

La construcción social de hechos y de artefactos:
o acerca de cómo la sociología de la ciencia
y la sociología de la tecnología pueden
beneficiarse mutuamente*

Trevor J. Pinch / Wiebe E. Bijker

Uno de los rasgos más sorprendentes del crecimiento de los "estudios sociales de la ciencia" en los años recientes ha sido la separación de la ciencia y la tecnología. Abundan los estudios sociológicos acerca del nuevo conocimiento sobre la ciencia, lo que también ocurre con los estudios sobre la innovación tecnológica, pero pocos intentos se han realizado en juntar ambos cuerpos de conocimiento.¹ Es posible que la

* Publicado originalmente como "The Social Construction of Facts and Artifacts: Or How the Sociology of Science and the Sociology of Technology Might Benefit Each Other", en Bijker, W. E., T. P. Hughes y T. J. Pinch (eds.) (1987), *The Social Construction of Technological Systems. New Directions in the Sociology and History of Technology*, Cambridge, The MIT Press. Este artículo es una versión abreviada y actualizada de Pinch y Bijker (1984). Agradecemos a Henk van den Belt, Ernst Homburg, Donald MacKenzie y Steve Woolgar por comentarios realizados a un borrador anterior. Queremos agradecer a la Stiftung Volkswagen, de la República Federal Alemana, a la Twente University of Technology, en los Países Bajos, y al SSRC del Reino Unido (bajo el subsidio G/00123/0072/1) por el apoyo económico.

¹ El divorcio entre la ciencia y la tecnología pareciera resultado no tanto de la ausencia de metas analíticas globales al interior de los "estudios de la ciencia", sino más a las demandas contingentes del desarrollo de estudios en esas áreas. Para dar un ejemplo: la nueva sociología del conocimiento científico, que intenta tener en cuenta el actual contenido del conocimiento científico, puede ser mejor desarrollada por investigadores que poseen algún entrenamiento en la ciencia que estudian, o al menos por quienes poseen alguna familiaridad con un extenso cuerpo de literatura técnica (en verdad, muchos investigadores son ex científicos naturales). Habiendo ganado esta experticia, los investigadores tienden a estar dentro del dominio donde su experticia puede ser mejor desarrollada. De manera similar, los estudios sobre I+D y sobre innovación, en los cuales los análisis

ciencia y la tecnología sean esencialmente diferentes y que se justifiquen diferentes aproximaciones a su estudio. Sin embargo, no podemos estar seguros de esto hasta que no haya sido realizado el intento de tratarlas dentro del mismo esfuerzo analítico.

El argumento de este artículo es que el estudio de la ciencia y el estudio de la tecnología debieran, y de hecho pueden, beneficiarse mutuamente. En particular, argumentamos que la perspectiva del constructivismo social que prevalece en la sociología de la ciencia –y que también está emergiendo en la sociología de la tecnología– provee un punto de partida útil. Establecemos las preguntas constitutivas a las que dicha aproximación unificada –proveniente del constructivismo social– debería contestar tanto empírica como analíticamente.

Este artículo consta de tres secciones principales. En la primera parte esbozamos varios hilos argumentativos y revisamos bibliografía que consideramos relevante para nuestras metas. Luego discutimos las dos aproximaciones específicas a partir de las cuales se ha desarrollado nuestro punto de vista: el “programa empírico del relativismo” (Collins, 1981d) y el constructivismo social en el estudio de la tecnología (Bijker *et al.*, 1984). En la tercera parte juntamos estas dos aproximaciones y damos algunos ejemplos empíricos. En las conclusiones resumimos nuestros hallazgos e indicamos las direcciones en las que creemos que el programa puede ser proseguido de manera fructífera.

