c): "Studies on Synthetic Sweetening Agents. VII. Cyclohexylamine, a Metabolite of Sodium Cyclamate", *Chemical and Pharmaceutical Bulletin*, 14(9): 971-974.

KUHN, Thomas S. (1962): *The Structure of Scientific Revolutions*, Chicago: University of Chicago Press.

KITCHER, P (1993): *The Advancement of Science. Science without Legend, Objectivity without Illusions*, USA: Oxford University Press.

LAKATOS, Imre (1975): "La Historia de la Ciencia y sus reconstrucciones racionales", en Lakatos, I. y Musgrave, A, *La crítica y el desarrollo del conocimiento*, Barcelona: Grijalbo.

_____, Imre (1971): "History of Science and its Rational Reconstructions", en *Boston Studies in the Philosophy of Science*, vol. 8, R.Buck y R. Cohen, eds., pp. 91-135.

_____, Imre (1970): "Falsification and the Methodology of Scientific Research Programs", en *Criticism and the Growth of Knowledge*, I. Lakatos y A. Musgrave, eds., Cambridge University Press, Cambridge.

LAUDAN, Larry (1984): "Explaining the Success of Science: Beyond Epistemic Realism and Relativism", en *Science and Reality*, J.T. Cushing, C.F. Delaney y G.M. Gutting, (eds.) Notre Dame (Indiana): University of Notre Dame Press.

_____, Larry (1978): *Progress and Its Problems. Towards a Theory of Scientific Growth*, California: University of California Press.

LAWLER, Philip F. (1986): *Sweet Talk: Media Coverage of Artificial Sweeteners*, USA: The Medi Institute.

MARKLE, G.; PETERSEN, J. (1981): "Controversies in Science and Technology: a Protocol for Comparative Research", *Science, Technology and Human Values*, 6 (34).

MAYO, Deborah G. (1996): *Error and the growth of experimental knowledge*, USA: The University of Chicago Press.

48 MAZUR, A. (1981): *The Dynamics of Technical Controversy*, Washington, DC: Communications Press.

MCMULLIN, E. (1987): "Scientific Controversy and Its Termination", en Engelhardt, H.Tristram Jr et al. (eds.) (1987) *Scientific Controversies (Case studies in the resolution and closure of disputes in science and technology*, USA: Cambridge University Press.

MERCER, David (1996): "Understanding Scientific/Technical Controversies", *Science and Technology Policy Research Group. Occasional Paper No.1*, USA. Disponible en: <http://www.uow.edu.au/arts/sts/research/STPPapers/Occpaper-1.html>

MERKI, Christoph Maria (1994): "Sugar versus saccharin: sweetener policy before World War I", *The Origins and development of Food Policies in Europe*, John Burnett et al. (eds), ch. 13, London: Leicester University Press, pp.192-205.

_____, (1993): *Zucker gegen Saccharin. Zur Geschichte der künstlichen Süßstoffe*, Deutschland: Campus Verlag.

MILLER, Henry I. (1999): "A Rational Approach to Labeling Biotech-Derived Foods", *Science*, 284: 1471-1472.

MÜLLER, R. Klaus (1986): *Dokumente zur Entwicklung der Toxicologie im 19. Jahrhundert*, Leipzig: Akademische Verlagsgesellschaft.

NELKIN, Dorothy (1979): *Controversy: Politics of Technical Decisions*, London: Sage.

NISBET, Robert (1981): *Historia de la idea de progreso*, BCN: Gedisa.

NRC (1996): *Understanding Risk. Informing Decisions in a Democratic Society*, USA: National Academy Press.

_____ (1989): *Improving Risk Communication. Committee on Risk Perception and Communication*. USA: National Academy Press.

_____ (1983): *Risk Assessment in the Federal Government: Managing the Process*. Washington D.C.: National Academy Press.

OSER, Bernard L. (1985): "Highlights in the History of Saccharin Toxicology", *Food and Chemical Toxicology*, 23(4/5): 535-542.

PENDERGRAST, Mark (1998): *Dios, Patria y Coca-Cola*, Buenos Aires: Javier Vergara.

PETERSEN, J.; MARKLE, G. (1987): "Controversies in Science and Technology" en Chubin, D. & Chu, E. (eds.), *Science in the Making of Standards*, Dordrecht: Kluwer Academia.

PINCH, Trevor J.; BIJKER, Weibe E. (1987): "The Social Construction of Facts and Artifacts: Or How the Sociology of Science...", en Bijker, Weibe E. et al. (ed.) (1987) *The Social Construction of Technological Systems: New Directions in the Sociology and History of Technology*, USA: The MIT Press, 17-50.

49

POULON-MOREAU, Monique (1988): "La science appliquée: le sucre de betterave" (cap. 6), Jean-Antoine Chaptal, Michel Péronnet (ed), Toulouse: Bibliothèque Historique Privat.

PROCTOR, Robert N. (1995): *Cancer Wars. How Politics Shapes What we Know & Don't Know About Cancer*, USA: BasicBooks.

_____, Robert N. (1991): *Value-Free Science? (Purity and Knowledge in Modern Knowledge)*, USA: Harvard University Press.

RHEIN, Reginald W. et al. (1977): *The Saccharin Controversy: A Guide for Consumers*, USA: Monarch Press.

ROBERTS, Royston M. (1992): *Serendipia. Descubrimientos accidentales en la ciencia*, Madrid: Alianza.

ROSE, Richard (1991): "What is Lesson-Drawing?", *Journal of Public Policy*, 11(1): 3-30.

SALMON, Wesley C. (1990): "Rationality and Objectivity in Science or Thomas Kuhn Meets Tom Bayes", en Savage, C. Wade (ed.) *Minnesota Studies in the Philosophy of Science*, vol. 25, USA: University of Minnesota Press, 175-204.

STUTZER, Robert (1890): *Das Fahlberg'sche Saccharin (Anhydroorthosulfaminbenzoesäure)*, Braunschweig: Druck und Verlag von Friderich Vieweg und Sohn.

TANG, P. (1984): "Paradigm Shifts, Scientific Revolutions and the Unit of Scientific Change: Towards a Post-Kuhnian Theory of Types on Scientific Development", *PSA*, vol. 1: 125-137.

TIMBRELL, John A. (1995): *Introduction to Toxicology*, London: Taylor & Francis.
Ullmann, Fritz (1915) *Enzyklopädie der technischen Chemie I- II*, Berlin: Urban & Schwarzenberg.

VALLVERDÚ, Jordi (2002): *Marco teórico de las controversias científicas: el caso de la sacarina*, Bellaterra: UAB, Tesis Doctoral.

_____, Jordi (2000): "Condiciones severas ante indeterminaciones cognitivas: historicidad de la axiología experimental", comunicación publicada en las Actas del II Congreso de la SLMFCE, ed. por Mary Sol de Mora, Andoni Ibarra, Eulalia Pérez Sedeño, Isabel Sánchez Balmaseda, Donostia: UPV/EHU, p. 647-658.

50

_____, Jordi (1999) *Análisis Filosófico de las Controversias Científicas: el caso del Ciclamato*, Bellaterra: UAB, Trabajo de Investigación.

VERRET, Jacqueline (1974): *Eating May Be Hazardous to Your Health*, USA: Simon and Schuster.