

El deseo de acercar a los estudiantes de carreras universitarias de tipo científico-técnico cuestiones propias de los estudios de ciencia, tecnología y sociedad (CTS) ha llevado en las últimas décadas al desarrollo de no pocos experimentos pedagógicos. Queremos aquí contribuir a este proceso de innovación, presentando una propuesta pedagógica desarrollada sobre la base teórica y metodológica de la denominada 'sociología de la traducción', más conocida como la 'teoría del actor-red' (*actor-network theory*). Se trata de la metodología de 'descripción de controversias', que el Centro de Sociología de la Innovación lleva impartiendo desde hace más de diez años en la Escuela de Minas de París. Presentamos aquí un análisis de los dos formatos en los que se está aplicando, realizado a partir de entrevistas, la observación de su puesta en práctica y la participación en una de ellas. Extraeremos de este análisis una serie de conclusiones acerca del interés de la metodología para integrar contenidos CTS en el currículum de la formación de los ingenieros.

73

Palabras clave: enseñanza CTS, pedagogía, metodología, universidad politécnica

The wish to introduce university students of scientific or technological degrees into questions belonging to the field of Science and Technology Studies (STS) has lead in the last decades to the development of more than a few pedagogical experiments. We want to contribute to this innovation process by presenting a pedagogical proposal that has been developed on the theoretical and methodological basis of the so-called Sociology of Translation, also known as Actor-Network Theory: the methodology 'description of controversies', that the Center for the Sociology of Innovation offers at the Paris School of Mines for already more than fifteen years. In this article, we present an analysis of the two courses taught, based on interviews, observation and the participation in one of them. Based on this analysis, we extract conclusions about the interest of the methodology for the integration of STS concepts into engineering education.

Key words: STS teaching, pedagogy, methodology, polytechnic university

* La autora es miembro del Grupo de Estudios en Desarrollo, Cooperación Internacional y Ética Aplicada de la Universidad Politécnica de Valencia. Correo electrónico: katsch2@dpi.upv.es. Este artículo se ha podido realizar gracias a una ayuda concedida por la Secretaría de Estado de Educación y Universidades (programa FPU) y una estancia de ocho meses en el Centro de Sociología de la Innovación de Mines ParisTech (con una beca de traslado temporal del programa FPU).

Introducción

En paralelo a la creciente conciencia generalizada sobre la complejidad de las interrelaciones entre la ciencia, la tecnología y la sociedad, encontramos la también creciente exigencia de promover la formación de una *ciudadanía técnica o científica*, es decir, una ciudadanía capacitada para comprender las decisiones tecno-científicas y participar en ellas (Barry, 2001: 127; Leach et al., 2005). Una forma de promoverla consiste en la reorientación de la educación tecno-científica en este sentido (Luján y López Cerezo, 1996; Martín Gordillo y Osorio, 2003), aspecto que se ha abordado en el estado español intensamente para la educación secundaria¹ y que se ha empezado a explorar también en el ámbito de la educación universitaria politécnica. En esta línea encontramos iniciativas recientes en el campo particular de los estudios de arquitectura y urbanismo (De Manuel, 2005; Chinchilla y Muniesa, 2004) así como iniciativas de carácter transversal, tanto en la formación del profesorado universitario (Lobera, 2008), como en propuestas didácticas para el aula (Osorio, 2005) o por medio del aprendizaje de servicio ligado a la investigación basada en la comunidad (Schlierf et al., 2008).²

Las iniciativas descritas por estos autores hacen ver, entre otros aspectos, que acercar contenidos que se podrían considerar como propios de los estudios de ciencia, tecnología y sociedad (CTS) a la enseñanza tecno-científica no es evidente y requiere de perspectivas y metodologías innovadoras. Queremos contribuir a este proceso de innovación pedagógica mediante la presentación de una experiencia de enseñanza en CTS particular: se trata de la metodología basada en el estudio de las controversias socio-técnicas, aplicada desde hace más de dos décadas en la Escuela de Minas de París.³ Ofrecida por el Centre de Sociologie de l'Innovation (CSI), esta iniciativa tiene su fundamento en el enfoque teórico-metodológico originado en este mismo centro: la sociología de la traducción, más conocida como la teoría del *actor-red* (ANT por el acrónimo inglés de "*actor-network theory*").⁴

Siguiendo una larga tradición en los estudios sociales de la ciencia y la tecnología, la sociología de la traducción considera las controversias científicas y técnicas como un terreno idóneo para descubrir cómo llegan a constituirse los hechos científicos y tecnológicos como tales. La traslación de esta perspectiva a la enseñanza

universitaria, un proceso comenzado por el centro hace más de dos décadas y caracterizado por una innovación pedagógica constante, se ha convertido en los últimos años en un proyecto allende los muros de la Escuela de Minas. Así, la metodología está siendo desarrollada por un consorcio más amplio de instituciones que ofrecen diversas variantes de la misma a sus alumnos. Se trata de la iniciativa internacional Demoscience, que aglutina a una serie de centros de enseñanza superior de reconocido prestigio: aparte de la Escuela de Minas forman parte de ella Sciences Po en París (bajo la tutela de Bruno Latour), el Massachusetts Institute of Technology, la Ecole Polytechnique Fédérale de Lausanne y la School of Geography and the Environment de la Universidad de Oxford. También se ha experimentado con la metodología en algunas ocasiones en el marco de la enseñanza universitaria en arquitectura española (Chinchilla y Muniesa, 2004). Mediante el proyecto europeo MACOSPOL (MApping COntroversies on Science for POLitics), financiado en el séptimo programa marco de la Comisión Europea, los miembros del consorcio integran su experimentación pedagógica en un esfuerzo más amplio de investigación. Este proyecto, promovido por ocho instituciones europeas de enseñanza e investigación del campo de ciencia, tecnología y sociedad, pretende desarrollar una "plataforma colaborativa" para el mapeo de controversias científicas y técnicas con el fin de permitir a los ciudadanos europeos participar activamente en procesos de toma de decisión en el ámbito científico-tecnológico.

En la Escuela de Minas, la metodología está siendo aplicada en dos formatos diferentes. El CSI oferta una asignatura en el marco de la enseñanza obligatoria de la carrera de ingeniería civil,⁵ y una segunda asignatura como parte de un Máster de Especialización en Gestión Medioambiental, dirigido a graduados superiores y ejecutivos en activo. Ambas asignaturas tienen en común, además de su fundamento teórico, una pedagogía activa, así como el hecho de ser asignaturas obligatorias que ofrecen un "complemento CTS" a unos estudios de carácter más o menos técnico.⁶

El objetivo principal del presente artículo es ofrecer una descripción de cómo se traduce el fundamento teórico-metodológico de la teoría del actor-red a dos formatos o métodos de enseñanza CTS. Para ello, nos preguntaremos primeramente sobre el porqué de una enseñanza centrada en controversias. Continuaremos con la descripción de las dos asignaturas impartidas por el CSI y su comparación, basándonos en entrevistas llevadas a cabo con el equipo docente así como en la observación (en parte participante) de estas asignaturas. Para finalizar, extraeremos algunas conclusiones del análisis realizado sobre la apuesta particular de esta metodología en relación con la enseñanza CTS.

1. La página web de la Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura (OEI), www.oei.es, ofrece abundante información en este sentido.

2. El aprendizaje de servicio combina el esfuerzo académico de los estudiantes con el objetivo de la extensión social de la universidad, de manera que los estudiantes aplican fuera de la sociedad los conocimientos técnicos que están adquiriendo en sus estudios (Martínez, 2008). Puede combinarse con la investigación basada en la comunidad tal como la ponen en práctica muchos de los "Science Shops", donde los estudiantes realizan trabajos requeridos dentro de su formación académica en el marco de procesos de investigación colaborativa con colectivos ciudadanos (Hende y Jørgensen, 2001; www.livingknowledge.org).