ALGUNA BIBLIOGRAFÍA RELEVANTE

En esta sección llamamos la atención sobre tres cuerpos de literatura en los estudios de ciencia y tecnología. Las tres áreas discutidas son

están centrados en la firma y en el mercado, han tendido a demandar la competencia especializada de economistas. Estos cuerpos de trabajo tan dispares no han llevado a una concepción más integrada de la ciencia y la tecnología. Una excepción notable es Ravetz (1971). Este es uno de los pocos trabajos en los estudios recientes sobre la ciencia en el que tanto la ciencia como la tecnología, así como sus diferencias, son exploradas dentro de un marco analítico común.

la sociología de la ciencia, la relación entre ciencia y tecnología, y los estudios sobre tecnología.

Sociología de la ciencia

No es nuestra intención revisar en profundidad desarrollos en este campo tomado como un todo.² Estamos ocupados aquí solo con la emergencia reciente de la sociología del *conocimiento* científico.³ Los estudios en esta área toman el contenido actual de las ideas científicas, las teorías y los experimentos como temas de análisis. Esto contrasta con la orientación de trabajos anteriores en sociología de la ciencia, interesados en la ciencia como institución y el estudio de las normas científicas, los patrones de las carreras y las estructuras de recompensa.⁴ Tal vez un desarrollo significativo en el campo durante la última década, quizá el más significativo, ha sido la extensión de la sociología del conocimiento en la arena de las “ciencias duras”. La necesidad de tal “programa fuerte” fue esbozada por Bloor. Sus principios centrales son que, al investigar las causas de las creencias, los sociólogos deben ser imparciales respecto a la verdad o la falsedad de las creencias, y que estas creencias deben ser explicadas de manera simétrica (Bloor, 1973). En otras palabras, no debería buscarse explicaciones diferenciadas para lo que es considerada una “verdad” científica (por ejemplo, la existencia de los rayos X) y una “falsedad” científica (por ejemplo la existencia de los rayos N). Dentro de dicho programa, todo conocimiento y toda afirmación cognitiva han de ser tratados como siendo socialmente construidos; es decir, que las explicaciones acerca de la génesis, la aceptación y el rechazo de las afirmaciones cognitivas se deben buscar en el dominio del mundo social más que en el mundo natural.⁵

² Una revisión abarcativa puede encontrarse en Mulkay y Milic (1980).

³ Para una revisión reciente de la sociología del conocimiento científico, véase Collins (1983c).

⁴ Para una discusión del trabajo anterior (asociado con Robert Merton y sus discípulos), véase Whitley (1972).

⁵ Para más discusiones, véase Barnes (1974), Mulkay (1979a), Collins (1983c) y Barnes y Edge (1982). Los orígenes de esta aproximación pueden hallarse en Fleck (1935).

Esta aproximación ha generado un vigoroso programa de investigación empírica, y es posible ahora entender los procesos de construcción del conocimiento científico en una diversidad de lugares y contextos. Por ejemplo, un grupo de investigadores ha concentrado su atención en el estudio de los laboratorios.⁶ Otro ha elegido las controversias científicas como el lugar para su investigación y de tal modo se ha focalizado en la construcción social del conocimiento científico dentro de una comunidad más amplia de científicos.⁷ De igual modo que en ciencias duras –como en física y en biología– la aproximación teórica ha demostrado ser fructífera en el estudio de las ciencias marginales⁸ y en el estudio de debates públicos sobre la ciencia, tales como los vinculados a la polución con plomo.⁹

Si bien se presentan las usuales diferencias de opinión entre los investigadores acerca del mejor lugar en el que focalizar estas investigaciones (por ejemplo, el laboratorio, la controversia o el artículo científico), y si bien hay diferencias acerca de la estrategia metodológica más adecuada a seguir,¹⁰ existe un amplio consenso acerca de que puede mostrarse –y de hecho se ha mostrado con profundidad– que el conocimiento científico está socialmente construido. Estas aproximaciones, a las que nos referimos como “constructivismo social”, marcan un nuevo desarrollo en la sociología de la ciencia. El tratamiento del conocimiento científico como una construcción social implica que no hay nada especial –desde el punto de vista epistemológico– en el conocimiento científico natural. Es meramente uno entre un conjunto de culturas del conocimiento (incluyendo, por ejemplo, los sistemas de conocimiento pertenecientes a tribus “primitivas”) (Barnes, 1974; Collins

⁶ Véase, por ejemplo, Latour y Woolgar (1979), Knorr-Cetina (1981), Lynch (1985a) y Woolgar (1982).

