

Científicos que cuestionan los paradigmas dominantes: algunas implicaciones para la enseñanza de las ciencias

Juan Miguel Campanario

Departamento de Física, Universidad de Alcalá, Alcalá de Henares, Madrid, España. <http://www.uah.es/otrosweb/jmc>. E-mail: juan.campanario@uah.es

Resumen: En este trabajo se aborda el tema de los científicos que cuestionan paradigmas dominantes, como un medio para profundizar en el estudio de la naturaleza de la ciencia y como un recurso para la enseñanza de las ciencias.

Palabras clave: filosofía de la ciencia, paradigmas dominantes, cambio conceptual, resistencia al descubrimiento, enseñanza de las ciencias.

Title: Scientists who question the dominant paradigms: some implications for the teaching of the science.

Abstract: In this work I present the topic of the scientists that challenge dominant paradigms. This reality can help us to deepen in the nature of the science, at the same time that can have applications for science teaching.

Keywords: philosophy of science, dominant paradigms, conceptual change, resistance to the discovery, science education.

Introducción

Una de las prácticas de laboratorio más comunes en las asignaturas de Física General de los primeros cursos de carreras científicas en la Universidad consiste en medir la aceleración de la gravedad mediante el péndulo. Nuestros alumnos se sorprenderían al saber que el mismo péndulo que ellos utilizan para determinar el valor de g está siendo empleado en la Universidad de Princeton para estudiar el posible efecto de la mente sobre la materia (www.princeton.edu/rdnelson/). Uno de los experimentos típicos consiste en poner a oscilar un péndulo y registrar las pequeñas desviaciones que se producen cuando un "operador" intenta influir mentalmente en el movimiento del mismo. Según los resultados publicados en diversos artículos, existen ciertas alteraciones del comportamiento normal de un péndulo que pueden registrarse cuando se realiza un número grande de pruebas (Nelson, Bradish, Jahn, y Dunne, 1994). La Universidad de Princeton no es precisamente un centro al que le falte prestigio académico, por lo que parece razonable acercarse a esta línea de investigación con una cautela libre de prejuicios.

Seguramente muchos lectores recordarán el caso de la llamada "fusión fría". Fleischmann y Pons, dos investigadores muy prestigiosos, sostenían que era posible conseguir la fusión nuclear con dispositivos sencillos. Este tema aparentemente estaba cerrado y se considera generalmente que se trata de un error científico. Sin embargo, esta línea de investigación

constituye todavía hoy un área en pleno desarrollo, a pesar de que, según los expertos, no se han detectado ni los neutrones ni la radiación que debería producirse en la reacción nuclear que supuestamente tiene lugar en las células que utilizan los que estudian este fenómeno (Simon, 1999). Lejos de arredrarse por este problema, los que trabajan en este terreno intercambian opiniones, o publican artículos en revistas como *Journal of Infinite Energy* o *Fusion Technology*. Empresas como Toyota y diversas fundaciones privadas financian esta investigación (Simon, 1999). Decenas de científicos de todo el mundo se reúnen en las conferencias sobre "fusión fría" que se celebran regularmente. Por ejemplo, la 8 International Conference on Cold Fusion se celebró entre el 21 y el 26 de mayo de 2000 en Lerici, Italia. Entre los asistentes podemos identificar a catedráticos de universidades como Osaka, Milán, Purdue, algún investigador del MIT o miembros de la Comisión Francesa de Energía Atómica (www.altenergy.org/4/iccf8/iccf8.html).

Cambiamos de tema. No es raro encontrar en periódicos y revistas artículos divulgativos sobre la edad del Universo o el Big Bang. Tal vez sea ésta una de las teorías científicas que más difusión ha alcanzado entre el público en general. Uno de los apoyos experimentales al Big Bang es el llamado "red shift", o desplazamiento al rojo de los espectros de los objetos (galaxias, estrellas) que se alejan de nosotros. Este desplazamiento al rojo se atribuye al efecto Doppler y se asocia con la expansión del Universo. Pues bien, hace años que Halton Arp, un conocido y prestigioso astrónomo alemán, mantiene una teoría, según la cual el corrimiento al rojo de las emisiones que nos llegan de los objetos cósmicos tiene una componente intrínseca que está cuantizada, es decir, sólo toma determinados valores (Arp, 1998). Esta teoría parece plantear ciertos conflictos al punto de vista dominante, ya que, en principio, no debería haber ninguna razón para que el corrimiento al rojo adopte sólo determinados valores. ¿Otro loco? En un artículo publicado en la revista *Science* se comentó (y lamentó) la recepción extraordinariamente negativa de sus teorías por parte de la astronomía "oficial" (Marshall, 1990).

En el área de ciencias biosanitarias hace años que un científico conocido por sus aportaciones a la Bioquímica, Peter Duesberg, mantiene una cruzada contra viento y marea para tratar de convencer a la comunidad investigadora de que el SIDA no está causado por un virus, sino por otros factores, como el uso de drogas o determinadas sustancias químicas (<http://www.duesberg.com/>).

Si profundizamos un poco más en este terreno, descubriremos fácilmente que existen revistas completamente dedicadas a la publicación de artículos que cuestionan las bases mismas de disciplinas como la Física (anexo 1). Entre estas revistas destacan *Galilean Electrodynamics* y *Journal of Scientific Exploration*. Basta leer las afiliaciones institucionales de los autores que publican en ellas para descubrir que muchos trabajan en Departamentos de Física de Universidades prestigiosas. Otro ejemplo: en Medicina se publica la revista *Medical Hypotheses* en la que aparecen continuamente teorías y propuestas que van en contra de los paradigmas dominantes en esta disciplina.

El cuadro que se desprende de todo lo anterior es revelador: no es difícil encontrar científicos muy cualificados que cuestionan los paradigmas

dominantes en disciplinas como la Física o la Medicina en un momento en el que no parece que se hable desde las instancias oficiales de crisis como fracaso de tales paradigmas dominantes. La versión de Kuhn del cambio científico parece que hace aguas cuando nos enfrentamos a esta realidad.

La relevancia para la enseñanza de las ciencias del estudio de las disidencias anteriores está clara. Como es sabido, una de las metas generales de la educación científica es que los alumnos desarrollen ideas adecuadas sobre la ciencia y los procesos de construcción del conocimiento. Se trata de concebir la ciencia como una actividad racional siempre tentativa y, por tanto, siempre sujeta a posibles revisiones y reformulaciones. Muchos profesores insisten correctamente ante sus pupilos acerca del carácter provisional de las teorías científicas; aunque, a juzgar por los estudios que analizan las ideas inadecuadas sobre la ciencia que mantienen los alumnos, el éxito es limitado. Otros trabajos de investigación han permitido detectar concepciones epistemológicas inadecuadas en los alumnos de ciencias de enseñanza secundaria, universidad e incluso en profesores en formación y en activo. Estas concepciones epistemológicas se refieren a las ideas sobre cómo se estructura y desarrolla a ciencia, y cómo se justifica el conocimiento científico (Campanario, 1999; Campanario, 2002b).

Como hemos explicado en otros trabajos (Campanario, 1999; Campanario, 2002b), el recurso a la Filosofía de la Ciencia para conseguir que los alumnos desarrollen ideas adecuadas sobre la ciencia y el conocimiento científico puede ser problemático habida cuenta de que:

a) No existe un punto de vista unánime en Filosofía de la Ciencia que nos ayude a identificar la concepción "*adecuada*" que queremos que los alumnos desarrollen. Al contrario, algunos puntos de vista en Filosofía de la Ciencia se contradicen abiertamente con otros.

b) Las teorías dominantes en Filosofía de la Ciencia se suelen concebir e ilustrar fundamentalmente a partir de episodios relevantes de la Historia de la Ciencia, como son el advenimiento de la Nueva Física, la Relatividad o la Mecánica Cuántica. Estos episodios, aunque son trascendentales, tienen poca relación con la realidad del trabajo cotidiano de la mayor parte de los investigadores, preocupados también por alcanzar objetivos más modestos, tales como conseguir una subvención para realizar un proyecto, publicar artículos en revistas influyentes y obtener reconocimiento por parte de sus colegas.

c) El dominio de la Física en la Filosofía de la Ciencia es abrumador, de tal manera que los puntos de vista actuales en dicha disciplina están muy mediatizados por las características, enfoques, formas de concebir la ciencia y pautas de razonamiento en Física, disciplina que se toma como modelo y referencia.

Cuando damos el salto desde los libros de Filosofía de la Ciencia al trabajo cotidiano de los científicos y examinamos los factores que determinan su quehacer, descubrimos fácilmente que algunos puntos de vista ampliamente aceptados en Filosofía de la Ciencia ignoran o contradicen las motivaciones y la realidad del trabajo diario de los investigadores. En particular, los procesos de comunicación (revisión y publicación de artículos en revistas especializadas) desempeñan un papel crucial en la construcción del

conocimiento. Factores como la necesidad de convencer a otros colegas de las bondades del propio trabajo rara vez reciben la atención que merecen en los análisis que se realizan desde la Filosofía de la Ciencia. Sin embargo, los científicos pueden dedicar una cantidad de esfuerzo considerable a aumentar la credibilidad de una frase, un párrafo o de un artículo (Latour, 1987; Latour y Woolgar, 1995).

Como alternativa a la situación anterior, hemos propuesto el estudio de los procesos de la ciencia normal, como un medio para conseguir desarrollar ideas más adecuadas sobre la ciencia y el conocimiento científico (Campanario, 1999). Especialmente interesante es el análisis didáctico del principal vehículo de comunicación académica: el artículo científico. Basta leer un artículo de investigación, como los que se publican habitualmente en las revistas de Física o Química, para detectar, por ejemplo, los esfuerzos que realizan los autores para convencer a los lectores de determinadas interpretaciones de sus datos y resultados (Hyland, 1998). Otra cosa fácil de descubrir en un artículo de investigación es la influencia y el peso notable que tienen las teorías dominantes en el diseño y realización de los estudios experimentales. Sin dichas teorías el trabajo que se da a conocer en un artículo tendría escaso sentido. Pues bien, uno de los procesos y realidades menos conocido de la ciencia "*normal*", especialmente en Física, consiste precisamente en la presencia molesta, pero ineludible, de disidentes que cuestionan las teorías ampliamente aceptadas por el resto de la comunidad "*oficial*" (Campanario y Martin, 2004).

El objetivo de este trabajo es presentar y abordar la realidad de los científicos disidentes, como un medio de desarrollar una visión más adecuada sobre la ciencia y la construcción del conocimiento científico que la que suele ser común en alumnos y profesores. Creemos que el estudio de los investigadores disidentes y de las controversias que se generan sobre sus teorías da lugar a un conocimiento que puede ser útil para cuestionar ideas inadecuadas sobre la ciencia, a la vez que puede ser uno de los recursos que puede utilizar el profesor para ayudar a sus alumnos a entender la dinámica de la ciencia.