3. La Escuela de Minas (École de Mines de Paris, de nombre oficial École nationale supérieure des mines de Paris, y recientemente transformada en MINES ParisTech) es una de las *Grandes Écoles* francesas y miembro de ParisTech (Paris Institute of Technology). Fundada en 1783, es una institución de enseñanza superior de élite ligada al Ministerio de Industria que forma cuadros dirigentes para el sector industrial y público francés, alrededor de 100 alumnos al año.

4. Para un panorama general de la teoría del actor-red, véase Akrich, Callon y Latour (2006) o Latour (2005).

5. Los estudios de este tipo, tal y como se realizan en el sistema de las Grandes Escuelas francesas, no son realmente comparables con los estudios de ingeniería civil en España. Por ejemplo, se observa en sus programas de formación una fuerte presencia de las ciencias económicas y sociales.

6. Lo que Luján y López Cerezo (1996) describen como ciencia vista a través de CTS, frente a otras opciones de integrar contenidos CTS en el currículum, como son los "injertos" o los estudios específicos en CTS.

1. ¿Por qué estudiar controversias?

La relevancia del estudio de las controversias para la comprensión de los fenómenos científico-técnicos en sus dimensiones sociales, políticas, económicas, etc. ha sido puesta de manifiesto por numerosos autores del campo CTS.⁷ Las situaciones de controversia científico-técnica ofrecen condiciones privilegiadas para descubrir la fabricación de los conocimientos científicos y las realidades tecnológicas que luego, una vez establecidos, son considerados 'verdades' o 'hechos' científicos, o el resultado lógico del desarrollo tecnológico. Constituyen, de este modo, un elemento básico en el campo CTS para desmontar lo que se pueden considerar posiciones positivistas y deterministas acerca del desarrollo científico y tecnológico.

Las propuestas teórico-metodológicas para abrir las 'cajas negras' (Latour y Woolgar, 1979) que los hechos científicos y las realidades tecnológicas aparentan ser han ido evolucionando y diversificándose dentro del campo CTS. Para situar la ANT dentro de esta diversidad, se puede seguir la trayectoria de la noción de *simetría*.⁸ El concepto hizo su entrada en el campo como uno de los principios constitutivos del influyente *Programa Fuerte* proclamado por David Bloor (Bloor, 1974) para el estudio de la construcción de los conocimientos científicos: las teorías, los modelos y los hechos científicos reconocidos y establecidos deben estudiarse empleando el mismo tipo de causalidades que las teorías, los modelos y los hechos rivales que en su momento fueron clasificados como erróneos. Algo más tarde, con el enfoque de la *construcción social de la tecnología* (Pinch y Bijker, 1984) este principio de simetría fue traducido al estudio social de la tecnología.

La apuesta de los autores de la teoría del actor-red por el estudio de controversias sigue esta tradición, adoptando ciertamente una posición particular. Esta se ha caracterizado a veces como un principio de simetría "generalizado" o "radicalizado" (Doménech y Tirado, 1998) en lo que respecta a la consideración de humanos y no humanos (e.g., Latour, 1991), distinguiéndola de esta forma de enfoques que entienden la ciencia y la tecnología como constructos *mentales* (Berger y Luckmann, 1986) o *sociales* como es el caso de los enfoques arriba citados. Se argumenta que el estudio de la construcción de los hechos científicos y de los artefactos tecnológicos no puede reducirse a seguir los acuerdos y desacuerdos entre grupos sociales sino que requiere tener en cuenta todo tipo de entidades (Akrich, 1989). De esta forma, la apuesta teórico-metodológica de la teoría del actor-red puede entenderse como constructivista aunque sin el aditivo 'social'.

Esta postura se ha descrito más recientemente en términos de una perspectiva pragmatista, cercana a autores como John Dewey (Latour, 2007a; Marres, 2007) o William James (Latour, 2007b). Es en este sentido que podemos entender su interés pronunciado por las *incertidumbres* inherentes al estudio de la ciencia y la tecnología (Callon et al., 2001), así como la precaución a la hora de aplicar categorías preestablecidas en el mismo. La perspectiva de la teoría del actor-red se entiende

aquí como una contestación a las teorías críticas de la tradición marxista y propone una reformulación de la investigación crítica en ciencias sociales (Latour, 2005). Una investigación crítica se caracterizaría por permitir al objeto de estudio "escaparse" de las grandes separaciones entre, por ejemplo, la naturaleza y la cultura, entre hechos y valores, o de binomios similares (Latour, 2005). Más que negar esas nociones, se trataría de reconocer y captar la constante (re)definición de las categorías que definen el mundo y de las fronteras existentes entre ellas. A su vez, esta posición ha sido contestada por algunos autores de la escuela crítica tradicional, reprochándole una falta de posicionamiento claro (por ejemplo, Feenberg, 1999).⁹

Esta particular posición teórico-metodológica marca los objetivos pedagógicos de las asignaturas dedicadas al estudio de controversias tal como las imparten los miembros del CSI. En este sentido, se enfatiza que se describe con el término de 'controversia' no tanto una situación de polémica en el sentido usual de la palabra, sino más bien "un debate que tiene en parte por objeto conocimientos técnicos o científicos que no están aún asegurados. Se buscan por tanto situaciones en las que las incertidumbres propias de lo social, de lo político y de lo moral no se vean reducidas sino, por el contrario, amplificadas por lo técnico y lo científico" (Chinchilla y Muniesa, 2004).¹⁰ Se busca por tanto capacitar al alumnado para dar cuenta de este tipo de incertidumbres, más que informar o ilustrar sobre aspectos sociales inherentes a las actividades y productos científicos y tecnológicos. Podríamos decir que frente a los tres objetivos de la enseñanza CTS propuestos por Martín Gordillo y Osorio (2003) -orientarse en el mapa de las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad (*conocer*), saber elegir entre los distintos caminos que se ofrecen (*manejar*), y convertirse en agentes activos en la configuración misma del mapa de las relaciones (*participar*)- la metodología situaría el aprendizaje en un plano adicional: el de aprender a apreciar las dificultades inherentes sobre todo al primero de estos tres objetivos, el de conocer, y a desarrollar habilidades a tener estas dificultades en cuenta a la hora de dar cuenta de controversias de diferente índole.

Los dos formatos impartidos por el CSI se dirigen en este esfuerzo a estudiantes de ingeniería y de gestión ambiental. Como una variante de la ciencia vista a través de CTS (Luján y Cerezo, 1996) en la enseñanza universitaria politécnica, pretenden contribuir a la formación de esos futuros profesionales de la ciencia y la tecnología.¹¹ La descripción ofrecida en las siguientes páginas ha de considerarse como unas "instantáneas" captadas dentro de un proceso de experimentación a lo largo de los

9. Sin embargo, la brecha entre ambas posturas puede ser menor de lo aquí indicado, como sugiere por ejemplo la interpretación de la evolución del pensamiento del mismo Andrew Feenberg como un "progreso" desde la teoría crítica hacia una posición pragmatista (Hickman, 2006).

10. Esta cita proviene de una descripción de la aplicación de la metodología en estudios de arquitectura en España mencionada anteriormente.

11. Cabe mencionar que el énfasis sobre las incertidumbres inherentes a la futura actividad profesional de estos estudiantes constituye un reto importante para el equipo docente. Sería sin duda interesante evaluar el éxito o las dificultades de la metodología en este sentido, y analizar en qué medida las dificultades apuntan a reticencias entre el alumnado al cuestionamiento de la objetividad y de la neutralidad de la ciencia y de la tecnología, reticencias parecidas a las diagnosticadas por algunos autores para profesionales de estos campos (Luján y López Cerezo, 1996; Martín Gordillo y Osorio, 2003). A la vez, el equipo docente reconoce la dificultad de evaluar el 'impacto' en cuanto al aprendizaje producido en los estudiantes, que no puede asumirse como inmediato ni es claramente medible.