⁷ Véase, por ejemplo, Collins (1975), Wynne (1976), Pinch (1977, 1986), Pickering (1984) y los estudios de Pickering, Harvey, Collins, Travis, y Pinch y Collins (1981a).

⁸ Collins y Pinch (1979, 1982).

⁹ Robbins y Johnston (1976). Para un análisis similar de las controversias públicas de la ciencia, véase Gillespie *et al.* (1979) y McCrea y Markle (1984).

¹⁰ Algunos de los debates más recientes pueden encontrarse en Knorr-Cetina y Mulkay (1983).

y Pinch, 1982). Desde luego, los éxitos y los fracasos de ciertas culturas del conocimiento requieren aún ser explicados, pero esto debe ser visto como una tarea sociológica, no epistemológica.

La sociología del conocimiento científico ha generado nuevas posibilidades de estudio en otras áreas de los “estudios de la ciencia”. Por ejemplo, se ha argumentado que el nuevo trabajo posee relevancia para la historia de la ciencia (Shapin, 1982), la filosofía de la ciencia (Nickles, 1982), y la política científica (Healey, 1982; Collins, 1983b). La perspectiva del constructivismo social no solo parece estar ganando terreno como un importante cuerpo de trabajos por propio derecho, sino que también muestra potencial para ser aplicado en ámbitos más amplios. Este cuerpo de trabajos constituye uno de los pilares de nuestra propia aproximación al estudio de la ciencia y la tecnología.

La relación ciencia-tecnología

La literatura sobre la relación entre la ciencia y la tecnología es heterogénea, e incluye contribuciones correspondientes a distintas perspectivas disciplinarias. No pretendemos presentar aquí más que una revisión parcial, reflejando nuestros propios intereses.

Un tema –tratado fundamentalmente por filósofos– es el intento de separar la tecnología de la ciencia desde una perspectiva analítica. Al hacer esto, los filósofos tienden a plantear distinciones idealizadas en extremo, tales como que la ciencia trata del descubrimiento de verdades mientras que la tecnología trata acerca de las aplicaciones de la verdad. En este sentido, la bibliografía sobre la filosofía de la tecnología desilusiona bastante (Johnson, 1984). Preferimos suspender el juicio sobre esta hasta que los filósofos propongan modelos más realistas tanto de la ciencia como de la tecnología.

Otra línea de investigación en torno a la naturaleza de la relación entre la ciencia y la tecnología ha sido desarrollada por los investigadores de la innovación. Han intentado investigar empíricamente el grado en el cual la innovación tecnológica incorpora –o se origina a partir de– la ciencia básica. Un corolario de esta aproximación ha sido

el trabajo de algunos investigadores que han buscado relaciones en la dirección opuesta; es decir, han argumentado que la ciencia pura es deudora de desarrollos tecnológicos.¹¹ Los resultados de las investigaciones empíricas acerca de la dependencia de la tecnología en la ciencia han sido bastante frustrantes. Ha sido difícil especificar la interdependencia. Por ejemplo, el Proyecto Hindsight, financiado por el Departamento de Defensa de los Estados Unidos, encontró que la mayor parte del crecimiento tecnológico, más que de la ciencia pura, proviene de proyectos orientados a la resolución de problemas específicos y de la ingeniería de I+D (Sherwin e Isenson, 1966, 1967). Estos resultados fueron apoyados hasta cierto punto por un estudio británico posterior (Langrish *et al.*, 1972). Por el otro lado, el Proyecto TRACES –financiado por la National Science Foundation en respuesta al Proyecto Hindsight– encontró que la mayor parte del desarrollo tecnológico proviene de la investigación básica (Illinois Institute of Technology, 1968). Todos estos estudios han sido criticados por su carencia de rigor metodológico, por lo tanto es necesaria suma cautela a la hora de sacar cualquier conclusión definitiva a partir de estos trabajos (Kreilkamp, 1971; Mowery y Rosenberg, 1979). La mayoría de los investigadores hoy en día pareciera estar dispuesta a admitir que la innovación tecnológica tiene lugar en un amplio rango de circunstancias y de épocas históricas, y que por lo tanto la importancia que puede atribuirse a las ciencias básicas probablemente varíe considerablemente en cada caso.¹² Ciertamente, la mirada prevaleciente en los “malos tiempos idos” (Barnes, 1982a) –en los que la ciencia descubría y la tecnología aplicaba– ya no será suficiente. Los modelos simplistas y las generalizaciones han sido abandonados. Como lo señalaba Layton en una entrevista:

La ciencia y la tecnología se han entremezclado. La tecnología moderna involucra científicos que “hacen” tecnología y tecnólogos que funcionan como científicos [...] La vieja perspectiva acerca de que las ciencias

básicas generan todo el conocimiento que los tecnólogos luego aplican, simplemente no sirve para comprender la tecnología contemporánea (Layton, 1977, p. 210).

Los investigadores interesados en medir con exactitud la interdependencia entre la ciencia y la tecnología parecen haber realizado la pregunta equivocada, debido a que han asumido que la ciencia y la tecnología son estructuras monolíticas bien definidas. No han percibido que la ciencia y la tecnología son producidas socialmente en una variedad de circunstancias sociales (Mayr, 1976). Parece existir en la actualidad, sin embargo, un movimiento hacia concepciones más sociales de la relación entre la ciencia y la tecnología. Por ejemplo, Layton escribe: “Las divisiones entre la ciencia y la tecnología no son las divisiones entre las funciones abstractas del conocer y el hacer. Más bien, son sociales” (Layton, 1977, p. 209).

Barnes ha descrito recientemente este cambio de pensamiento:

Comienzo con la mayor reorientación de nuestro pensamiento acerca de las relaciones entre la ciencia y la tecnología que ha ocurrido en los años recientes [...] Reconocemos que la ciencia y la tecnología se encuentran a la par. Ambos conjuntos de prácticas suponen la extensión y el desarrollo creativo de su cultura, pero ambas también toman y explotan parte de la cultura de la otra [...] Están de hecho enredadas en una relación simbiótica (Barnes, 1982a, p. 166).

Si bien Barnes puede ser excesivamente optimista al afirmar que ha ocurrido una “reorientación mayor”, puede verse que la perspectiva del constructivismo social se adecua bien a su concepción sobre la relación entre la ciencia y la tecnología. Puede considerarse que los científicos y los tecnólogos construyen sus respectivos cuerpos de conocimiento y de técnicas, cada cual tomando recursos de los otros en el lugar y el momento en que estos recursos pueden ser ventajosamente explotados. En otras palabras, tanto la ciencia como la tecnología son culturas socialmente construidas, y apelan a los recursos culturales

¹¹ El *locus classicus* es el estudio de Hessen (1931).

¹² Véase, por ejemplo, De Solla Price (1969), Jevons (1976) y Mayr (1976).

que son apropiados para los propósitos que tienen entre manos. Desde esta perspectiva, la frontera entre la ciencia y la tecnología es –bajo instancias particulares de cada caso– un asunto de negociación social, que no representa distinciones *a priori* que deban subrayarse. Tiene poco sentido entonces tratar la relación entre la ciencia y la tecnología de un modo general y unidireccional. Si bien no proseguiremos este asunto más allá en este artículo, es claramente un asunto que merece investigaciones empíricas posteriores.

Estudios sobre tecnología

Nuestra discusión acerca de los estudios sobre tecnología es aún más esquemática. Existe una gran cantidad de escritos rotulados como “estudios sobre tecnología”. Es conveniente dividir esta literatura en tres partes: estudios sobre innovación, historia de la tecnología, y sociología de la tecnología. Discutimos cada uno de ellos por separado.