El desarrollo del tema que presentamos se deriva de nuestro trabajo previo sobre dinámica de la ciencia (en particular, sobre la resistencia al descubrimiento por parte de los propios científicos). El lector interesado puede consultar las referencias siguientes: (Campanario, 1993a; Campanario, 1993b; Campanario, 1999; Campanario, 2002a; Campanario, 2004; disponibles en la dirección www.uah.es/otrosweb/jmc). Creemos que el estudio de la disidencia en Física, la personalidad de los protagonistas, las estrategias que utilizan y la respuesta de la comunidad investigadora "*oficial*" nos puede permitir descubrir características nuevas sobre los procesos de construcción y desarrollo de la ciencia y del conocimiento científico que contrastan fuertemente con las ideas de sentido común ampliamente extendidas, incluso entre los propios investigadores, los especialistas en Didáctica de las Ciencias y los profesores. Como podremos comprobar, la represión académica y aislamiento son respuestas típicas que reciben aquellos que se atreven a cuestionar teorías dominantes.

El resto del artículo se organiza como sigue: En primer lugar se revisan los elementos que componen las estructuras de poder en la ciencia y se discute

la necesidad de convencer a otros investigadores, especialmente a aquellos que tienen el poder de vetar la publicación de artículos en las revistas académicas. A continuación se aborda el tema de la disidencia científica, prestando especial atención a la cualificación profesional de aquellos que cuestionan los paradigmas dominantes. Se analizan también las respuestas de la comunidad académica "oficial" a los disidentes y algunas estrategias utilizadas por éstos para conseguir atención. A medida que tratemos estos temas se discutirán sus implicaciones para la enseñanza de las ciencias. Por último, se obtienen algunas conclusiones generales. Durante nuestra discusión presentaremos ejemplos tomados de distintas disciplinas, aunque es preciso hacer constar que la Física es, tal vez, el área donde es más fácil encontrar ejemplos de disidencias. No es sorprendente que una disciplina que está en la base de los desarrollos de otras áreas de conocimiento, que mantiene una especial relación con las matemáticas y que permite, en muchos aspectos, la investigación teórica individual, sea una fuente continua de ocasiones para que los científicos disidentes cuestionen los paradigmas generalmente aceptados.

El ejercicio del poder en la ciencia. Estructuras de poder en la ciencia

Aunque no existe todavía un consenso generalizado que nos permita alcanzar una definición unánimemente aceptada de "*ciencia*", no podemos negar que se trata de una actividad social que busca el desarrollo de una clase especial de conocimiento al que se atribuye mayor validez y fiabilidad que a otros tipos de conocimiento, generados mediante otros métodos y siguiendo otros enfoques. Además, es evidente que la ciencia actual es una profesión con sus propias reglas de acceso y promoción (Campanario, 1999). En la ciencia, por tanto, coexisten dos estructuras paralelas (Toulmin, 1977). Existe una primera estructura organizada en torno a conocimientos y disciplinas que se van desarrollando y diversificando con el tiempo. Estas divisiones y desarrollos conceptuales tienen su reflejo en la estructura paralela de departamentos, facultades, sociedades científicas y centros de investigación desde los que se impulsa la indagación en una línea o en otra. Los desarrollos de cada una de estas estructuras influye en la otra.

Como es sabido, en la mayor parte de los países la promoción académica va ligada a la productividad científica, entendida ésta como la publicación de trabajos de investigación y la participación en tareas como la evaluación (refereeing) de artículos, asesoría en revistas académicas, asistencia a congresos, etc. Dada la competencia que existe entre científicos por conseguir los escasos recursos disponibles, la necesidad de producir resultados se hace cada vez más acuciante. En este contexto, resulta fácilmente comprensible que los investigadores que forman parte de las estructuras académicas, articuladas en torno a determinadas teorías, enfoques metodológicos o paradigmas, se resistan a los puntos de vista heterodoxos que cuestionan la base misma de su quehacer.

Generalmente, los científicos más prestigiosos en las distintas disciplinas desempeñan un papel fundamental como tales revisores y editores de las revistas más influyentes. Estas figuras tienen la llave que permitirá o no publicar trabajos en dichas revistas y es de esperar que se resistan ante los

trabajos que cuestionan sus teorías y estructuras de poder. Ciertamente, no siempre es fácil convencer a los expertos para que cambien de opinión (Martin, 1996a). El sistema de revisión que se utiliza en las revistas académicas es un filtro con el que se intenta evitar que las contribuciones de baja calidad lleguen a los lectores, pero también puede ser un mecanismo eficaz para censurar y prevenir teorías y descubrimientos que supongan un reto a los paradigmas reinantes. Todo parece organizado para dificultar la labor de aquellos que cuestionan los paradigmas en vigor. Esta es una realidad que contrasta fuertemente con la idea tan extendida acerca de la ciencia como una actividad abierta en la que las nuevas ideas son apreciadas y valoradas como una contribución original e importante. Muy al contrario, son frecuentes las quejas sobre la escasa flexibilidad del sistema de comunicación científica (CBE, 1991; Weller, 2001). Tampoco son raras las propuestas de alternativas al sistema de revisión por expertos actual (Horrobin, 1990; Weller, 2001).

Para tener éxito es necesario convencer a otros científicos

Más arriba hemos mencionado la necesidad ineludible que tienen los científicos de convencer a sus colegas para que sus trabajos puedan ver la luz. Los descubrimientos y teorías sólo comienzan a tener existencia real cuando son dados a conocer al resto de la comunidad y aparecen publicados en revistas, libros, actas de congresos, etc. y quedan abiertos así al escrutinio del resto de la comunidad académica. Los libros de texto no suelen explicar los procesos de evaluación de los artículos de investigación. Tampoco solemos abordar estos contenidos en las clases de ciencias. De hecho, muchos profesores los desconocen. No resulta raro que muchas personas (incluso investigadores en activo) piensen que las teorías científicas "*correctas*" acaban por imponerse sobre otras "*incorrectas*" en un proceso en el que la verdad siempre triunfa por sus propios méritos. Sin embargo, es la propia comunidad la que decide qué trabajos son aceptados y cuáles son rechazados. En este proceso *social* de análisis y validación, el sistema conocido como *revisión por expertos* ("*peer review*") desempeña un papel fundamental (CBE, 1991; Godlee y Jefferson, 1999; Weller, 2001). Como es sabido, este sistema consiste en que los equipos editoriales y revisores (referees) de las revistas científicas evalúan los artículos que se reciben para su publicación.

Incluso concepciones que han alcanzado una gran influencia en Filosofía de la Ciencia, tienen escasamente en cuenta la necesidad de argumentar para convencer a otros científicos. Tomemos, por ejemplo los puntos de vista de Lakatos sobre la sustitución de un programa de investigación por otro. Si analizamos este punto de vista es porque, como es sabido, es relevante en distintas orientaciones en Didáctica de las Ciencias que hacen del "*cambio conceptual*" su punto de partida (Campanario y Moya, 1999).

Lakatos propone algunos criterios para decidir si un programa de investigación es mejor que otro (Lakatos, 1983; Chalmers, 1982):

- a) La nueva teoría debe explicar todo lo que explicaba la teoría anterior.

b) La nueva teoría debe tener un exceso de contenido empírico con respecto a la teoría anterior, es decir, la nueva teoría debe predecir hechos nuevos que la teoría anterior no predecía.

c) La nueva teoría debe orientar a los científicos para que puedan comprobar empíricamente una parte, al menos, del nuevo contenido que ha sido capaz de predecir.

En esta interpretación del cambio científico no parece que se tengan muy en cuenta los factores relacionados con la necesidad de convencer a otros científicos. Más bien, cabría pensar que, a la vista de una nueva teoría, de su explicación de los fenómenos ya conocidos y de sus predicciones e interpretaciones de nuevos fenómenos, el cambio sería casi automático para cualquiera medianamente inteligente. Las cosas rara vez son tan fáciles en ciencia. Uno de los elementos clave en la formulación anterior (el exceso de contenido empírico) no parece ser tan relevante como pudiera pensarse. Por ejemplo, Stephen Brush ha estudiado con detalle el proceso de cambio de teorías en ciencia analizando diversos episodios históricos, tales como son la aceptación de la teoría relativista de Dirac del electrón (y su predicción del positrón), la teoría de Yukawa de las fuerzas nucleares, la teoría de Gell-Mann sobre los grupos de simetría (Brush, 1993), las teorías sobre la estructura del Benceno (Brush, 1999a; Brush, 1999b), la recepción del sistema periódico de Mendeleev (Brush, 1996) y otras (Brush, 1990; Brush, 1994). En todos los casos, la influencia de las predicciones en la aceptación o rechazo de nuevas teorías parece ser mucho menor que la esperable y, en particular, menor que la incidencia de las explicaciones que ofrece una nueva teoría a hechos y problemas no resueltos en el momento de su aparición. Parece que la forma de "*convencer*" a los científicos de las bondades de una nueva teoría tiene una importancia capital. Martin, por ejemplo, ha estudiado las estrategias argumentativas que se utilizan en dos ejemplos concretos de artículos de investigación (Martin, 1979).

No está de más insistir, a la vista de lo anterior, en algo que debería ser obvio: la ciencia es una actividad social en la que las interacciones entre actores (investigadores) desempeñan un papel crucial. No basta con descubrir algo o plantear una teoría que explique un fenómeno o un conjunto de fenómenos. Es preciso convencer, en primer lugar, a los referees y editores de las revistas académicas y, en segundo lugar, al resto de la comunidad investigadora de que las nuevas contribuciones son útiles y relevantes. Por otra parte, como señala Merton, no es lo mismo convencer a un científico desconocido que a una autoridad en el área (Merton, 1985). En contra de lo que mucha gente cree, la "*verdad*" (si es que existe algo así en ciencia) no se impone sólo por sus propios méritos.

La disidencia en la actividad científica. ¿Quiénes son los científicos que cuestionan los paradigmas dominantes?

La palabra "*disidente*" lleva asociada una cierta aureola de romanticismo e incluso de prestigio. No resulta raro que algunos charlatanes intenten pasar por científicos "*disidentes*", cuando, en realidad, no son más que embaucadores. Es conveniente, por tanto, acercarse con suma cautela al mundo de los científicos heterodoxos para diferenciar aquellos casos en los

que se trata de una auténtica disidencia y aquellos otros en los que cabe hablar de superchería, explotación de la ignorancia u oportunismo.