7. Véase por ejemplo Brante (1993).

8. Véase por ejemplo Doménech y Tirado (1998).

años. Veremos que tienen en común, además de la base teórica anteriormente delineada, una metodología activa y participativa que fomenta y requiere la iniciativa del alumnado. Sus diferencias responden principalmente a los diferentes perfiles de los estudiantes a los que están dirigidos pero parecen ser también el resultado de trayectorias diferentes en la evolución del enfoque pedagógico. Residen, sobre todo, en la escala de la controversia tratada (muy local en un caso y sin restricción espacial en el otro), en su duración, en las herramientas de análisis y la forma del resultado, así como en las capacidades que los estudiantes deben aplicar o desarrollar.

2. La descripción de controversias en el máster de medio ambiente ISIGE

Desde hace diez años, el CSI imparte su curso “Análisis de una controversia ambiental” en el Máster Especializado en Ingeniería y Gestión Ambiental ofrecido por el Instituto Superior de Ingeniería y Gestión Ambiental (ISIGE) de la Escuela de Minas. Se trata de un máster profesional de un año, del cual el primer semestre es lectivo, mientras que en el segundo los estudiantes realizan prácticas en empresas. Cuenta con un perfil de alumno con un alto nivel de preparación (el alumnado se compone de graduados superiores y ejecutivos en activo). Los contenidos impartidos en el Máster reflejan una perspectiva pluridisciplinar sobre el medio ambiente.

En este marco, la asignatura ofrecida por el CSI tiene por objetivo principal capacitar a los estudiantes para una comprensión amplia y, sobre todo, integral de los problemas ambientales en sus dimensiones no meramente técnicas sino también sociales, económicas, políticas, legales, culturales, etc. Durante un periodo de cuatro a cinco meses (septiembre a enero), los estudiantes realizan un “microproyecto de sociología”: en pequeños grupos de dos a tres integrantes deben analizar una controversia ambiental actual. Para ello, han de efectuar un trabajo de campo, que consiste en la realización de entrevistas a actores implicados en la controversia y en la búsqueda de información (que incluye todo tipo de documentos: informes, artículos de prensa, textos legales, publicaciones científicas, discusiones electrónicas, documentos de la administración, etc.). Reciben la formación necesaria para poder llevar a cabo estas tareas a través de clases magistrales y ejercicios prácticos. Al final del curso han de entregar un informe de su análisis de la controversia, así como presentar sus trabajos en clase. Los alumnos pueden hacer llegar este informe a los actores de la controversia estudiada en el caso que deseen hacerlo.

Lo que a primera vista podría parecer una formación básica en técnicas sociológicas de investigación cualitativa y búsqueda y síntesis de información, complementaria a la formación interdisciplinar que reciben los estudiantes, pronto devela un significado diferente, debido al fundamento teórico que sustenta su enfoque pedagógico.¹² La asignatura quiere proporcionar un terreno para iniciarse en una mirada sobre las controversias ambientales capaz de escaparse de la separación

12. Ver Akrich et al. (2002) para una síntesis de la perspectiva sobre las controversias ambientales adoptada en la asignatura.

habitual de lo científico-técnico, por un lado, y lo socio-político, por otro; quiere sensibilizar sobre las incertidumbres inherentes al intento de conocer una controversia y dar ciertas herramientas para afrontar la misma.

Estos objetivos de aprendizaje no se persiguen, sin embargo, mediante una introducción al mundo teórico de los estudios CTS o sobre la ANT en particular. La perspectiva ANT impregna de una forma muy aplicada el trabajo en las clases, al igual que la supervisión de los trabajos en los espacios de tutoría. Así, la capacitación para la realización de las entrevistas constituye el contenido clave en las sesiones de formación. Allí, se experimenta cómo realizar una entrevista para hacer posible una buena descripción de la controversia, y qué aspectos se han de tener en cuenta en la toma de notas y el tratamiento de los datos. El equipo docente guía a los estudiantes para que ellos descubran por sí mismos las cuestiones relevantes a tener en cuenta a la hora de realizar una entrevista. Así, durante la primera sesión, y tras una introducción a la asignatura, los estudiantes se ven confrontados a la tarea de seguir una entrevista en vivo, realizada por dos de sus compañeros a una persona invitada, y de tomar nota de ella. Esta experiencia es la base para discutir en la sesión posterior las implicaciones de realizar una buena entrevista (deben emplear el formato de la entrevista semi-estructurada) y de la toma de notas en verbatim (la reproducción exacta del contenido de la entrevista). En estas ‘exigencias’ del equipo docente se materializa la perspectiva ANT para los alumnos: sólo con una buena base empírica es posible lograr una buena descripción.

Es a partir de la segunda sesión cuando los estudiantes empiezan con el trabajo de campo sobre la controversia que les ha sido asignada por la dirección del Máster. El cuadro 1, que muestra los títulos de los trabajos realizados en el curso 2006/2007, puede dar una idea del tipo de temáticas tratadas: vemos controversias sobre infraestructuras viales o energéticas, sobre proyectos industriales o agropecuarios, sobre cuestiones de conservación de especies, etc.

Cuadro 1. Listado de las controversias tratadas por los alumnos del Máster ISIGE durante el curso 2006/2007

- La A24, ¿una última autopista?
- ¿Volver a explotar el carbón en Nièvre?
- Instalación de una plataforma de almacenamiento de pesticidas en Ternas
- Controversia sobre la existencia de una controversia. El caso de los efectos sanitarios de las antiguas minas de oro y las fábricas de Salsigne
- La línea ferroviaria Bordeaux-España: un viaje a la temporalidad del proyecto
- Cargill: ¿una controversia bipolar o multipolar?
- Proyecto de crianza de bacalao al sur de la isla de Groix (Morbihan)
- Los pequeños pescadores de Saint-Jean-de-Luz: ¿Un problema de anchoas?
- La cuenca de Arcachon, un territorio en crisis. ¿Mata el ratón a la ostra o la ostra al ratón?
- La reintroducción del oso en los Pirineos: el desafío de la convivencia con el pastoreo
- Conflictos de ordenación del territorio alrededor del litoral de Penestin
- Tiendas de campaña en París y personas sin hogar

Durante los meses siguientes, la búsqueda de información llevará a los estudiantes a entrar en su controversia y a delimitar poco a poco los actores principales que intervienen en ella. Los grupos suelen llevar a cabo entre ocho y doce entrevistas (cuyas transcripciones han de entregar en un anexo). Suelen hacer un viaje al lugar de la controversia, que aun siendo usualmente en territorio francés puede estar lejos de París, tal como fue el caso de la controversia sobre la reintroducción del oso en los Pirineos franceses.

Es en los espacios de tutoría donde el equipo docente reacciona a los avances en la exploración y donde orienta a los alumnos de acuerdo con la perspectiva teórica descrita anteriormente.

Así, gradualmente, los estudiantes descubren la complejidad de la controversia. No se trata de elaborar un informe experto sobre una cuestión 'técnica', sino de comprender de una forma 'objetiva' las diferentes dimensiones de la controversia. A la vez, tienen el encargo estricto de no tomar posición en su trabajo de exploración: su informe debe ser una *descripción* de la controversia, a la que pueden, si lo desean, adjuntar una valoración propia tras las conclusiones. Es una exigencia a menudo valorada positivamente por los estudiantes una vez concluido el proceso. Constatan que han podido experimentar cómo este esfuerzo les ha ayudado a profundizar en la comprensión de su controversia y a evitar la superficialidad que fácilmente surge de la aplicación de ideas preconcebidas.