La mayoría de los estudios sobre innovación ha sido llevada a cabo por economistas que buscaban establecer las condiciones del éxito en la innovación. Los factores investigados incluyen varios aspectos de la firma innovativa (por ejemplo las dimensiones del esfuerzo en I+D, capacidad gerencial y capacidad de comercialización) junto con factores macroeconómicos pertenecientes a la economía como un todo.¹³ Esta literatura tiene, en algunos aspectos, reminiscencias de las primeras épocas de la sociología de la ciencia, cuando el conocimiento científico era tratado como una “caja negra” (Whitley, 1972). Para el alcance de este tipo de estudios, los científicos bien habrían podido dedicarse a producir pasteles de carne. De manera similar, en el análisis económico de la innovación tecnológica se incluye todo aquello que posee una influencia sobre la innovación, excepto una discusión sobre la tecnología en sí misma. Como lo nota Layton:

Lo que se necesita es una comprensión de la tecnología desde adentro, como un cuerpo de conocimiento y como un sistema social. En lugar de eso, la tecnología es habitualmente tratada como una “caja negra”, cuyos contenidos y comportamientos pueden ser asumidos a partir del conocimiento común (Layton, 1977, p. 198).

Solo recientemente los economistas han comenzado a mirar dentro de esa caja negra.¹⁴

El fracaso en explicar el contenido de la innovación tecnológica es resultado del amplio uso dado al modelo lineal simple para describir el proceso de innovación. El número de pasos en el desarrollo asumido por estos modelos parece ser bastante arbitrario (para un ejemplo de un proceso en seis etapas véase la figura 1).

Figura 1. Un modelo de seis etapas del proceso de innovación
(Adaptado de Uhlmann, 1978, p. 45)



Si bien estos estudios han contribuido en mucho a la comprensión de las condiciones del éxito económico en la innovación tecnológica, no pueden ser usados como base para una perspectiva constructivista social de la tecnología dado que ignoran el contenido tecnológico.¹⁵

Esta crítica no puede ser adjudicada a la historia de la tecnología, donde existen diversos estudios elaborados con sutileza acerca del desarrollo de tecnologías particulares. Sin embargo, para los propósitos de una sociología de la tecnología, estos desarrollos disciplinares

¹³ Véase por ejemplo, Schumpeter (1928, 1942), Schmookler (1966, 1972), Freeman (1974, 1977) y Scholz (1976).

¹⁴ Véase por ejemplo, Rosenberg (1982), Nelson y Winter (1977, 1982) y Dosi (1982, 1984a). Un estudio que los precede es Rosenberg y Vincenti (1978).

¹⁵ Para otra crítica de estos modelos lineales, véase Kline (1985).

presentan dos niveles de problemas. El primero es que la historiografía descriptiva es un problema endémico en esta disciplina. Pocos investigadores (si bien existen algunas excepciones notables) parecen interesados en generalizar más allá de las instancias históricas, y es difícil discernir patrones generales sobre los cuales construir una teoría sobre la tecnología (Staudenmaier, 1983; 1985). Esto no quiere decir que tales estudios no sean ladrillos útiles para una perspectiva constructivista social de la tecnología, sino que estos historiadores no han mostrado aún intenciones de realizar sociología del conocimiento de una forma diferente.¹⁶

El segundo problema concierne al carácter asimétrico de la selección del objeto de análisis. Por ejemplo, se ha señalado que en los veinticinco volúmenes de la revista *Technology & Culture* solo nueve artículos fueron dedicados al estudio de innovaciones tecnológicas fracasadas (Staudenmaier, 1985). Esto contribuye a la adopción implícita de una estructura del desarrollo tecnológico lineal, que sugiere que "toda la historia del desarrollo tecnológico ha seguido un camino ordenado o racional, como si el mundo actual fuera la meta precisa hacia la cual todas las decisiones, hechas desde el comienzo de la historia, hubieran estado dirigidas conscientemente" (Ferguson, 1974b, p. 19).