A pesar de que llevamos más de diez años investigando el tema de la resistencia al descubrimiento, cuando nos decidimos a abordar por primera vez la disidencia científica, teníamos la vaga sospecha de que quienes cuestionan las teorías y puntos de vista dominantes en ciencia probablemente serían investigadores de escasa relevancia. Nuestra sorpresa fue mayúscula al comprobar que entre ellos es posible encontrar desde catedráticos pertenecientes a universidades muy prestigiosas hasta ganadores del Premio Nobel. En el anexo 2, por ejemplo, aparece una selección de científicos que han cuestionado o combatido paradigmas dominantes, junto con algunos indicadores de sus credenciales académicas.

En un trabajo anterior en el que hemos tenido ocasión de explorar las estrategias que utilizan aquellos que combaten los paradigmas dominantes, hemos abordado el tema utilizando criterios rigurosos: consideramos que un disidente está debidamente cualificado cuando tiene alguna formación científica (Campanario y Martín, 2004). El problema de la cualificación profesional y la reputación de los investigadores es trascendental dado que mucha gente cree, ingenuamente, que las contribuciones científicas se evalúan sin tener en cuenta las características personales del autor o autores (Ej.: afiliación institucional, prestigio, etc.). Sin embargo, como cualquier investigador sabe, algunos científicos son más influyentes que otros y sus opiniones son más respetadas que las demás por el resto de la comunidad académica. La reputación ganada (o perdida) mediante trabajos anteriores es un importante factor que contribuye a facilitar (o dificultar) la aceptación posterior de nuevos trabajos por parte de los colegas. Sin embargo, no basta una buena reputación para que una teoría o punto de vista sean admitidos sin más. Como hemos podido constatar en nuestro estudio anteriormente citado (Campanario y Martín, 2004) y como puede comprobarse con los datos que se aportan en el anexo 2, algunos disidentes que cuestionan paradigmas dominantes presentan sólidas credenciales científicas y, a pesar de ello, encuentran un escepticismo generalizado hacia sus teorías.

La reputación de quienes se oponen a las teorías heterodoxas y defienden la situación dominante es también importante. Normalmente, las controversias científicas se prolongan a lo largo de meses e incluso años, durante los cuales se intercambian argumentos, réplicas y contrarréplicas. Cuando los investigadores más importantes intervienen en dicha controversia, su prestigio y el peso de su opinión son factores a tener en cuenta. Además, una gran parte de la comunidad académica que trabaja en un tema determinado, ni quiere ni puede terciar en el asunto. Generalmente las controversias tienen que ver con cuestiones fronterizas y problemas en los que existe una incertidumbre considerable. Las dificultades teóricas y metodológicas son formidables y pocos investigadores están en condiciones de dominar el tema o disponen del tiempo necesario para profundizar en los complicados argumentos y contra argumentos de las partes. En definitiva, la controversia deriva a una lucha de "*reputaciones*". A medida que la controversia crece y se desarrolla, la mayor parte de los científicos prestará menos atención al contenido concreto de los argumentos y respuestas y más a la autoría de los mismos. Así, por ejemplo, ahora recordamos que, en el

caso de la controversia sobre la "fusión fría", un artículo publicado en la prestigiosa revista *Nature* por Michael Salamon "hundió" definitivamente a Fleischmann y Pons a pesar de que éstos contestaron a sus objeciones y de que el campo sigue abierto y floreciente (Simon, 1999).

Llega un momento en el transcurso de las controversias en que la mayoría de los científicos "pasa" de los trabajos que provienen de uno de los bandos. La comunidad de científica no se molesta entonces en leer y contradecir los escasos artículos que logran vencer la barrera de los referees y editores de las revistas. La reacción típica suele ser: "*¿Otro trabajo sobre esto?, ¿Pero no estaba el tema cerrado ya?*". Una vez que la mayor parte de la comunidad académica considera un asunto sentenciado, no se suele prestar mucha atención a las nuevas pruebas y argumentaciones que se presenten. Persistir en el tema sólo puede conducir a una mayor pérdida de prestigio para los que se resisten a aceptar el veredicto condenatorio de sus colegas.

Algunos ejemplos de paradigmas cuestionados

¿Cuáles son los temas preferidos de los científicos heterodoxos? En Física, una buena parte de los disidentes se dedica a combatir la Mecánica Cuántica y la Relatividad. Estas teorías tienen profundas implicaciones en nuestra forma de entender el mundo y su influencia se extiende mucho más allá del propio ámbito de la ciencia, para alcanzar, por ejemplo, la Filosofía. El carácter contraintuitivo de estas teorías es uno de los argumentos favoritos de los disidentes. Las paradojas bien conocidas de la Relatividad son el blanco predilecto de quienes cuestionan esta teoría. Es importante destacar aquí la incidencia de las concepciones epistemológicas en la aceptación o, como en este caso, en el rechazo de una teoría. Como hemos indicado más arriba, estas concepciones epistemológicas se refieren, por ejemplo, a las ideas acerca de la ciencia, el conocimiento científico, las teorías y las características que éstas deben reunir para ser aceptables. Este factor suele quedar fuera de las descripciones tradicionales de la ciencia que presentamos a nuestros alumnos.

La interacción mente-materia y los fenómenos paranormales son otro de los temas preferidos de los disidentes. Dado que éstas son áreas que se prestan a la charlatanería y al engaño, es preciso tener un prestigio a prueba de bombas para dedicarse a investigar en este terreno. Por ejemplo, Brian Josephson, ganador del Premio Nobel de Física en 1973 no parece temer las consecuencias de su dedicación a estos pantanosos dominios. El hecho de que no existan teorías en Física que aborden de manera sistemática y completa este tipo de fenómenos, hace que la investigación sea laboriosa y casi se limite a tratar de constatar la influencia de la mente en la materia. Además de los experimentos con el péndulo citados más arriba, otra de las líneas de trabajo más espectaculares en esta área consiste en indagar el efecto de la "*conciencia global*" sobre los procesos naturales. El grupo PEAR, de la Universidad de Princeton, por ejemplo, tiene distribuidos por todo el mundo 37 generadores de números aleatorios basados en procesos físicos. Estos investigadores analizan las secuencias aleatorias para buscar desviaciones cuando se producen acontecimientos mundiales que tienen un impacto global (Ej.: los atentados del 11 de Septiembre de 2001). Los datos

y resultados están accesibles en la dirección de Internet noosphere.princeton.edu/terror.html.

Aunque existen diversas revistas y páginas web dedicadas a estas líneas de trabajo, la más prestigiosa es una adscrita al área de Psicología: *Journal of Parapsychology*, que figura, incluso, en el *Social Sciences Citation Index*. A veces los investigadores logran "colar" algún artículo sobre el tema en algunas de las revistas científicas "normales", (por ejemplo, Bem y Honorton, 1994). Curiosamente, en un libro de texto de Mecánica Cuántica hemos encontrado también referencias a fenómenos como la telepatía (Levine, 1977, p. 542). Otra revista que publica artículos en estas áreas es *Journal of Scientific Exploration*. En su comité editorial figuran profesores y catedráticos que pertenecen a universidades como Princeton, Virginia, Stanford, UCLA o Cornell.

Otra área de investigación en la que confluyen especialistas de diversas disciplinas es la que se refiere a la influencia de los ciclos en las personas. Se trata, fundamentalmente, de sustituir la astrología frívola que encontramos cada día en periódicos y revistas por un enfoque más serio basado en estudios estadísticos. El enfoque es aparentemente sencillo: se analizan datos relativos a la fecha y hora de nacimiento de poblaciones de científicos, escritores, etc. y se buscan diferencias significativas, teniendo en cuenta factores como las diferencias estacionales en los nacimientos. Aunque el enfoque tiene su base en los trabajos de Gauquelin (Gauquelin, 1976), la metodología actual sigue siendo prácticamente la misma (Ertel, 2000). Aquellos lectores que consideren el tema como demasiado frívolo deberían leer antes varias intrigantes comunicaciones publicadas en la poco heterodoxa revista *Nature* en las que se ponen de manifiesto correlaciones entre el mes de nacimiento y factores tales como la altura corporal (Weber, Prossinger y Seidler, 1998); las calificaciones académicas (Gotoda, 1995; Azevedo, Pinto-do-O y Borges, 1995) y el éxito en el deporte (Dudink, 1994).

La búsqueda de fuentes alternativas de energía es otra de las líneas favoritas de los disidentes. Si incluyésemos en este apartado a los innumerables defensores de las máquinas de movimiento continuo, la lista se haría casi interminable a costa de hacer que el rigor descendiese rápidamente. Las figuras estrella, compatibles con la Termodinámica actual, son la "fusión fría" y la llamada "energía del punto cero", si bien es cierto que esta última línea se basa en desarrollos teóricos en Mecánica Cuántica y es estudiada "en serio" incluso por científicos que nada tienen de heterodoxos. En contra de lo que mucha gente cree, la "fusión fría" sigue siendo un área que atrae la atención de muchos investigadores hasta el extremo de que se desarrollan proyectos financiados con dinero privado (Simon, 1999) y se siguen celebrando congresos sobre el tema a los que acuden físicos y químicos de prestigiosas universidades. Por ejemplo, la 10ª International Conference on Cold Fusion (ICCF-10) se celebró en Cambridge, Massachussets, del 24 al 29 de agosto de 2003 (anexo 3).

Ciertamente, las áreas de trabajo que abordan los disidentes reflejan el carácter aislado de su trabajo. Los científicos que combaten los paradigmas dominantes suelen centrarse en cuestiones teóricas (Relatividad, Mecánica Cuántica), experimentos de interacción mente-materia (que pueden realizarse con equipos y recursos relativamente escasos) o en la búsqueda de

alternativas más baratas y fáciles a problemas de una enorme complejidad. Esta característica se aprecia claramente en casos, como el de la "fusión fría", en los que se pretende alcanzar, sin muchas dificultades aparentes, un objetivo que ha sido perseguido durante muchos años utilizando otros métodos más complicados. Igualmente, el modelo de Weber para la detección de ondas gravitacionales se presentaba como una alternativa más simple y económica que el proyecto LIGO (Laser Interferometer Gravitational-Wave Observatory), que era (y es) el enfoque dominante (Collins, 1999). El método que el químico Linus Pauling proponía para combatir el cáncer a base de altas dosis de vitamina C era, igualmente, mucho más simple y barato que las terapias habituales al uso (Richards, 1988). De manera similar, algunos críticos de la Mecánica Cuántica sugieren teorías alternativas menos problemáticas basadas en la Física Clásica.