Los informes varían en estructura, contenidos y amplitud, pero suelen tener en común el tomar como punto de partida un análisis de los actores implicados y una presentación del desarrollo temporal de la controversia, para después abarcar las diferentes dimensiones encontradas. El análisis de actores muestra en ocasiones una inclusión explícita de actores no humanos. Este es el caso del trabajo sobre la pesca de anchoas en Saint-Jean-de-Luz: aquí la cuestión de la preservación de una especie frente a la actividad de los pescadores en la zona (donde el deseo de conservación pone en peligro la actividad pesquera y viceversa) puede parecer a primera vista una controversia entre científicos y pescadores. Los alumnos amplían sin embargo la perspectiva al considerar también como actores a las anchoas, la normativa, los "controles", el puerto, los vientos o el mercado (lo cual recuerda el estudio ya clásico de Callon sobre las vieiras, en 1986). En un trabajo sobre los OMG ("Los OMG: El poder de los alcaldes. El caso del municipio de Coinés, Indre"), de la promoción 2004/2005, encontramos un análisis detallado del juego de actores en torno a la definición de la legitimidad frente a la legalidad, donde los alumnos destacan el papel de las cifras en la controversia, que sirven como "instrumentos de credibilización", es decir, como recursos de primer orden para aportar mayor credibilidad a las afirmaciones que se profieren.

Según la temática, la exploración de las diferentes dimensiones en juego requiere clasificaciones distintas. Unos alumnos descubren la necesidad de relacionar su controversia local con procesos a nivel nacional e internacional (la controversia sobre la recuperación de la explotación del carbón en una zona rural de Francia) o con aspectos de relevancia más amplia (donde lo particular se convierte en cuestión general: la pesca de la anchoa). Otros alumnos, en cambio, describen la relación de

su controversia con otras controversias (la controversia sobre la irradiación de alimentos lleva a la controversia "vecina" sobre la energía nuclear: "La tecnología de irradiación de los alimentos: dudas en el menú", promoción 2005/2006). En todos estos casos hallamos, primero, el intento de establecer fronteras -entre disciplinas, niveles, controversias- y el reconocimiento posterior de la imposibilidad de establecer límites claros e inamovibles.

3. La descripción de controversias en la enseñanza obligatoria en la Escuela de Minas

El segundo formato de la metodología está dirigido a un público muy distinto, a la vez que cuenta con un marco temporal más amplio. Es una asignatura anual obligatoria para los estudiantes que acaban de iniciar su primer año en la Escuela de Minas, de un total de tres años de formación que conducen a la obtención del título de Ingeniero de Minas. Los estudiantes que acceden a esta formación de alto nivel son jóvenes, con excelentes resultados académicos, acostumbrados al trabajo disciplinado, y en general con una orientación hacia las ciencias naturales y la ingeniería. La asignatura forma parte de una serie de materias impartidas durante este primer año con la finalidad de "ampliar el horizonte mental" de los estudiantes al comenzar la carrera.

El marco de tiempo más amplio en el que se desarrolla la asignatura (tiene una duración de nueve meses, aunque con sólo veinte horas lectivas en total) permite un tratamiento más intensivo de la controversia por parte de los alumnos y, con ello, un enfoque distinto, todo lo cual se materializa en la forma del análisis y en la presentación.

Este enfoque se caracteriza por un fuerte énfasis en el uso de internet, tanto para la exploración de la controversia como para la presentación del resultado. Empezamos con la descripción de este segundo aspecto, puesto que es central a la asignatura. A lo largo de los quince años de existencia de la asignatura, la presentación ha evolucionado del -en mayor o menor medida- simple formato del póster al formato de sitio web. Un sitio web que debe reflejar el carácter complejo y particular de la controversia tratada: no se trata simplemente de crear una versión electrónica de un texto que describe la controversia, sino de un uso inteligente e informado de las posibilidades diversas que ofrece el diseño de páginas web para captar la complejidad de la cuestión. Es una marca de calidad de un sitio web creado por los alumnos el hecho de que no se pueda imprimir: el sitio debe ser una auténtica *cartografía* interactiva de la controversia.¹³

La creación de la página web constituye la columna vertebral de la asignatura. Es el resultado de un proceso de investigación que los alumnos realizan en grupos pequeños y donde hacen uso de diferentes herramientas de exploración y análisis de

13. Encontramos en Venturini (2010) una descripción de qué se entiende por "cartografiar" una controversia por parte del equipo docente alrededor de Bruno Latour en Sciences Po. Las posibilidades que ofrece el diseño web en este sentido se presentan en el sitio web de MACOSPOL: <http://www.macospol.org/streaming>.

su temática, que incluyen la búsqueda de información en internet, la realización de entrevistas, herramientas diversas de cienciometría y el análisis de contenidos científicos.

Así, también en esta asignatura, los contenidos teóricos son deliberadamente reducidos para dar un apoyo teórico muy adaptado a las tareas prácticas mencionadas. La perspectiva de la teoría del actor-red se aborda de forma teórica solamente al principio de la asignatura, donde, por ejemplo, a partir de dos artículos de base se introduce el enfoque que fundamenta el análisis de controversias (este ha sido el formato elegido en el curso académico principalmente considerado aquí). El caso del desarrollo del vehículo eléctrico en Francia (Callon, 1981) y el descubrimiento de los microbios por Pasteur (Latour, 1989) confrontan a los alumnos con un cuestionamiento de conceptos habituales para ellos como la “verdad científica”, la “objetividad”, o la “neutralidad” de la ciencia y de la tecnología. Los alumnos están invitados a analizar los mecanismos de creación de estas aparentes verdades y objetividades, donde se hace evidente la necesidad de analizar el rol de una multitud de actores y agentes implicados.

Esta introducción relativamente breve a la perspectiva teórica que debe guiar a los alumnos en su proceso de exploración de una controversia es propia de una primera fase de la asignatura, de un conjunto de tres fases:

- En la primera fase (que dura aproximadamente un mes y medio) se da una introducción al análisis de controversias socio-técnicas en forma de clases magistrales y clases tutoriales. Tal como acabamos de describir, es en esta fase donde los alumnos reciben una primera orientación teórica sobre el significado de las controversias para su formación y sobre las nociones básicas para su comprensión. Los contenidos teóricos impartidos durante las clases magistrales son complementados en clases pequeñas con la discusión de casos reales (históricos o de la actualidad). También en esta fase se les orienta y forma sobre la metodología que deben emplear: cómo encontrar la información relevante para la controversia (en internet, en las bibliotecas y en las bases de datos especializadas), cómo usar los útiles de la cienciometría y los nuevos métodos de exploración del espacio web (“geografía virtual”), la organización de los datos obtenidos, su tratamiento, la interpretación siguiendo la problematización que ofrecen los datos sobre la controversia ... y la creación de una “escenografía” adecuada a la controversia en la forma de un sitio web. Al finalizar esta fase, los alumnos deben haberse constituido en grupos de trabajo de cinco estudiantes por grupo, y deben haber elegido una controversia.

- En la segunda fase, los alumnos adoptan diferentes roles en sus equipos: en cada grupo debe haber un coordinador, un estadístico, dos periodistas y un webmaster. Estos roles sirven para repartir el trabajo, aunque a la vez cada miembro del grupo ha de seguir el trabajo de todo el equipo, condición necesaria para que se pueda realizar un trabajo coherente. Los alumnos reciben al comienzo de esta fase (en los meses de diciembre y enero) una breve formación práctica donde adquieren los conocimientos básicos para su rol. Al final de esta etapa, una

puesta en común entre todos los grupos aclara las últimas dudas antes de que los grupos comiencen en este momento a trabajar seriamente sobre sus controversias.