Esta preferencia por las innovaciones exitosas parece llevar a los investigadores a asumir que el éxito de un artefacto constituye una explicación de su desarrollo y funcionamiento. Los historiadores de la tecnología a menudo parecen estar satisfechos en confiar en el éxito manifiesto de un artefacto como una evidencia de que no se requiere un trabajo explicativo posterior. Por ejemplo, muchos historiadores del plástico sintético comienzan por describir las características "técnicamente agradables" de la baquelita; estos rasgos son luego utilizados para situar a la baquelita al comienzo del glorioso desarrollo de este

¹⁶ Shapin plantea que "una perspectiva adecuada acerca de los usos de la ciencia debería revelar que la sociología del conocimiento y la historia de la tecnología tienen más en común de lo que es usualmente pensado" (1980, p. 132). Aún cuando simpatizamos con los argumentos de Shapin, consideramos que los tiempos ya están maduros para hacer preguntas más agudas en los estudios históricos.

campo: "¡Dios dijo: 'hágase la baquelita' y todo fue plástico!" (Kaufman, 1963, p. 61).

Un estudio más detallado del desarrollo del plástico y de la química del barniz, con posterioridad a la publicación, en 1909, del proceso de elaboración de la baquelita (Baekeland, 1909c; 1909d) muestra sin embargo que la baquelita no fue reconocida inicialmente como aquella maravillosa resina sintética, como posteriormente ocurrió.¹⁷ Y esta situación no sufrió alteraciones significativas a lo largo de los siguientes diez años.

Durante la Primera Guerra Mundial las perspectivas del mercado para los plásticos sintéticos devinieron aún peores. Sin embargo el *dumping* que se produjo en los suministros de fenol (usado en la manufactura de la baquelita) durante la guerra cambiaron radicalmente el escenario en 1918 (Haynes, 1954, pp. 137-138), e hicieron posible mantener los precios lo suficientemente bajos como para competir con resinas (semi)naturales, como el celuloide.¹⁸ Es posible especular acerca de si la baquelita hubiera adquirido su preeminencia, en caso de no haberse beneficiado de la situación generada por el *dumping* del fenol. En cualquier caso, es claro que una explicación histórica basada en el éxito retrospectivo del artefacto deja mucho que desear.

Dada nuestra intención de construir una sociología de la tecnología que trate el conocimiento tecnológico del mismo modo simétrico e imparcial con que son tratados los hechos científicos en la sociología del conocimiento científico, parecería que gran parte de los textos históricos disponibles resultan insuficientes. El éxito de un artefacto no es

¹⁷ Los manuales que describen los materiales resinosos mencionan la baquelita, pero no con la atención que, retrospectivamente, pensamos que estaría justificada. El profesor Max Bottler, por ejemplo, dedica una sola página a la baquelita en su libro de 228 páginas acerca de resinas y la industria de la resina (Bottler, 1924). Aún cuando -en otro texto- Bottler se concentra en los materiales resinosos *sintéticos*, la baquelita no recibe un indiscutible "primer lugar". Solo la mitad del libro está dedicado a los productos condensados de fenol-formaldehído, y alrededor de la cuarta parte está dedicada a la baquelita (Bottler, 1919). Véase también Matthis (1920).

¹⁸ Para una descripción de otros aspectos del éxito de la baquelita, véase Bijker en este volumen.

lo que explica su existencia, sino que es precisamente lo que necesita ser explicado. Para una teoría sociológica de la tecnología "el éxito" no debería ser el *explanans*, sino el *explanandum*.

Nuestro análisis no estaría completo, sin embargo, si no mencionamos algunos estudios desarrollados de manera reciente, especialmente en la historia norteamericana de la tecnología. Los mismos muestran la emergencia de un número creciente de temas teóricos en los cuales se ha focalizado la investigación histórica (Staudenmaier, 1985; Hughes, 1979b). Por ejemplo, la perspectiva de sistemas acerca de la tecnología,¹⁹ la consideración del efecto de las relaciones laborales en el desarrollo tecnológico,²⁰ y ciertos estudios detallados acerca de algunas invenciones no tan exitosas,²¹ parecen anunciar un desvío respecto a la "vieja" historia de la tecnología. Estos trabajos parecen ser prometedores para un análisis sociológico de la tecnología, y volveremos sobre ellos más adelante.