No cabe duda de que las apuestas de los disidentes son arriesgadas. Lejos de dedicarse a completar paradigmas y a resolver lo que Kuhn llama "puzzles" científicos, los disidentes atacan la base misma de las teorías dominantes. Según Merton, los investigadores intercambian sus contribuciones por reconocimientos académicos (Merton, 1985). Entre las formas de reconocimiento más comunes cabe destacar el ser citado por otros en las revistas científicas (Campanario, 2002d), los nombramientos para posiciones académicas, los premios y reconocimientos públicos, etc. No cabe duda de que la "recompensa" que espera al científico que derriba un paradigma dominante es muy superior a la que puede obtener quien se limita a completarlo y desarrollarlo. Como señala Caroline Thompson, existe la creencia y la percepción generalizada de que hay un Premio Nobel reservado para quien demuestre que la Mecánica Cuántica es incorrecta (Thompson, 1999). Este tipo de motivaciones sirve tanto para los científicos "normales" como para los disidentes.

Esta realidad nos debería hacer reflexionar sobre factores tales como el sistema de recompensas en ciencia y el reconocimiento, como una de las fuerzas que sirven de motivación a los científicos para persistir en su trabajo. Lamentablemente, estos factores rara vez reciben la atención que merecen por parte de los profesores y de los investigadores en Didáctica de las Ciencias cuando abordan las cuestiones relacionadas con la construcción de la ciencia.

El estudio de la disidencia puede ayudarnos a entender los procesos de la ciencia

Podría pensarse que el tema que abordamos tiene una relevancia tangencial para los interesados en profundizar en los procesos de construcción de la ciencia y del conocimiento científico. Al fin y al cabo, estamos tratando con casos aparentemente marginales en los cuales unos heterodoxos (aunque cualificados) cuestionan un paradigma vigente aceptado por el resto de la comunidad científica. Lo cierto es que, a pesar de los intentos por caracterizar los procesos de cambio conceptual y averiguar qué factores determinan que una teoría sea mejor que otra, todavía no disponemos de un punto de vista normativo que ayude a los científicos a tomar decisiones en todos los casos. Hasta ahora, la única forma de saber si una teoría es mejor que otra es dejar que la decisión quede en manos de la

comunidad académica que, mediante el uso o el olvido, selecciona los paradigmas exitosos.

No son raros los casos de teorías y descubrimientos que, en su día, fueron considerados heterodoxos e inaceptables y han acabado por convertirse en el punto de vista dominante con el paso de los años. En las referencias citadas más adelante se pueden encontrar abundantes ejemplos. En ocasiones es necesario que pase un tiempo considerable desde que se propone una teoría o se realiza un descubrimiento, hasta que éste es aceptado plenamente por la comunidad científica (Hook, 2002). Por tanto, el tema que nos ocupa es de una importancia capital para todos aquellos que estudian los procesos de cambio conceptual y, en particular, para los investigadores en Didáctica de las Ciencias que, como es sabido, tenemos como objetivo el conseguir que nuestros alumnos desarrollen visiones adecuadas sobre la ciencia y los procesos de construcción y evolución del conocimiento científico. Todavía no sabemos por qué unas teorías que cuestionan paradigmas dominantes son aceptadas fácilmente, mientras otras han de luchar durante años por imponerse. Por tanto, el estudio de las controversias científicas, de la resistencia al descubrimiento científico y de las supresiones intelectuales que sufren algunos de los investigadores que cuestionan las teorías dominantes, puede ayudarnos a descubrir factores que, de otra forma, pasarían desapercibidos. Estos análisis también pueden ser útiles para ilustrar visiones sobre la ciencia y el conocimiento científico como una empresa en la que los factores no estrictamente racionales desempeñan, con frecuencia, un papel importante. El estudio de casos como los que abordamos en este artículo puede ayudarnos a encontrar numerosos ejemplos en los que se cuestiona la idea común de la ciencia como una actividad que siempre acaba una verdad aceptada fácilmente por todos.

La reacción de la ciencia "oficial" hacia los disidentes puede ser poco científica

No resulta raro que los nuevos descubrimientos y teorías encuentren cierta resistencia por parte de la comunidad académica (Campanario, 1993a; Campanario, 1993b; Campanario, 1995; Campanario, 1996; Campanario, 2004; Nissani, 1995; Sommer, 2001). Como ejemplo, podemos citar la teoría del complejo activado en las reacciones químicas, la teoría de la disolución electrolítica de Arrhenius o la formulación de Mayer del primer principio de la Termodinámica. Estas contribuciones forman parte hoy del conocimiento canónico que aparece en los libros de texto. En al menos 35 casos, futuros ganadores del Premio Nobel vieron como los descubrimientos que les permitirían obtener dicho galardón fueron rechazados inicialmente por los editores y referees de las revistas científicas (Campanario, 2004). Otros ejemplos de supresiones intelectuales pueden encontrarse en las referencias siguientes (Martin, 1999a; Martin, 1999b; Martin, Baker, Manwell y Pugh, 1986; Moran, 1998; Sommer, 2001). A la vista de lo anterior no debería extrañarnos que la respuesta que obtienen quienes se atreven a cuestionar los paradigmas dominantes sea, a veces, claramente negativa. En un estudio previo hemos identificado algunos problemas a los que deben hacer frente los científicos disidentes: obtención de fondos para investigar, publicación de artículos y supervivencia en el mundo académico (Campanario y Martin, 2004). A continuación se analizan estas componentes.

La obtención de fondos para comprar equipos y pagar a los colaboradores es, en muchas ocasiones, poco menos que imposible si lo que se busca es plantear problemas a las teorías en vigor. En general, las agencias gubernamentales prefieren emplear sus presupuestos en proyectos que puedan dar lugar a "avances" en las distintas disciplinas. Lógicamente, estos avances, se traducen en un refuerzo de los paradigmas dominantes. Los científicos que plantean propuestas poco ortodoxas se ven forzados, por tanto, a acudir a fuentes de financiación poco convencionales, como son las donaciones o las convocatorias de determinadas agencias e instituciones privadas que favorecen este tipo de trabajos (anexo 4).

Las agencias militares son un recurso adicional, dado que pueden permitirse el lujo de financiar proyectos arriesgados ante el dilema de dominar posibles desarrollos innovadores que les otorguen la supremacía tecnológica o arriesgarse a que otros consigan dicha supremacía. Por ejemplo, Joseph Weber, quien, como se ha indicado, defendía un método alternativo para detectar ondas gravitacionales, acudió a la marina americana para obtener fondos, dado que sus poco ortodoxas teorías podrían tener aplicaciones para detectar fácilmente neutrinos, un tema de interés para los militares (Collins, 1999). Linus Pauling también tuvo dificultades para conseguir fondos públicos con los que contrastar su teoría acerca del efecto anticancerígeno de la vitamina C, una teoría que estaba en contra de los puntos de vista dominantes (Sun, 1981). Parte de sus trabajos se financiaron con aportaciones privadas. En otras ocasiones, los científicos disidentes deben hacer frente a los gastos inevitables mediante sus propios recursos o utilizando subrepticamente los presupuestos de otros proyectos más convencionales. El astrónomo Halton Arp sufrió incluso la censura oficial y se le negó hasta el tiempo de acceso al telescopio necesario para profundizar en sus investigaciones. No contentos, los miembros encargados de la gestión de los Carnegie Observatories, decidieron en 1981 que no era "razonable asignar tiempo a Arp para sus investigaciones sobre la asociación de quasars con las galaxias cercanas" y se le avisaba que debía elegir entre "reorientar" sus trabajos o perder todo acceso al telescopio (Marshall, 1990, p. 249).

Como es sabido, los científicos tienden a fiarse de lo que leen en las revistas académicas porque los artículos que se publican en ellas han sido revisados por sus editores y referees y, al menos en principio, ofrecen algunas garantías de validez y veracidad. Para provocar un cambio de paradigma no basta con tener datos contundentes e irrefutables que supongan un conflicto para la teoría dominante. Es preciso acceder a las revistas científicas que leen los investigadores si se quiere tener un mínimo impacto en la comunidad académica. Si no se supera esta barrera, las posibilidades de conseguir cierta atención son escasas. Otra posibilidad consiste en acudir a las reuniones y congresos académicos. Ciertamente, en alguna ocasión una asociación científica "seria" ha apoyado algún congreso de disidentes (anexo 3), pero no es común que esto suceda.

La publicación en las revistas académicas de artículos en los que se cuestionan los puntos de vista dominantes puede llegar a ser realmente difícil. En algunas áreas, como la Física, existen revistas (como *Foundations of Physics*), que permiten y fomentan los trabajos más innovadores. Hace años una revista llamada *Speculations in Science and Technology* daba salida a artículos "heterodoxos". Se dispone, por otra parte, de un foro de

comunicación en Internet abierto a las contribuciones individuales en Física (xxx.lanl.gov) que puede servir para dar a conocer algunos trabajos que tendrían escasas posibilidades de ser aceptados en revistas oficiales que, como suele ser común, muestran una actitud claramente negativa ante los artículos en los que se cuestionan las teorías dominantes. Por ejemplo, Caroline Thompson ha relatado los múltiples problemas que ha encontrado para publicar sus análisis sobre los experimentos de "entanglement" (enredo) en Mecánica Cuántica (Thompson, 1999) y cómo recurrió a este foro alternativo.

En al menos dos ocasiones la prestigiosa revista *Nature* ha propinado sendos escarmientos públicos a investigadores que cuestionaban paradigmas dominantes. En el primer caso, se trataba de Ungar, un biólogo que sostenía que era posible la transferencia química de la memoria de un organismo a otro. La revista *Nature* publicó un trabajo suyo sobre el tema (Ungar, Desiderio y Parr, 1972), seguido de un análisis demoledor (Stewart, 1972). En el segundo caso, se trataba de los conocidos experimentos dirigidos por Jacques Benveniste sobre el supuesto efecto químico de una sustancia ultra diluida (Davenas y otros, 1988). Esta vez la revista publicó el artículo del grupo de Benveniste más un editorial en el que se criticaban las limitaciones y problemas de los resultados del artículo anterior (Anónimo, 1988). Sin embargo, según Benveniste, su trabajo ha sido replicado por otros investigadores (www.digibio.com/perso/jb/). De hecho, este científico sigue activo en el área.

En áreas como la Medicina, la reacción ante teorías que cuestionan los puntos de vista mayoritarios también suele ser negativa. Por ejemplo, Peter Duesberg ha tenido enormes dificultades para dar a conocer su teoría alternativa sobre las causas del SIDA (según la cual el SIDA no está originado por el VIH, sino por el uso de drogas y otros productos tóxicos) (Duesberg, 1996). En este caso, el argumento que se utiliza para justificar el rechazo es que, si se difundiese este punto de vista, peligrarían los esfuerzos destinados a controlar la difusión de dicha enfermedad. Otras teorías alternativas sobre el origen del SIDA también han encontrado una resistencia notable por parte de la comunidad investigadora (Martin, 1993; Martin, 1996b; Martin, 2001).