- Es entonces cuando se inicia la tercera fase, que consiste en la exploración de la controversia y la elaboración de los sitios web, y que concluye con su presentación y defensa. Durante este tiempo no hay clases sino un seguimiento del trabajo de los grupos por su tutor asignado. El tutor orienta el grupo en particular en la búsqueda de información -qué arenas científicas y no científicas se deben explorar, cuáles son los medios o las revistas adecuados para ello- y en la elección de las herramientas de análisis a emplear, así como en las decisiones relativas al avance de la investigación.

En cuanto a las herramientas que los alumnos deben emplear, el mencionado consorcio *Mapping Controversies* ofrece en su página web (www.demoscience.org) un exhaustivo listado de instrumentos de software que está siendo constantemente revisado y ampliado. La clasificación utilizada ayuda a concebir qué tipo de actividades y por tanto de habilidades son requeridas por parte de los alumnos:

- Buscar información: bases de datos científicos, motores de búsqueda, recursos disponibles online, diccionarios, etc.
- Cartografiar: textos, redes sociales, datos, listas de correo, blogs, debates, etc.
- Trabajar en grupo: gestionar la información y la colaboración: *mind mapping*, Wikis, etc.
- Explorar: descubrir trabajos del campo de la historia de la ciencia
- Crear: realizar el sitio web, incluyendo recursos de software de código abierto, accesorios para los sitios web, así como pensamiento actual sobre arquitecturas de información, repositorios web y estándares de uso
- Alimentar: seguir la evolución de datos en tiempo real, dando acceso directo a datos no elaborados y experimentales
- Integrar: agregar datos de fuentes dispares y combinar las herramientas anteriores

En el momento de redactar este artículo, el listado cuenta entre treinta (en el apartado de “integración”) y casi cuatrocientos (“cartografía”) instrumentos referenciados por categoría. Es obvio que los alumnos utilizarán durante la exploración de su controversia solamente una pequeña parte de los mismos. Destaca de este conjunto el IssueCrawler, desarrollado por govcom.org (iniciativa vinculada a la contraparte holandesa del proyecto MACOSPOL). Esta herramienta, junto con un estudio básico de cienciometría (la exploración de la Web of Science) constituye un elemento de uso obligatorio para los alumnos. Se trata de un Web Crawler (o “araña de la red”), es decir, un programa que inspecciona metódicamente las páginas de internet, en este caso, con el objetivo de rastrear el espacio virtual e identificar la red de actores con presencia virtual relacionados con la controversia. Permite por tanto apreciar internet como lugar privilegiado para identificar y cartografiar a los actores implicados en una controversia (y las relaciones que existen entre ellos) a través de su presencia virtual.

La utilidad del IssueCrawler y también de la Web of Science depende de los espacios en los que se desarrolla la controversia. Una controversia puede desarrollarse en un nivel más local (como en el caso de una controversia estudiada por los alumnos sobre un proyecto de infraestructuras en el Sureste de Francia: “La A51. En el cruce de caminos”, promoción 2004/2005) o más distribuido espacialmente (como la controversia sobre la corriente del golfo). Puede desarrollarse en foros más bien científicos (como el debate sobre el agotamiento de las reservas mundiales de petróleo: “¿Cuándo se agotarán las reservas mundiales de petróleo?”, promoción 2005/2006) o en foros más bien sociales. El estudio cuantitativo tiene obviamente más sentido cuando hay uno o varios foros científicos implicados, mientras que el IssueCrawler reviste utilidad sobre todo cuando un tema tiene una alta presencia en internet y un carácter espacial más bien distribuido. Las controversias suelen además implicar un movimiento a través de estos diferentes espacios: una controversia puramente científica en sus inicios puede convertirse posteriormente en un asunto ampliamente discutido en los medios de comunicación, y al revés; una controversia muy global adquiere cuerpo en un lugar muy concreto, a la vez que una controversia espacialmente limitada puede exhibir aspectos que vayan más allá de lo local. Las herramientas pueden servir por tanto para ‘seguirle la pista’ a la controversia en estos desplazamientos. Al prestar atención a la dimensión temporal de su controversia, los alumnos descubren la dificultad de *dibujar* fronteras claras entre lo que es ciencia y lo que no lo es, y entre lo local y lo global.

La definición de la controversia a tratar es un momento importante en el desarrollo de la asignatura. Son los alumnos mismos quienes, tras constituirse en pequeños grupos, deciden la controversia sobre la que desean trabajar, aunque pueden servir para ello de una bolsa de temas a elegir elaborada por el equipo docente. Si bien el mundo parece lleno de controversias, no es de ningún modo una tarea fácil y directamente accesible para el estudiante. En este sentido, los estudiantes suelen proponer al principio temáticas muy amplias, controversias muy visibles con un carácter social evidente (“¿Son los OMG peligrosos?”). Sin embargo, el interés reside justamente en la selección de una controversia de un carácter explícitamente “científico” o “técnico” donde las implicaciones sociales, económicas, los diversos actores en juego, etc. se hagan visibles sólo a través de un análisis cuidadoso, tal como sucede en el citado estudio de la controversia entre Pasteur y Pouchet (Latour, 1989). Se han de observar un número de reglas para la elección de la controversia: que sea una controversia actual, abierta y “caliente” (que implique un contraste importante de puntos de vista enfrentados); que se desarrolle en foros diversos (que por ejemplo no esté tratada solamente en un medio de comunicación determinado); que sea suficientemente delimitada para ser abarcable por los estudiantes durante el desarrollo de la asignatura; y que sea accesible, es decir, que los estudiantes tengan acceso a los foros donde la controversia se desarrolla y donde se documenta (evitando temáticas donde la investigación implicaría necesariamente el acceso a “literatura gris”, de difícil acceso por los canales ordinarios, a foros confidenciales, o el dominio de lenguas desconocidas). La controversia elegida debe dar la oportunidad a los estudiantes de seguirla en “tiempo real” durante el tiempo que trabajen sobre ella. En el siguiente cuadro pueden observarse las temáticas elegidas según estos criterios en el curso 2006/2007.

Cuadro 2. Listado de las controversias tratadas por los estudiantes en la asignatura de descripción de controversias en la Escuela de Minas en el curso 2006/2007

- Los implantes auditivos: ¿Se deben implantar a los niños sordos?
- ¿Es el software una innovación patentable?
- La controversia de la corriente del golfo
- Atún rojo: ¿Son las cuotas suficientes?
- ¿Deberían ponerse las etiquetas de gestión de derechos digitales (DRM) en los ficheros de música?
- El descenso del lecho de la Loire
- ¿Deben los bebés prematuros salvarse a toda costa?
- La tecnología nuclear espacial
- El cultivo de OMG en el campo. La cuestión del perímetro
- ¿Puede una discriminación ser positiva?
- ¿Debería instaurarse un peaje urbano en París?
- Cómo enseñar a leer a nuestros hijos: una lucha de expertos e hipótesis
- El uso de bombas de fragmentación
- El arranque definitivo de las viñas en Languedoc Roussillon, una solución controvertida
- ¿Es la teoría del diseño inteligente científicamente admisible?
- La gestión postminera en Lorraine. Una controversia ligada a la contaminación del agua
- Controversia sobre la presa de Poutès
- El referéndum de iniciativa popular
- La incineradora de Fos-sur-mer
- El diagnóstico preimplantatorio y sus extensiones
- La “Tangentielle Sud”¹⁴

Tras concluir el ejercicio, los alumnos tienen la libertad de hacer llegar su sitio web a los actores entrevistados, acto que puede influir de una manera u otra en la controversia estudiada. Así, un trabajo realizado sobre una controversia alrededor del impacto de una presa sobre el salmón mereció el halago explícito tanto de un alto ejecutivo de la empresa implicada como del colectivo ecologista enfrentado al primero (“Controversia sobre la presa de Poutès”). En otro caso, el sitio web creado sobre la anteriormente mencionada controversia sobre la A51 fue utilizado por la Comisión Nacional de Debate Público¹⁵ como herramienta en el mismo proceso de debate público que se celebró poco después.