El último grupo de investigaciones que quisiéramos discutir es lo que puede ser descrito como "sociología de la tecnología".²² Han existido algunos intentos limitados en los años recientes por lanzar una sociología de este tipo, usando ideas desarrolladas en la historia y la sociología de la ciencia –estudios de, por ejemplo, Johnston (1972) y Dosi (1982), quienes abogan por la descripción del conocimiento tecnológico en términos de los paradigmas kuhnianos.²³ Estas aproximaciones cier-

¹⁹ Véase, por ejemplo, Constant (1980), Hughes (1983) y Hanieski (1973).

²⁰ Véase, por ejemplo, Noble (1979), Smith (1977) y Lazonick (1979).

²¹ Véase, por ejemplo, Vicenti (1986).

²² Existe una tradición norteamericana en la sociología de la tecnología. Véase, por ejemplo, Gilfillan (1935), Ogburn (1945), Ogburn y Meyers Nimkoff (1955) y Westrum (1983). Una perspectiva comprensiva y ajustada del presente estado del arte en la sociología de la tecnología alemana puede obtenerse en Jokisch (1982). En Krohn *et al.* (1978) pueden encontrarse algunos estudios en la sociología de la tecnología que intentan romper con la aproximación tradicional.

²³ Dosi utiliza el concepto de trayectoria tecnológica, desarrollado por Nelson y Winter (1977); véase también Van der Belt y Rip (1987). Otras aproximaciones a la tecnología basadas en la idea de Kuhn acerca de la estructura comunal de la ciencia son mencionados en Bijker (en este volumen). Véase también Constant (1987) y la colección editada por Laudan (1984a).

tamente parecen ser más prometedoras que la historiografía descriptiva habitual, pero no es claro si sus autores comparten o no nuestra comprensión de los artefactos tecnológicos como construcciones sociales. Por ejemplo, ni Johnston ni Dosi consideran explícitamente la necesidad de una explicación sociológica simétrica que trate a los artefactos exitosos y fallidos de un modo equivalente. En verdad, al localizar su discusión en el nivel de los paradigmas tecnológicos, no estamos seguros acerca de cómo se deben analizar los artefactos en sí mismos. Como ningún autor ha producido aún un estudio empírico de la tecnología utilizando las ideas kuhnianas, es difícil evaluar cómo los términos kuhnianos pueden ser utilizados.²⁴ Ciertamente este ha sido un problema significativo en la sociología de la ciencia, donde no siempre ha sido posible dar a los términos de Kuhn una referencia empírica clara.

Las posibilidades de una perspectiva constructivista más radical de la tecnología han sido examinadas por Mulkay (1979b). Argumenta que el éxito y la eficacia de la tecnología puede plantear problemas especiales para una perspectiva constructivista social del *conocimiento científico*. Mulkay se opone al argumento de que la eficacia práctica de la tecnología de algún modo demuestra el privilegio epistemológico de la ciencia y su carácter excepcional respecto a una explicación sociológica.

A nuestro juicio, Mulkay se opone, de manera correcta, a este argumento señalando que existe en esa afirmación una noción implícita del tipo "la ciencia descubre, la tecnología aplica". En un segundo argumento contrario a esta posición, Mulkay nota –siguiendo a Mario

²⁴ La primera decepción aparece, de hecho, en los estudios kuhnianos en sociología de la ciencia. Se esperaba que el concepto de *paradigma* de Kuhn fuera empleado por los sociólogos de manera directa en su estudio de la ciencia. Y, en verdad, hubo un conjunto de estudios en que se hicieron intentos por identificar fases en ciencia, tales como fase preparadigmática, normal y revolucionaria. Pero pronto fue evidente que los términos de Kuhn habían sido formulados de un modo vago, y por lo tanto podían ser objeto de una variedad de interpretaciones. Y que, por lo tanto, estos conceptos no permitían, por sí mismos, una operacionalización directa. Véase por ejemplo, la discusión no concluyente acerca de la aplicabilidad de los análisis kuhnianos a la psicología en Palermo (1973). Una excepción notable es la contribución de Barnes a la discusión del trabajo de Kuhn (Barnes, 1982b).