Sin embargo, la represión de teorías y propuestas que van contra los puntos de vista dominantes no siempre obedece a motivaciones tan aparentemente altruistas. A veces los intereses corporativistas tienen un peso considerable en las supresiones intelectuales. Volvamos, de nuevo, al caso de los intentos por detectar ondas de gravedad. Como hemos indicado, Weber, uno de los pioneros en el área, defendía un enfoque alternativo, según el cual, la detección podría llevarse a cabo mediante unas técnicas considerablemente más simples que las que exigía el método respaldado por la mayor parte de la comunidad (proyecto LIGO). Este último era un empeño en el que estaban implicados varios cientos de científicos, con un gasto considerable de recursos y materiales. Muchos investigadores temían que, si las propuestas de Weber eran consideradas en serio por los gestores de la política científica, la reputación y el desarrollo del campo de investigación sobre ondas de gravedad podría verse gravemente comprometido. En una típica maniobra de "castigo", la revista *Physical Review D* rechazó un artículo de Weber, que se vio obligado a publicarlo en otra revista menos conocida, //

Nuovo Cimento. Sin embargo, la revista original aceptó una refutación al trabajo de Weber y rechazó publicar su respuesta a dicha refutación (Collins, 1999, p. 180). Como puede comprobarse, la construcción del conocimiento va asociada, a veces, a la competencia por obtener posiciones dominantes y a la eliminación de alternativas rivales, un factor que rara vez se tiene en cuenta en las visiones candorosas sobre la ciencia que ofrecemos a nuestros alumnos o en las que se nos presentan en los libros de Filosofía de la Ciencia.

Incluso cuando consiguen acceder a los canales "*oficiales*" (congresos y revistas científicas), los disidentes tienen que luchar contra el desinterés de la comunidad académica. Los científicos suelen estar muy ocupados con sus propias tareas de investigación y, en general, no suelen prestar atención a las propuestas en las que se cuestionan teorías tan firmemente establecidas como la Mecánica Cuántica o la Relatividad. Por otra parte, como se ha indicado, cuando la comunidad académica considera que una controversia o un asunto (por ejemplo, la "*fusión fría*") están cerrados; existen pocas posibilidades de que se tomen en cuenta nuevos trabajos sobre el tema. Además, las desventajas previsibles de apoyar activamente a científicos heterodoxos son considerables, mientras que las ganancias aparentes son escasas. El sistema académico de recompensas premia al que realiza un descubrimiento, no al que lo reconoce o lo valora. De nuevo, aparecen en nuestro estudio elementos que nos obligan a prestar atención a factores como los premios y reconocimientos, la reputación, el prestigio, la opinión del resto de la comunidad, como determinantes en los procesos de construcción y desarrollo de la ciencia y del conocimiento científico.

Algunos miembros de la comunidad académica "*oficial*" optan por el sarcasmo como respuesta. Así, por ejemplo, en el anexo 5 se cita una página web en la que se ridiculizan las teorías y puntos de vista de muchos disidentes, mezclándolos con conocidos charlatanes. No terminan aquí las reacciones negativas de la ciencia "*oficial*" ante los heterodoxos. Algunos de los investigadores que cuestionan las teorías dominantes se quejan de que son sistemáticamente marginados en las universidades y centros de investigación y de que, incluso, se ven forzados a buscar otros trabajos (Chappell, 1996). Ciertamente, el sesgo contra los científicos que combaten paradigmas dominantes puede actuar más sutilmente. Por ejemplo, si un investigador es incapaz de conseguir financiación para sus proyectos y sus artículos son sistemáticamente rechazados por las revistas académicas, estará en desventaja frente a otros colegas. En un sistema competitivo, como el americano, ello implica verse relegado a plazas en universidades poco prestigiosas e incluso perder el trabajo. Todo ello sin necesidad de que se ejerza ningún tipo de censura o represalia especial por dedicarse a trabajos poco recomendables: simplemente, el investigador que no consiga publicar tendrá peor currículum que sus competidores. Como puede comprobarse, la sociología de la ciencia ayuda a entender procesos de cambio conceptual (y de resistencia al mismo) que suelen estudiarse únicamente desde puntos de vista lógicos o epistemológicos que resultan, por tanto, limitados e incompletos.

Los disidentes luchan por el reconocimiento y buscan audiencias alternativas

Los científicos que cuestionan paradigmas dominantes son plenamente conscientes de que sus puntos de vista no son bien recibidos por la comunidad académica. Sus quejas en este sentido son recurrentes (Campanario y Martín, 2004). Ante la resistencia de las revistas científicas y de la comunidad académica "oficial", los investigadores que ponen en duda las teorías dominantes pueden optar por algunas estrategias orientadas a difundir sus teorías y descubrimientos.

En el transcurso de una controversia científica se suelen intercambiar argumentos a favor y en contra de los puntos de vista en conflicto. Incluso la supuesta replicación de experimentos, algo que suele considerarse como prueba objetiva de validez, se presta a múltiples interpretaciones y disputas. Por ejemplo, cuando decenas de investigadores se lanzaron a repetir los sensacionales (y aparentemente sencillos) experimentos de Fleischmann y Pons sobre "fusión fría", descubrieron que las cosas no eran tan fáciles como parecían. Como señalan Collins y Pinch, "se discutieron el tamaño exacto de los electrodos, las densidades de corriente con que se hacían funcionar las células, si la sal de litio era imprescindible o si podía sustituirse por otra sal, si el cátodo estaba 'envenenado' y con qué y durante cuánto tiempo debía prolongarse el experimento. Nada de todo esto estaba claro" (Collins y Pinch, 1996, p. 86). Estos y otros detalles forman parte de lo que se ha dado en llamar "conocimiento tácito" de los científicos. (Collins, 2001; Polanyi, 1958). Este tipo de "conocimiento tácito" se genera durante las tareas de investigación y se refiere a aspectos como los métodos experimentales, los aparatos o programas de ordenador que utilizan, etc. Resulta difícil transmitir este tipo de conocimiento tácito a otros especialistas, fundamentalmente porque el medio de comunicación habitual en ciencia (el artículo de investigación), adopta un formato que no favorece la descripción de los detalles que conforman dicho conocimiento. Estos detalles, en ocasiones, resultan decisivos para la replicación de un experimento o una medición (Collins, 2001). Sin embargo, el investigador que lleva años trabajando en un tema sí conoce estas cosas y las toma en cuenta, por ejemplo, cuando se fía de sus propias mediciones y resultados y desconfía de los obtenidos por otros. Conseguir que el resto de la comunidad acepte esta confianza puede ser muy difícil.

Lo más habitual es que los científicos que cuestionan paradigmas dominantes se encuentren con un muro de silencio. Ciertamente, estos disidentes suelen quejarse de que sus argumentos no son comprendidos ni atendidos por los defensores del orden establecido (Chappell, 1996). Como puede comprobarse, los científicos disidentes se enfrentan a un dilema de difícil solución. Aunque son conscientes de que van a obtener una atención escasa por parte de la mayor parte de la comunidad académica, saben que sus teorías y propuestas sólo serán consideradas válidas si reciben la atención y el reconocimiento de esa misma comunidad que los rechaza.

Algunos disidentes inician campañas entre sus colegas o se dirigen a los políticos encargados de distribuir los fondos de investigación. Por ejemplo, Weber escribió a otros científicos y a políticos relacionados con el Congreso

de los EE.UU., sugiriendo que sus métodos experimentales para detectar ondas de gravedad podrían ser más sensibles y baratos que los del proyecto LIGO (Collins, 1999, p. 185). Otros científicos que combaten las teorías dominantes abandonan los mecanismos habituales de comunicación académica y buscan el apoyo de la opinión pública mediante campañas de prensa. Por ejemplo, Linus Pauling no dudó en utilizar su inmenso prestigio y popularidad para promocionar sus teorías alternativas sobre el cáncer (Richards, 1988). Un catedrático americano, Pierre Marie Robitaille, publicó recientemente un anuncio pagado en el *New York Times* proponiendo un modelo alternativo sobre la estructura del Sol (Robitaille, 2002). Se trata en todos los casos de encontrar audiencias alternativas, una de las estrategias disponibles para los disidentes (Martin, 1998).

La comunidad académica suele reaccionar con desagrado ante estas tácticas que alejan el debate de los foros en que, según ellos, debe mantenerse. Por ejemplo, muchos científicos creen que Fleischmann y Pons no debieron iniciar la tormenta que desencadenaron con la famosa rueda de prensa en la que dieron a conocer sus experimentos sobre "*fusión fría*" (Simon, 2001). Para evitar esos problemas, en los últimos años, revistas como *Nature* y *Science* exigen a los autores de artículos enviados para su publicación que se abstengan de darlos a conocer a la prensa hasta que exista una decisión del comité editorial (esta política suele denominarse "*embargo*").

Un aspecto interesante de la actitud de los disidentes nos lleva, de nuevo, a cuestionar creencias muy extendidas sobre la dinámica del conocimiento científico. Algunas de las teorías alternativas que proponen los disidentes son, en principio, fácilmente falsables, dado que son menos sofisticadas que los paradigmas dominantes. Según Popper, éste es el criterio básico que debe cumplir cualquier explicación científica. Por ejemplo, la teoría que defienden Bergman y Wesley, según la cual el electrón es un anillo de carga que gira a alta velocidad, predice el valor del spin utilizando el electromagnetismo clásico (Bergman y Wesley, 1990). No debería ser difícil diseñar un experimento para contrastar dicha teoría, pero no parece que la comunidad investigadora esté por la labor.

Aunque los puntos de vista de Popper han sido cuestionados por otros filósofos de la ciencia (Chalmers, 1982), muchos libros de texto propagan una visión similar, según la cual, la labor científica consiste en proponer y contrastar teorías, de modo que cuando se produce un conflicto con los datos experimentales, esas teorías son abandonadas. Seguramente, muchos investigadores en activo creen que la ciencia funciona así, a pesar de que la historia demuestra que las cosas rara vez son tan fáciles. El estudio de la disidencia científica puede servirnos para insistir más en las limitaciones del falsacionismo para entender el cambio de teorías. Evidentemente, otros factores influyen para que nadie se moleste en realizar experimentos relativamente sencillos para falsar una teoría que, por otra parte, predice y explica diversos fenómenos experimentales. La ciencia no es siempre una actividad abierta a cualquier tipo de propuesta o teoría.