14. Se trata de un proyecto de una línea de metro “tangencial” al sur de París que rompería con la organización de la red de transporte de la capital en forma de estrella.

15. La Comisión Nacional de Debate Público (CNDP), que fue creada en 1995, se enmarca en una tendencia más amplia de creación de instancias de democracia participativa en Francia (Callon et al., 2001). Se trata de una autoridad administrativa independiente encargada de vigilar el respeto de la participación pública en los procesos de elaboración de proyectos de ordenación o de equipamiento de cierta envergadura. La comisión decide sobre el formato de participación, que puede ser el del debate público, así como sobre las responsabilidades en su organización (un debate público puede ser organizado por la comisión misma o por la entidad promotora del proyecto). Ver www.debatpublic.fr.

Sin embargo, por el momento los sitios web creados por los alumnos de la Escuela de Minas no son accesibles públicamente. La posición de esta institución no es la posición generalizada dentro del consorcio Demoscience,¹⁶ en el cual de hecho la cuestión de si los sitios web de los estudiantes deberían y podrían ser publicados en internet ha sido un punto de debate. Por un lado, tal publicación permitiría que los sitios web puedan constituir un espacio de información fundamentada sobre la controversia, o incluso ser la base -o formar parte- de un trabajo más continuado sobre las controversias socio-técnicas. A la vez, la publicación conlleva una serie de dificultades que conciernen a la seriedad del trabajo. Aunque los trabajos realizados por los estudiantes pretenden lograr una descripción fundamentada de la controversia, siguen siendo un ejercicio de formación al que no se puede demandar la misma seriedad que a un trabajo realizado por profesionales. Ello levanta cuestiones relacionadas con la responsabilidad legal por los contenidos de los sitios web (por ejemplo, si la institución de enseñanza sería responsable por los contenidos) y sobre todo remite a la reflexión sobre el papel que puede y debe jugar tal ejercicio académico en un conflicto real.

4. Comparación de los dos formatos

Encontramos en los dos formatos de la metodología dos adaptaciones de la perspectiva común a un entorno y a un público específico. Exploraremos a continuación sus diferencias y lo que tienen en común, con lo que llegaremos a tener una visión tanto del núcleo de la metodología como de sus posibilidades de aplicación a contextos diversos.

En relación a esa adaptación a diferentes contextos de enseñanza universitaria, cabe destacar que aunque las dos asignaturas tienen raíces comunes, que se remontan a una asignatura sobre controversias iniciada por Michel Callon en los años 1980, han evolucionado en paralelo en manos de equipos docentes diferentes. Constituyen, por tanto, no sólo respuestas a diferentes contextos de enseñanza (al perfil del estudiante y al tipo de estudios en el que la asignatura está inserta), sino que son el resultado de dos procesos “evolutivos” distintos. Sería equivocado interpretar sus particularidades como respuestas lógicas (y con ello únicas) a estos contextos.

En la tabla 1 presentamos las principales diferencias entre los dos formatos, así como una serie de aspectos comunes. Se pueden observar importantes diferencias en el perfil de los estudiantes y el contexto curricular, y no pocas de las demás diferencias derivan de esta primera. Así el marco de tiempo más limitado en el caso de ISIGE no permitiría un tratamiento de la controversia tan exhaustivo como en el otro formato; las capacidades y habilidades a las que la asignatura quiere contribuir son más específicas en el caso del máster ISIGE y más genéricas en el caso de la Escuela de Minas.

16. Encontramos un ejemplo de una publicación del sitio web en el trabajo realizado por estudiantes de Sciences Po sobre la controvertida cuestión del impacto de los pesticidas sobre las abejas. Partes del estudio de la controversia se encuentran hoy en día en la página web de la asociación Sciences et Démocratie, donde facilitan la comprensión de los elementos y actores implicados en la controversia de una forma didáctica e interactiva.

Tabla 1. Comparación de las dos asignaturas

	ISIGE	Escuela de Minas
1. Tipo de controversia y proceso de definición del sujeto	Local; relación con temas “ambientales”	No necesariamente local; cuanto más se desarrolle la controversia en foros técnicos o científicos, mejor
	Definición de los temas y de los grupos por el equipo docente (aunque se les ofrece una “bolsa” de temas a elegir)	Definición del tema y de los grupos por los estudiantes
2. Herramientas de trabajo	Herramientas de búsqueda de información (de todo tipo de documentos: prensa, documentación científica, informes, páginas web,...)	
	Entrevistas obligatorias	Entrevistas opcionales
3. Resultado (presentación de la controversia)	Presentación mediante informe y presentación oral	Presentación en sitio web, defensa del sitio web
	Impacto del resultado del trabajo en la propia controversia: los alumnos pueden hacer llegar su informe a los actores de la controversia	
4. Perfil de estudiante y relación con el currículum	Estudiantes con nivel de formación alto (grado superior o trabajando en función ejecutiva)	Estudiantes jóvenes, con excelentes resultados académicos, acostumbrados al trabajo disciplinado, y normalmente con una orientación hacia las ciencias naturales y la tecnología
	La asignatura forma parte de una formación sobre gestión ambiental	La asignatura forma parte de una formación de ingeniería (en el marco de una Gran Escuela)
	La asignatura tiene una duración de cinco meses, como parte de un máster de un año	La asignatura tiene una duración de ocho meses, en el primer de año un total de tres de la formación ingenieril
5. Habilidades demandadas	Se requieren ciertas capacidades de búsqueda de información / investigación	Se requiere una alta capacidad de trabajo y de aprendizaje de las herramientas (de búsqueda, análisis, diseño web)
6. Capacidades del personal docente	Formación en CTS y especialmente en herramientas de investigación cualitativa	Formación en las demás herramientas que los estudiantes deben usar. Las personas que formen a los estudiantes en diseño web debe poseer ella misma también una formación en CTS, puesto que la presentación de la controversia en forma de sitio web no es disociable de la perspectiva CTS
7. Aspectos CTS/ANT más presentes	Ciencia y tecnología caracterizadas por la incertidumbre: * Juego de actores y agentes; * Permeabilidad de fronteras entre ciencia, tecnología y sociedad Estudio empírico (“una buena descripción”) como base para la comprensión de la ciencia y la tecnología	
	Capacitar para la práctica: CTS como “saber hacer” en profesiones relacionadas con el medio ambiente	Cuestionar la “verdad científica”, la neutralidad y objetividad de ciencia y tecnología

Aunque las dos asignaturas muestran una serie de diferencias relevantes, comparten ciertos objetivos de aprendizaje sobre CTS.

El objetivo de las dos asignaturas no es en absoluto formar a sociólogos de la ciencia y la tecnología, sino más bien equipar a los futuros ingenieros y gestores ambientales con una serie de herramientas y habilidades relevantes para un buen desempeño de su futura actividad profesional. Se considera que, más que conceptos, teorías y el conocimiento de los autores clásicos del campo, lo que debe constituir el primer paso en la formación CTS es la comprensión “en vivo” de sus supuestos básicos.

En resonancia con la apuesta teórico-metodológica de la teoría del actor-red expuesta anteriormente, las asignaturas ponen aquí el énfasis en dos aspectos principales: la incertidumbre respecto de lo que se puede saber sobre las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, y la cuestión de la objetividad a la hora de dar cuenta de estas relaciones.

El hecho de que exista una controversia muestra que no se ha producido aún un acuerdo, o que éste se ha visto desestabilizado: no contamos con una verdad ‘objetiva’ sino con una multitud de actores que están ‘en curso de’ negociarla. La tarea de los estudiantes es lograr una buena descripción (Latour, 2005) de esta situación de controversia -buscar la objetividad en el análisis de una situación que muestra una ausencia de objetividad-. El ejercicio comporta por tanto aprendizajes en los dos aspectos arriba mencionados: los alumnos adquieren capacidades para buscar la objetividad en el análisis, y a la vez se fomenta una perspectiva crítica sobre la posibilidad de la objetividad en la comprensión de las controversias científico-técnicas.

Se busca transmitir estos dos aspectos mediante una serie de decisiones metodológicas, también ellas reflejo del enfoque teórico de base: la ausencia de recetas; la invitación a no tomar partido y a abandonar categorías preconcebidas; y el encargo de producir una buena descripción de la controversia en cuestión. Veamos los diferentes puntos con más detalle a continuación.

Por un lado, los alumnos deben aceptar la ausencia de recetas claras para su trabajo, a la vez que se les equipa con ciertas herramientas: la estructura del análisis ha de emerger con el estudio empírico de la controversia misma. Dentro del marco metodológico dado, cada controversia requiere un procedimiento distinto para descubrirla y describirla en su complejidad. La particularidad de cada controversia hace necesario seguir las pistas que ofrecen sus actores. Estas permiten orientarse sobre los foros en los que se desarrolla, los aspectos que la caracterizan, las disciplinas que se ocupan de ella, etc. Se reconoce la consigna metodológica de la ANT de ‘seguir a los actores’ a la hora de dar cuenta de la controversia (por ejemplo, Latour, 2005). Cuantos más puntos de vista logren articular, mejor; más posibilidades tienen los estudiantes de lograr una buena descripción. La objetividad en el análisis se entiende por tanto como una ‘interobjetividad’ que resulta de un estudio empírico de calidad (Latour, 1996).

Ello implica abandonar los prejuicios y las categorías preconcebidas, tanto sobre los actores como sobre los aspectos que intervienen. Así, se les exige no tomar posición por un actor u otro durante el análisis, sino prestar la máxima atención a los datos. A la vez, es bienvenida una toma de posición posterior al análisis propiamente dicho: la objetividad en el análisis no ha de confundirse con la neutralidad. Se ven así confrontados con la compleja tarea de acercarse al objeto de estudio sin prejuicios sobre los actores, prejuicios que puedan falsear su análisis. Dicho análisis puede a la vez servir, potencialmente, para apoyar un lado de la controversia por su calidad de análisis fundamentado.

De la misma manera, los alumnos deben ser cuidadosos con no clasificar su controversia o parte de ella según categorías preconcebidas (por ejemplo, según “aspectos políticos”, “aspectos económicos”, “sociales”, etc.). Deben estar dispuestos a encontrar nuevas categorías que reflejen mejor los puntos clave de la controversia, y elaborar de esta forma los nodos sobre los que se desarrolla. Así, en una controversia que trate los implantes auditivos frente al lenguaje de signos (donde el uso de los primeros para eliminar los problemas de audición de la persona sorda tiende a delegar el lenguaje de signos a un segundo plano) se ha de explorar la estructura y el funcionamiento del oído humano y el efecto de un implante sobre éste, al mismo tiempo que se ha de abordar el significado del lenguaje de signos para la comunidad de no oyentes; la consideración de los implantes mismos incluye abarcar desde el funcionamiento de estos aparatos hasta el papel de la industria de implantes en tanto que grupo de presión. Abandonar las categorías preconcebidas significa aquí no separar lo político y lo social de lo técnico. De forma parecida, al abordar el debate francés de si los bebés prematuros deben salvarse a toda costa, se han de comprender los diferentes momentos decisivos en el desarrollo del feto, los aspectos médicos, sociales, económicos, éticos, etc. que intervienen en la decisión de reanimar o no a un bebé prematuramente nacido. Preguntando cómo se forma el juicio médico sobre este problema en relación con los aspectos económicos y sociales, los alumnos encuentran “sus” nodos de la controversia, a saber, los diferentes momentos en la línea temporal del nacimiento prematuro: la decisión sobre la reanimación cambia esencialmente con la edad del feto.

El encargo de ‘seguir a los actores’ implica, sin embargo, igualmente tomar decisiones sobre los límites de la controversia. La tarea más o menos exhaustiva de restituir la controversia en la forma de un informe escrito y una presentación oral (en el caso de la primera metodología) o mediante un sitio web (en el caso de la segunda) obliga a los estudiantes a darse cuenta de la tensión irresoluble que existe entre la necesidad de reducir la complejidad de la controversia y la inclusión de todos los aspectos relevantes para lograr una representación comprensible y adecuada. Así, en el seguimiento de su controversia, los alumnos deben tomar decisiones sobre qué aspectos consideran como pertenecientes a su problemática y cuáles no, en los sentidos espacial, temporal y de contenidos. Han de decidir qué actores, temas, problemáticas forman parte de ella, qué disciplinas a tener en cuenta, qué foros a seguir, etc. Al intentar encontrar posiciones razonadas en estas decisiones, los alumnos se dan cuenta de la dificultad de establecer límites y fronteras bien definidas. En cuanto a la delimitación temporal de la controversia, es también signo de calidad

la consideración del carácter dinámico de la misma, puesto que ninguna controversia es estática a lo largo del tiempo sino que cambia de foros o de intensidad.

La metodología ofrece por tanto un espacio que invita a reconocer que la búsqueda de objetividad en la comprensión de controversias es una meta necesaria a la vez que imposible de cumplir del todo. Como hemos visto antes, esta idea de objetividad refleja la posición que defiende la ANT en el estudio de la ciencia y la tecnología. Partiendo de la crítica a una concepción simplista de la objetividad (y neutralidad) del estudioso de la ciencia y la tecnología, la ANT no rechaza la búsqueda de la objetividad por sí misma sino que propone buscarla mediante una descripción densa del objeto de estudio que preste particular atención a las incertidumbres implicadas.

5. Conclusiones

La descripción y la síntesis realizadas muestran el potencial de la metodología de la descripción de controversias para integrar contenidos CTS en la formación de futuros profesionales de la ingeniería y el medio ambiente. La metodología constituye una respuesta a la demanda de promover la enseñanza CTS mediante una pedagogía orientada hacia la práctica (Lujan y López Cerezo, 1996) y pone el énfasis en el papel activo del alumno en el proceso de aprendizaje. Prescinde explícitamente de introducir a los estudiantes al mundo teórico de los estudios de CTS, apostando por que ellos mismos descubran sus postulados básicos. Los estudiantes deben producir para ello “descripciones” de situaciones concretas y fácilmente identificables como relevantes para sus estudios y su futura actividad profesional.

En concordancia con la apuesta pragmatista de la ANT (Latour, 2007a y 2007b), dicha metodología ofrece un espacio para aprender a investigar las relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad teniendo especialmente en cuenta las incertidumbres y dificultades inherentes a tal investigación. Persigue con ello unos objetivos de aprendizaje algo diferentes de los propuestos por Martín Gordillo y Osorio (2003) de conocer el mapa de relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad, manejarse y participar en el mismo. A diferencia del uso de casos simulados que Martín Gordillo y Osorio proponen para la enseñanza secundaria, la descripción de controversias no busca tanto sensibilizar a los estudiantes sobre las múltiples asimetrías que nuestro mundo muestra, sino que quiere más bien desarrollar en ellos habilidades y dotarles de herramientas para que sean capaces de explorar estas cuestiones a través de un ejercicio de investigación. Puesto que los alumnos estudian controversias reales y no controversias preparadas de forma didáctica, se ven confrontados con la enorme complejidad de las mismas. Asimismo, la cuestión de la participación se declina en un formato principalmente analítico. La experiencia de inmersión en una situación de controversia real forma parte de un ejercicio de observación y descripción, que excluye explícitamente la toma de posiciones a favor de un actor específico durante el periodo de la realización del estudio.