Algunas implicaciones educativas y conclusiones generales

En distintos apartados de este trabajo hemos señalado algunas consecuencias educativas de los temas que estamos abordando. Tal vez la implicación más evidente tiene que ver con las ideas inadecuadas que transmitimos a nuestros alumnos sobre la construcción de la ciencia y el conocimiento científico. La comunidad docente e investigadora en enseñanza de las ciencias ha planteado en los últimos años la necesidad de insistir en la alfabetización científica y tecnológica, comprensión pública de la ciencia, ciencia para todas las personas, cultura científica y tecnológica, educación CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad), etc. (Membiela, 2002). Creemos que una parte importante de los contenidos anteriores tiene que ver con la concepción pública de la ciencia.

Como ha quedado de manifiesto en los ejemplos que han sido analizados más arriba, el tratamiento que reciben aquellos que cuestionan los paradigmas dominantes puede ser poco "*científico*". Mucha gente cree que la ciencia consiste en conocimiento correcto, más allá de toda duda porque supuestamente se ha obtenido mediante un "*método*" que está en la base de su validez. Los casos presentados en este trabajo nos ofrecen un repertorio de ejemplos que pueden ayudarnos a cuestionar tales concepciones ingenuas sobre la ciencia y a conseguir que nuestros alumnos adquieran una idea más acertada sobre ciertos procesos que interfieren en la supuestamente serena valoración de las teorías alternativas.

La primera aplicación que se propone relativa a todo lo que se ha tratado, consiste, pues, en diseñar algún tema o unidad didáctica en el que se aborden las disidencias científicas como contenido fundamental. La relativa abundancia de recursos y casos fácilmente accesibles hace que elaboración de materiales no suponga ningún problema. Una tarea de investigación en Internet por parte de los alumnos puede dar lugar a nuevos e interesantes resultados que permitirán preparar unos contenidos que, hoy por hoy, están ausentes de las programaciones y temarios oficiales.

Episodios y casos como los que aquí se tratan pueden ser utilizados por personas interesadas en propagar una imagen de la ciencia como la de una institución en la que existe censura y represión cognitiva. En un momento en el que las creencias pseudocientíficas inundan la sociedad, tanto la comunidad investigadora como los enseñantes deberían estar preparados para admitir y reconocer que, ciertamente, la ciencia es una actividad que puede llegar a ser muy autoritaria.

Nunca insistiremos bastante en la influencia de diversos factores sociales en el descubrimiento científico. El efecto de la opinión de otros investigadores sobre el trabajo propio es enorme. Por ejemplo, debido al desprestigio en que han caído ciertos temas, como la parapsicología, la existencia de vida extraterrestre inteligente o las teorías alternativas a la Relatividad y la Mecánica Cuántica, aquellos que quieren abordarlos con rigor se ven obligados a realizar grandes esfuerzos para señalar las diferencias y marcar los límites que existen entre sus enfoques y otros menos "*serios*". No cabe duda de que este tipo de autocensura hace que muchos investigadores se alejen de campos problemáticos ante la perspectiva de dañar su reputación. Se pone de manifiesto, de nuevo, algo que rara vez contamos a los alumnos:

no todas las preguntas son igualmente legítimas en ciencia. De hecho, como señala Martin, los intereses de determinados grupos sociales determinan, en gran parte, que se investigue sobre un tema u otro (Martin, 1979, p. 58).

El estudio de la disidencia científica puede utilizarse también como un recurso educativo. En algunos cursos universitarios de Física, podría resultar interesante estudiar con detalle algunas de las teorías y propuestas alternativas de los investigadores heterodoxos (Campanario y Martin, 2004). Por ejemplo, el análisis del modelo del electrón citado más arriba, que supone que éste está formado por un anillo de carga que gira a gran velocidad, puede servir como un excelente ejercicio para estudiantes avanzados. Otras objeciones y críticas a las teorías dominantes pueden ilustrar errores conceptuales en los que, seguramente, podrían incurrir los propios alumnos. Las objeciones y críticas que se plantean a las teorías en vigor también pueden servir para generar y plantear preguntas abiertas para las que los paradigmas reinantes no han sido capaces de ofrecer respuestas aceptables. Probablemente, algunas de tales preguntas y cuestiones ayudarán a los alumnos universitarios más avanzados a darse cuenta de que han entendido superficialmente determinados aspectos de las teorías que están estudiando. Se trata, evidentemente, de una orientación metacognitiva, en la medida en que se ayuda a los alumnos a darse cuenta de que no detectan dificultades en su propia comprensión.

Otra posibilidad consiste en realizar un tratamiento multidisciplinar de las disidencias, en colaboración con profesores de otras áreas de conocimiento. Como es sabido, una característica de las sociedades complejas es la coexistencia en su seno de distintas ideas y puntos de vista. Mientras el profesor de historia o de filosofía aborda en sus clases las diferentes ideologías y enfoques filosóficos, con sus luchas correspondientes, el profesor de ciencias puede tratar el tema de las diferentes visiones de la ciencia, con enfrentamientos y problemas como los que hemos estudiado aquí. Se favorecen así los enfoques integradores desde varias disciplinas. Una actividad interesante consiste en analizar las diferentes heterodoxias políticas, económicas y/o sociales y compararlas con las heterodoxias científicas. En este caso, es especialmente interesante analizar la respuesta que reciben los disidentes en todas las áreas por parte de los defensores de las teorías, paradigmas o puntos de vista dominantes.

Una ventaja de estos enfoques que proponemos es que los materiales y recursos que se utilizarían son ciertamente innovadores, a la vez que resultan baratos y asequibles. Así, los profesores interesados en profundizar más en estos temas pueden encontrar abundante información sobre la disidencia científica a partir de las páginas web que se citan en los anexos que aparecen en este trabajo. No es difícil conseguir referencias adicionales. Aquellos que deseen avanzar en el estudio de la dinámica actual de la ciencia deberían consultar las revistas *Social Studies of Science* y *Studies in History and Philosophy of Science* (anexo 5). La primera es una de las mejores publicaciones en el área de dinámica y estudios sociales de la ciencia y en ella son frecuentes los estudios de casos concretos de disidencia y controversias científicas. La segunda revista es también una fuente ocasional de información sobre el mismo tema.

Como hemos señalado en otros trabajos previos (Campanario, 1999; Campanario, 2002a), aunque la inclusión en los programas escolares de ciencias de contenidos relacionados con la construcción y evolución del conocimiento es un paso positivo en la dirección correcta, existe el peligro de transmitir a los alumnos una visión inadecuada de la ciencia si centramos nuestra atención en episodios especialmente relevantes de la historia de la ciencia y olvidamos la realidad cotidiana del trabajo de los investigadores. En particular, el estudio de la disidencia debería ayudarnos a cuestionar ciertas visiones que insisten en diferenciar claramente entre períodos de ciencia "normal" y períodos de revoluciones científicas. Como puede comprobarse fácilmente, existen disidentes y críticos a los paradigmas dominantes incluso en épocas de ciencia "normal", cuando no se detectan indicios de crisis y cuando los triunfos de esos paradigmas dominantes son más y más abrumadores (por ejemplo, en estos momentos en Mecánica Cuántica se producen nuevos avances en criptografía cuántica y en el diseño futuro de ordenadores mucho más potentes que los actuales). Algunos de los científicos que cuestionan los paradigmas dominantes no son simples locos. En muchos casos se trata de investigadores muy cualificados y con un abultado currículum profesional. Estos disidentes se comportan "científicamente": editan sus propias revistas académicas (con sistemas de revisión por expertos, como las otras) y celebran sus propios congresos y reuniones (anexo 3).

El papel que en la aceptación de un trabajo científico desempeñan factores, como el prestigio o la reputación de los autores y que son ajenos, en principio, al mérito intrínseco propio, es otro elemento que contrasta con las visiones tradicionales sobre la ciencia que transmitimos a nuestros alumnos. Tal vez el origen de estas concepciones idealizadas esté en el deseo de diferenciar el conocimiento científico de otros tipos de conocimiento en los cuales el papel de la autoridad personal es más relevante. Sin embargo, lejos de desaparecer, factores como la reputación o el prestigio desempeñan un papel fundamental en la construcción y evolución de la ciencia. Como hemos visto, los propios disidentes buscan ansiosamente el reconocimiento de los científicos "normales" y que éstos acepten sus teorías.

Si conseguimos que nuestros alumnos desarrollen una visión más adecuada de la ciencia y de los procesos de construcción y evaluación del conocimiento científico, es probable que estemos más cerca de uno de los objetivos generales de la alfabetización científica: la concepción de la ciencia como un conocimiento tentativo, sujeto siempre a la posibilidad de error y en el cual la formulación de nuevas teorías desempeña un papel fundamental. La presentación de casos como los que analizamos más arriba puede servir al profesor para transmitir cierta "inseguridad" a sus alumnos sobre la ciencia. Esta inseguridad puede ayudar a combatir las concepciones ingenuas sobre la ciencia como un conocimiento cierto más allá de toda duda. En este caso estaríamos abordando metas y objetivos de tipo actitudinal, que se encuentran entre los de mayor valor taxonómico y, como es sabido, resultan difíciles de conseguir. Aunque existen diversas propuestas para desarrollar actitudes favorables hacia la ciencia, creemos que no hay que olvidar que la propia ciencia puede dar lugar a conductas dogmáticas por parte de aquellos que defienden las teorías dominantes. Los profesores de ciencias deben decidir si el desarrollo de actitudes favorables hacia la ciencia es compatible

con una presentación de esta actividad como una actividad humana más en la cual son posibles las conductas y patologías que se observan en otros dominios. Por ejemplo, cuando se estudian los sistemas políticos, el profesor correspondiente puede optar por silenciar algunos de los inconvenientes de los sistemas democráticos o puede optar por presentar tanto las ventajas como los inconvenientes. En el caso de la ciencia, deberíamos optar por un enfoque similar en el que se incluyan no sólo los aspectos positivos de dicha actividad, sino también aquellas cuestiones más espinosas e incómodas para los propios científicos y que la población educada tiene el derecho de conocer.

Las heterodoxias científicas son, a veces, reprimidas por las autoridades y puestas fuera de la ley. Esto ocurre, por ejemplo, en el caso de algunos enfoques alternativos en Medicina. Es evidente que en estos casos los poderes públicos buscan la protección de un bien común: la salud y la vida de los ciudadanos. Sin embargo, algunas prácticas, teorías o enfoques que han sido reprimidos en determinados contextos socioculturales, han sido permitidos en otros (Ej.: la acupuntura), lo cual plantea nuevas dudas acerca de la supuesta infalibilidad del conocimiento científico, un punto de vista que, como se ha indicado, parece que está muy extendido entre la población. De nuevo, esta realidad se presta a interesantes análisis en clase desde distintos puntos de vista y en colaboración con profesores de otras áreas.

Por último, un factor al que casi nunca se presta atención cuando se presenta la ciencia a los alumnos, es el papel que en su construcción desempeña el sistema académico de recompensas. El reconocimiento que se recibe es tanto mayor cuanto más relevante es la aportación que se realiza al conocimiento y, no cabe duda de que falsar o "*tumbar*" una teoría dominante representaría un éxito supremo. Probablemente, algunos de los disidentes sueñe con alcanzar esta meta. Por otra parte, pensemos en la situación de un investigador "*normal*" que ha realizado toda su labor científica a la luz de una teoría como la Mecánica Cuántica. ¿Es posible que esté dispuesto, así, sin más, a comprobar como cae derribado el paradigma que da sentido a su trabajo y, por tanto, a su supuesto reconocimiento académico y a su prestigio social?

Agradecimientos

Quiero expresar mi agradecimiento a Daniel Tapia y a un revisor anónimo por sus sugerencias y correcciones. El MECD concedió al autor una ayuda a la movilidad para una estancia en la Universidad de Wollongong (Australia) en 2002 (PR2002-0046). Este trabajo se realizó, en parte, en el marco del proyecto PAI-03-001, financiado por la Junta de Comunidades de Castilla-La Mancha (España).

Referencias bibliográficas

- Anónimo (1988). When to believe the unbelievable. *Nature*, 333, 787.
- Arp, H. (1998). *Seeing red-Red shifts, cosmology and academic science* Montreal: Apeiron.
- Azevedo, I.; Pinto-do-O, P. y N. Borges (1995). Birth dates. *Nature*, 376, 381.

Bem, D.J. y C. Honorton (1999). Does Psi exist? Replicable evidence for an anomalous process of information transfer. *Psychological Review*, 115 (1), 4-18.

Bergman, D.L. y J.P. Wesley (1990). Spinning charged ring model of electron yielding anomalous magnetic moment. *Galilean Electrodynamics*, 2, 63-67 (disponible en www.CommonSenseScience.org)

Brush, S.G. (1990). Prediction and theory evaluation. *EOS*, 71, 19-33.

Brush, S.G. (1993). Prediction and theory evaluation: Subatomic particles. *Rivista di Storia della Scienza*, Serie 2, 1, 47-152.

Brush, S.G. (1994). Dynamics of theory change: The role of predictions. *Proceedings of the 1994 Biennial Meeting of the Philosophy of Science Association* Michigan: East Lansing.

Brush, S.G. (1996). The reception of Mendeleev's periodic law in America and Britain. *Isis*, 87, 595-628.

Brush, S.G. (1999a). Dynamics of theory change in chemistry: Part 1. The Benzene problem 1865-1945. *Studies in History and Philosophy of Science*, 30, 21-79.

Brush, S.G. (1999b). Dynamics of theory change in chemistry: Part 2. Benzene and molecular orbitals 1945-1968. *Studies in History and Philosophy of Science*, 30, 263-302.

Campanario, J.M. (1993a). Consolation for the scientist: Sometimes it is hard to publish papers that are later highly-cited. *Social Studies of Science*, 23, 342-362.

Campanario, J.M. (1993b). Not in our Nature. *Nature*, 361, 488.

Campanario, J.M. (1995). Commentary: On influential books and journal articles initially rejected because negative referees' evaluations. *Science Communication*, 16, 304-325.

Campanario, J.M. (1996). Have referees rejected some of the most-cited articles of all times? *Journal of the American Society for Information Science*, 47, 302-310.

Campanario, J.M. (1999). La ciencia que no enseñamos. *Enseñanza de las Ciencias*, 17, 397-410.

Campanario, J.M. (2002a). The parallelism between scientists' and students' resistance to new scientific ideas. *International Journal of Science Education*, 24, 1095-1110.

Campanario, J.M. (2002b). *La enseñanza de las ciencias en preguntas y respuestas*, www.uah.es/otrosweb/jmc (Alcalá de Henares: Universidad de Alcalá).

Campanario, J.M. (2004). Rejecting Nobel class papers and resisting Nobel class discoveries (en revisión).

Campanario, J.M. y Martin, B. (2004). Challenging current Physics paradigms. *Journal of Scientific Exploration* (en prensa).

Campanario, J.M. y Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17, 179-192.

CBE, Council of biology Editors (1991). *Peer review in scientific publishing* Chicago, Illinois: Council of Biology Editors.

Chalmers, A.F. (1982). *¿Qué es esa cosa llamada ciencia?*, Madrid: Siglo XXI Editores.

Chappell, J. (1996). Defense of a paradigm. *The Scientist*, 10 (6), 12.

Charpentier-Morize, M. (1997). Perrin, padre del átomo y detractor de la Química moderna. *Mundo Científico*, 178, 372-376.

Collins, H.M. (1999). Tantalus and the aliens: Publications, audiences and the search for gravitational waves. *Social Studies of Science*, 29 (2) 163-97.

Collins, H.M. (2001). Tacit knowledge, trust and the Q of sapphire. *Social Studies of Science*, 31, 71-85.

Collins, H. y T. Pinch (1996). *El Gólem. Lo que todos deberíamos saber acerca de la ciencia*, Barcelona: Grijalbo Mondadori.

Davenas, E.; Beauvais, F.; Amara, J.; Oberbaum, M.; Robinzon, B.; Miadonna, A.; Tedeschi, A.; Pomeranz, B.; Fortner, P.; Belon, P.; Sainte-Laudy, J.; Poitevin, B. y J. Benveniste (1988). Human basophil degranulation triggered by very dilute antiserum against IgE. *Nature*, 333, 816-818.

Dudink, A. (1994). Birth date and sporting success. *Nature*, 368, 592.

Duesberg, P. (1996). *Inventing the AIDS virus* Washington, DC; Regnery Publishing.

Ertel, S (2000). Bulky mars effect hard to hide: Comment on Dommanget's account of the belgian skeptics' research. *Journal of Scientific Exploration*, 14, (3), 431-446.

Gauquelin, M. (1976). *Los relojes cósmicos*. Espulgues de Llobregat: Plaza y Janés.

Godlee, F. y T. Jefferson (1999). *Peer review in health sciences*. Londres: BMJ Books.

Gotoda, T. (1995). Born in summer. *Nature*, 377, 672.

Hook, E.B. (2002). *Prematurity in scientific discovery. On resistance and neglect*. Berkeley, California: University of California Press.

Horrobin, D.F. (1990). The philosophical basis of peer review and the suppression of innovation. *Journal of the American Medical Association*, 263, 1438-1441.

Hyland, K. (1998). *Hedging in scientific research articles* Amsterdam: John Benjamin.

Lakatos, I. (1983). *La metodología de los programas de investigación científica*. Madrid: Alianza Editorial.

Latour, B. (1987). *Science in Action*. Cambridge: Massachusetts: Harvard University Press.

Latour, B. y S. Woolgar (1995). *La vida en el laboratorio. La construcción de los hechos científicos*. Madrid: Alianza Editorial.

Levine, I. (1977). *Química Cuántica*. Madrid: Editorial AC.

Marshall, E. (1990). Science beyond the pale. *Science*, 249, 14-16.

Martin, B. (1979). *The bias of science*. Canberra: Society for Social Responsibility in Science.

Martin, B. (1993). Peer review and the origin of AIDS -- a case study in rejected ideas. *BioScience*, 43 (9), 624-627.

Martin, B. (1996a). *Confronting the experts*. Albany, N.Y.: State University of New York Press.

Martin, B. (1996b). Sticking a needle into science: the case of polio vaccines and the origin of AIDS. *Social Studies of Science*, 26 (2), 245-276.

Martin, B. (1998). Strategies for dissenting scientists. *Journal of Scientific Exploration*, 12, 605-616.

Martin, B. (1999a). Suppressing research data: Methods, context, accountability, and responses. *Accountability in Research*, 6, 333-372.

Martin, B. (1999b). Suppression of dissent in science. *Research in Social Problems and Public Policy*, 7, 105-135.

Martin, B. (2001). The burden of proof and the origin of acquired immune deficiency syndrome, *Proceedings of the Royal Society of London, Series B*, 356, 939-944.

Martin, B.; Baker, C.M.A.; Manwell, C. y C. Pugh (1986). *Intellectual suppression*. Londres: Angus and Robertson Publishers.

Membiela, P., Ed. (2002). *Enseñanza de las ciencias desde la perspectiva ciencia-tecnología-sociedad. Formación científica para la ciudadanía*. Madrid: Narcea.

Merton, R.K. (1985). *La Sociología de la ciencia*. Madrid: Alianza Universidad.

Moran, G. (1998). *Silencing scientists and scholars in other fields: Power, paradigm controls, peer review and scholarly communication*. Greenwich, EE.UU: Ablex Publishing Corporation.

Nelson, R.R.; Bradish, G.J.; Jahn, R.G. y B.J. Dunne (1994). A linear pendulum experiment: Effects of operator intention on damping rate. *Journal of Scientific Exploration*, 8, (4) 471-489.

Nissani, M. (1995). The plight of the obscure innovator in science: A few reflections on Campanario's note. *Social Studies of Science*, 25, 165-183.

Polanyi, M. (1958). *Personal knowledge*. Londres: Routledge & Kegan. Segunda parte, 'The Tacit Dimension', pág. 69-245.

Richards, E. (1988). The politics of therapeutic evaluation: the vitamin C and cancer controversy. *Social Studies of Science*, 18, 653-701.

Robitaille, P.M. (2002). The collapse of the big bang and the gaseous sun. *New York Times*, 17 Marzo (disponible en www.thermalphysics.org)

Simon, B. (1999). Undead science: Making sense of Cold Fusion after the (arti)fact. *Social Studies of Science*, 29 (1), 61-85.

Simon, B. (2001). Public science: media configuration and closure in the cold fusion controversy. *Public Understanding of Science* 10, 383-402.

Sommer, T.J. (2001). Suppression of scientific research: bahramdipity and nulltiple scientific discoveries. *Science and Engineering Ethics*, 7, 77-104.

Stewart, W.W. (1972). Comments on the chemistry of Scotophobin. *Nature*, 238, 202-209.

Sun, M. (1981). At long last, Linus Pauling lands NCI grant. *Science*, 212, 1126-1127.

Thompson, C. (1999). The tangled methods of quantum entanglement experiments. *Accountability in Research*, 6, 311-332 (users.aber.ac.uk/cat/Tangled/tangled.html).

Toulmin, S. (1977). *La comprensión humana. 1. El uso colectivo y la evolución de los conceptos*. Madrid: Alianza Editorial.