Consideramos que se trata de una metodología particularmente propicia para la experimentación sobre la introducción de contenidos CTS en la universidad politécnica. Entendemos su apuesta pedagógica como una contribución a la reflexión

sobre cómo lograr en este entorno una enseñanza CTS crítica, haciendo eco a la discusión sobre qué debe considerarse como investigación social crítica. Para profundizar en esta reflexión, parece oportuna una comparación fundamentada de esta metodología con otras sustentadas en fundamentos teóricos diferentes, buscando valorar los puntos fuertes y débiles de cada una en cuanto a su potencial de promocionar un aprendizaje crítico.

Bibliografía

AKRICH, M. (1989): “La construction d’un système socio-technique. Esquisse pour une anthropologie des techniques”, *Anthropologie et Sociétés*, vol. 13, n° 2, pp. 31-54.

AKRICH, M., M. CALLON, y B. LATOUR (2006): *Sociologie de la traduction. Textes fondateurs*, París, Presses de l’École de Mines.

AKRICH, M., P. JAMET, C. MEADEL, V. RABEHARISOA y F. VINCENT (2002): *La griffe de l’ours. Débats et controverses en environnement*, París, Presses de l’École de Mines.

BARRY, A. (2001): *Political Machines. Governing a Technological Society*, Londres, The Athlone Press.

BERGER, P. L. y T. LUCKMANN (1986): *La Construcción social de la realidad*, Madrid, Murguía.

BLOOR, D. (1974): *Knowledge and Social Imagery*, London, Routledge.

BRANTE, T. (1993): “Reasons for studying scientific and science-based controversies”, en T. Brante, S. Fuller y W. Lynch (eds.): *Controversial science. From content to contention*, New York, State University of New York Press, pp.177-191.

CALLON, M. (1981): “Pour une sociologie des controverses technologiques”, *Fundamenta Scientiae*, vol. 12, n° 4, pp. 381-399.

CALLON, M., P. LASCOUMES, P. y Y. BARTHE (2001): *Agir dans un monde incertain*, París, Seuil.

CHINCHILLA, I. y F. MUNIESA (2004): “La controversia como herramienta proyectual”, en A. Hernández Aja (ed.): *La Sostenibilidad en el Proyecto Arquitectónico y Urbanístico*, Madrid, IAU+S, pp. 278-281 (también disponible en formato electrónico en: <http://habitat.aq.upm.es/boletin/n32/aichi01.html>).

DE MANUEL, E. (2005): “Los talleres de asesoramiento técnico a los barrios”, *Vivienda Popular*, n° 15, pp.61-67.

DOMÈNECH, M., y F. J. TIRADO (eds.) (1998): *Sociología simétrica. Ensayos sobre ciencia, tecnología y sociedad*, Barcelona, Gedisa.

FEENBERG, A. (1999): *Questioning Technology*, Londres, Routledge.

HENDE, M., y M. S. JØRGENSEN (2001): *The Impact of Science Shops on University Curricula and Research. Scipas Report 6, Utrecht, Science Shop for Biology*, Utrecht University.

HICKMAN, L. A. (2006): "From Critical Theory to Pragmatism. Feenberg's progress", en T. J. Veak (ed.): *Democratizing Technology. Andrew Feenberg's Critical Theory of Technology*, Albany, NY, State University of New York Press, pp. 71-81.

LATOUR, B. (1989): "Pasteur y Pouchet: Heterogénesis de la historia de las ciencias", en M. Serres (coord.): *Historia de las ciencias*, Madrid, Cátedra, pp. 477-502.

LATOUR, B. (1991): *Nunca hemos sido modernos. Ensayo de antropología simétrica*, Madrid, Editorial Debate.

LATOUR, B. (1996): "On interobjectivity", *Mind, Culture and Activity*, vol. 3, n° 4, pp. 228-245.

LATOUR, B. (2005): *Reensamblar lo social. Una introducción a la teoría del actor-red*, Buenos Aires, Manantial.

LATOUR, B. (2007a): "Turning Around Politics: A Note on Gerard de Vries' Paper", *Social Studies of Science*, vol. 37, n° 5, pp. 811-820.

LATOUR, B. (2007b): "A Textbook Case Revisited. Knowledge as mode of existente", en E. Hackett, O. Amsterdamska, M. Lynch y J. Wajcman (eds.): *The Handbook of Science and Technology Studies*, Third Edition, Cambridge, MA, MIT Press, pp. 83-112.

LATOUR, B. y S. WOOLGAR (1979): *La vida en el laboratorio*, Madrid, Alianza, 1995.

LEACH, M., SCOONES, I. y B. WYNNE (2005): *Science and citizens: globalization and the challenge of engagement*, Londres, Zed Books.

LOBERA, J. (2008): "Incorporating new transdisciplinary skills into technical subjects: a pilot project at UPC", *GUNI Newsletter*, 27 de mayo, disponible en <http://www.guni-rmies.net/news/detail.php?id=1199>.

LUJÁN LÓPEZ, J. L. y J. A. LÓPEZ CEREZO (1996): "Educación CTS en acción: enseñanza secundaria y universidad", en M. I. González García, J. A. López Cerezo, y J. L. Luján (eds.): *Ciencia Tecnología y Sociedad. Una introducción al estudio social de la ciencia y la tecnología*, Madrid, Tecnos, pp. 225-252.

MARRES, N. (2007): "The Issues Deserve More Credit: Pragmatist Contributions to the Study of Public Involvement in Controversy", *Social Studies of Science*, vol. 37, pp. 759-780.

MARTÍNEZ, M. (ed.) (2008): *Aprentatge servei i responsabilitat social de les universitats*, Barcelona, Octaedro.

MARTÍN GORDILLO, M. y C. OSORIO (2003): "Educar para participar en ciencia y tecnología. Un proyecto para la difusión de la cultura científica", *Revista Iberoamericana de Educación*, n° 32, disponible en <http://www.rieoei.org/rie32a08.htm>.

OSORIO, C. (2005): "La participación pública en sistemas tecnológicos. Lecciones para la educación CTS", *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad - CTS*, vol. 2, n° 6, pp. 159-172, disponible en <http://www.revistacts.net/2/6/dossier6/file>.

PINCH, T. J. y W. E. BIJKER (1984): "The social construction of facts and artefacts: Or how the sociology of science and the sociology of technology might benefit each other", *Social Studies of Science*, vol. 14, n° 3, pp. 399-441.

SCHLIERF, K., A. ABONI y J. F. LOZANO (2008): "La transferència de tecnologia participativa des de la universitat: vers un canvi tecnològic", en M. Martínez (ed.): *Aprentatge, servei i responsabilitat social de les universitats*, Barcelona, Octaedro, pp. 193-216.

VENTURINI, T. (2010): "Diving in magma: How to explore controversies with actor-network theory", *Public Understanding of Science*, vol 19, pp. 258-273.

Sitios web

Asignatura ISIGE: www.isige.ensmp.fr

Asignatura Escuela de Minas: controverses.ensmp.fr

Mapping controversies: www.demoscience.org

IssueCrawler: www.govcom.org

Digital methods: www.digitalmethods.net