Ungar, G.; Desiderio, D.M. y W. Parr (1972). Isolation, identification and synthesis of a specific-behaviour-inducing brain peptide. *Nature*, 238, 198-202.

Weber, G.W.; Prossinger, H. y H. Seidler (1998). Height depends on month of birth. *Nature*, 391, 754-755.

Weller, A.C. (2001). *Editorial peer review. Its strengts and weaknesses*. New York: ASIST Monograph Series.

Anexo 1.- Algunas revistas utilizadas por científicos disidentes para publicar artículos en los que se cuestionan los paradigmas dominantes.

Revista	Área
<i>Galilean Electrodynamics</i> (www.eternalchaos.com/galicont.html)	Física
<i>Journal of Scientific Exploration</i> (www.jse.com)	Multidisciplinar
<i>Infinite Energy</i> (www.infinite-energy.com/IEHTML/IEmag.html)	Física y Química
<i>Phenomena Research Journal</i> (salve.slam.katowice.pl/phenomen.html)	Multidisciplinar
<i>Medical Hypotheses</i> (www.harcourt-international.com/journals/mehy)	Medicina
<i>Apeiron</i> (redshift.vif.com/current_issue.htm)	Física y Cosmología
<i>Journal of Parapsychology</i> (www.rhine.org/journal.shtml)	Parapsicología
<i>Journal of New Energy</i> (www.padrak.com/ine/PRODUCTS.html)	Física

Anexo 2.- Algunos científicos que han cuestionado o combatido paradigmas dominantes.

Jean Perrin: Ganador del Premio Nobel de Física en 1926, sostuvo una teoría alternativa, según la cual <i>"toda reacción es provocada por una radiación luminosa y su velocidad es determinada por la intensidad de dicha radiación"</i> (Charpentier-Morize, 1997)
Joseph Weber: Considerado el <i>"padre"</i> de la detección de las ondas gravitacionales. Previamente realizó trabajos muy influyentes sobre máseres (antecedentes de los láseres) (Collins, 1999). Propuso un método alternativo para detectar ondas gravitacionales.
Linus Pauling: Ganador del Premio Nobel de Química en 1954 y de la Paz en 1962. Pauling propuso un método alternativo para frenar el cáncer basándose en dosis elevadas de vitamina C.
Brian Josephson: Ganador del Premio Nobel de Física en 1973 por su descubrimiento del <i>"efecto Josephson"</i> . Desde hace 30 años estudia la Física de los fenómenos paranormales. Actualmente dirige un grupo de investigación en la Universidad de Cambridge (Laboratorio Cavendish) www.tcm.phy.cam.ac.uk/bdj10
Halton Arp: Conocido astrónomo alemán. Trabajó en los observatorios de Monte Palomar y Monte Wilson. Sus trabajos científicos <i>"normales"</i> fueron recompensados con los premios Helen B. Warner, Newcomb Cleveland y Alexander von Humboldt Senior Scientist Award. Mantiene teorías alternativas sobre el Big Bang. Actualmente

trabaja "exiliado" en el Max-Planck-Institut für Astrophysik (Alemania) www.haltonarp.com
Beverly Rubik: Doctora en Biofísica. Ha trabajado en las Universidades de Tempe y San Francisco State University. Autora de más de 50 artículos y varios libros. Fue miembro del consejo asesor de la oficina de Medicina Alternativa de los National Institutes of Health en Estados Unidos (1992-1999) y presidente de la comisión sobre Bioelectromagnetismo en dicha institución. Actualmente se encuentra en el Institute for Frontier Science, una institución privada dedicada a la investigación sobre medicina alternativa e interacción mente-materia. www.concentric.net/Explore
Amitabha Ghosh: Autor de más de 120 artículos científicos y varios libros. Doctor en Ingeniería, profesor en el Indian Institute of Technology (Kanpur) y director de una de sus ramas. Miembro de la Academia Nacional de Ciencias de la India y de la Academia Nacional de Ingeniería de la India. Defensor de algunas teorías alternativas en Física y Cosmología. www.iitk.ac.in/mech/people/faculty/mfg/aghosh/index.html
Peter Duesberg: Catedrático en la UCLA y miembro de la Academia Nacional de Ciencias de los Estados Unidos. Entre las distinciones recibidas figuran los premios Outstanding Investigator Award (National Institutes of Health) o First Annual American Medical Center Oncology Award. Entre sus logros científicos se cuenta el aislamiento del primer oncogen, mediante su trabajo con retrovirus en 1970. Mantiene una teoría alternativa sobre las causas del SIDA, www.duesberg.com
Howard C. Hayden: Catedrático emérito de Física en la Universidad de Connecticut. Editor durante muchos años de la revista <i>Galilean Electrodynamics</i> , que sirve de foro a los que cuestionan la teoría de la Relatividad, www.phys.uconn.edu/faculty/hayden.html
Harold E. Puthoff: Investiga actualmente la "energía del punto cero". Previamente ha trabajado en General Electric, Sperry, la Agencia de Seguridad Nacional de Estados Unidos y la Universidad de Stanford. Es titular de diversas patentes sobre láseres y comunicaciones, www.earthtech.org/ias.htm
Domina Eberle Spencer: Catedrática de Matemáticas en la Universidad de Connecticut. Ha publicado más de 200 artículos en distintos campos y es autora de varios libros. Se opone a la teoría de la Relatividad y propone una alternativa, mywebpages.comcast.net/Deneb/Notable.htm

Anexo 3.- Ejemplos de congresos y reuniones de científicos disidentes.

Localidad	Fecha	Congreso
Cambridge, Massachusetts, USA	Agosto, 2003	Tenth International Conference on Cold Fusion (ICCF-10).
Charlottesville, Virginia	Mayo, 2002	21st Annual Society for Scientific Exploration Meeting.
San Luis Obispo	Mayo, 2002	Annual Meeting of the Natural Philosophy Alliance.
Denton, Texas, USA	Marzo, 2001	Congreso conjunto de la Natural Philosophy Alliance y la AAAS SWARM Division (La AAAS, American Association for the Advancement of Science, es la entidad que edita la prestigiosa revista <i>Science</i>).

Amsterdam, Holanda	Octubre, 2000	5th Biennial Society for Scientific Exploration European Meeting.
San Petersburgo, Rusia	Julio, 2000	International Scientist's Club, Congress.
Storrs, Conneticut, USA	Junio, 2000	The New Natural Philosophy.
Lerici, Italia	Mayo, 2000	International Conference on Cold Fusion, (ICCF-8)
Santa Fe, Nuevo México, USA	Abril, 1999	Congreso conjunto de la Natural Philosophy Alliance y la AAAS (SWARM Division).

Anexo 4.- Algunas instituciones y asociaciones que agrupan a científicos disidentes o que promueven y financian investigaciones que cuestionan los paradigmas dominantes.

Institución/Asociación	Misión
Natural Philosophy Alliance mywebpages.comcast.net/Deneb/npahome.html	Asociación de científicos disidentes.
Institute for Frontier Science www.concentric.net/Explore	Instituto privado de investigación dedicado al estudio de la interacción mente-materia.
Society for Scientific Exploration www.scientificexploration.org	Asociación de científicos que propugnan mayor tolerancia en la investigación científica ante puntos de vista disidentes. Edita la revista <i>Journal of Scientific Exploration</i>
Princeton Engineering Anomalies Research, PEAR www.princeton.edu/pear/	Laboratorio de investigación sobre la interacción mente-materia y los fenómenos paranormales (Universidad de Princeton).
Lifebridge Foundation www.lifebridge.org	Fundación privada que financia proyectos de investigación heterodoxos.
Institute of Basic Research www.I-B-R.org	Instituto de investigación privado en Física y Matemáticas.
Metaresearch www.metaresearch.org	Organización sin ánimo de lucro que fomenta la investigación heterodoxa en Astronomía.
Colutron www.colutron.com/products	Empresa de equipamientos científicos. Publica también libros que combaten los paradigmas dominantes en Física.
División de Estudios de la Personalidad (Universidad de Virginia)	Grupo de investigación dedicado al estudio de fenómenos

hsc.virginia.edu/personality-studies	paranormales (Universidad de Virginia).
Institute for New Energy www.padrak.com	Institución privada dedicada a la búsqueda de nuevas fuentes de energía.

Anexo 5.- Algunos recursos en Internet para profundizar en el tema de la disidencia científica

www.duesberg.com Página personal de Peter Duesberg, investigador que mantiene teorías alternativas sobre el origen del SIDA.
www.uow.edu.au/arts/sts/bmartin/dissent Sección de la web del profesor Brian Martin en la que se recogen artículos y trabajos sobre los científicos disidentes.
www.crank.net Una web en la que se recopilan (y ridiculizan) páginas web de investigadores e instituciones disidentes, mezclando sus teorías con otras defendidas por charlatanes y embaucadores.
mywebpages.comcast.net/Deneb/Notable.htm Recopilación de enlaces a páginas personales de científicos e investigadores que cuestionan y combaten los paradigmas dominantes en Física. Como puede comprobarse, algunos de estos críticos ocupan posiciones académicas relevantes en instituciones prestigiosas.
www.aber.ac.uk/cat Web de Caroline Thompson, una de las investigadoras críticas con la Mecánica Cuántica. Contiene numerosos enlaces a páginas web de otros disidentes en Física.
www.newtonphysics.on.ca/faq/faq.html La web del Prof. Paul Marmet, uno de los críticos de la teoría de la Relatividad.
www.haltonarp.com Web del prestigioso astrónomo Halton Arp, uno de los más conocidos críticos de la teoría del Big Bang.
www.tcm.phy.cam.ac.uk/bdj10 Página web del grupo de investigación del Profesor Brian Josephson, Premio Nobel de Física en 1973 y dedicado a la investigación sobre interacción mente-materia.
allais.maurice.free.fr/English/Science.htm Página web del grupo de investigación del Profesor Maurice Allais, ganador del Premio Nobel de Economía y crítico con las teorías dominantes en Física.
www.altenergy.org Recursos y enlaces para profundizar sobre la llamada "fusión fría".
www.thermalphysics.org Web de Pierre-Marie Robitaille, catedrático de la Universidad de Ohio. Cuestiona los modelos actuales sobre el Sol.
www.elsevier.nl/locate/issn/00393681 Web de la revista <i>Studies in History and Philosophy of Science</i> . A veces se publican artículos sobre controversias científicas.

www.sagepub.co.uk/journals/details/j0005.html

Web de *Social Studies of Science*, la revista más importante sobre estudios sociales de la ciencia. Una excelente fuente de información sobre los aspectos sociales en la construcción del conocimiento científico.