Bunge (1966)– que es posible usar para una aplicación práctica una teoría total o parcialmente falsa: el éxito de la tecnología no tendría nada que decir acerca de la “verdad” del conocimiento científico en el cual está basado. Este segundo punto no lo encontramos totalmente satisfactorio. Quisiéramos más bien enfatizar que la verdad o la falsedad de un conocimiento científico es irrelevante para el análisis sociológico de una creencia: volver al argumento de que la ciencia puede estar equivocada pero que la tecnología aún puede estar basada en ella es equivocarse en el punto central. Aún más, el éxito de una tecnología queda todavía sin explicar por medio de ese argumento. La única manera efectiva para lidiar con estas dificultades es adoptar una perspectiva que intente mostrar que la tecnología, al igual que la ciencia, puede ser entendida como una construcción social.

Mulkay parece reluctant a dar este paso debido a que, como lo señala, “hay pocos estudios [...] que consideran el modo en el que el significado técnico de las tecnologías duras está socialmente construido” (Mulkay, 1979b, p. 77). Esta situación, sin embargo, está comenzando a cambiar: ya se están realizando algunos estudios de este tipo. En un estudio pionero, Michel Callon ha mostrado, por ejemplo, la efectividad de focalizarse en las controversias tecnológicas. A partir de un extenso estudio de caso sobre el automóvil eléctrico francés (1960-1975), demuestra que casi cualquier cosa puede ser negociada: lo que es cierto y lo que no, quién es un científico y quién es un tecnólogo, qué es tecnológico y qué es social, quién puede participar en la controversia (Callon, 1980a; 1980b; 1981, y en este volumen). El estudio de David Noble acerca de la introducción de las máquinas-herramientas de control numérico puede ser leído como una contribución relevante a una perspectiva de la tecnología basada en el constructivismo social (Noble, 1984). Las metas explicativas de Noble provienen de una tradición un poco distinta (el marxismo).²⁵ Hay mucho para recomendar en este estudio: considera tanto el de-

sarrollo de tecnologías exitosas como el de tecnologías fracasadas e intenta dar una explicación simétrica de ambos desarrollos. Otro estudio –intrigante dentro de esta tradición– es el relato de Lazonick (1979) acerca de la introducción de la *self-acting mule*: muestra que ciertos aspectos de este desarrollo técnico pueden ser entendidos en términos de relaciones de producción más que a partir de una lógica interna del desarrollo tecnológico. El trabajo desarrollado por Bijker, Böning y Van Oost es otro intento por mostrar cómo el carácter socialmente construido del contenido de ciertos artefactos tecnológicos puede ser analizado de manera empírica.²⁶

En resumen, entonces, podemos decir que las tradiciones predominantes en los estudios acerca de la tecnología –estudios sobre innovación y de historia de la tecnología– no son muy estimulantes desde la perspectiva de nuestro programa. Hay excepciones, sin embargo: algunos estudios recientes en sociología de la tecnología presentan comienzos prometedores sobre los cuales construir una aproximación unificada. Daremos ahora una descripción más detallada acerca de cómo estas ideas pueden ser sintetizadas.

EL PER Y LA CST

En este apartado esbozamos de un modo más detallado los conceptos y métodos que queremos emplear. Comenzamos por describir el “programa empírico del relativismo” (PER) tal como fue desarrollado por la sociología del conocimiento científico. Luego discutimos más pormenorizadamente la aproximación tomada por Bijker y sus colaboradores en la sociología de la tecnología.

²⁵ Para una revisión valiosa de los trabajos marxistas en esta área, véase MacKenzie (1984)

²⁶ Fueron realizados estudios de caso, utilizando fuentes históricas. Para un informe provisional de este estudio, véase Bijker *et al.* (1984). Los cinco artefactos estudiados fueron la baquelita, la luz fluorescente, la bicicleta segura, el telar Sulzer y el transistor. Véase también Bijker en este volumen.

El programa empírico del relativismo

El PER es una aproximación que ha producido diversos estudios orientados a demostrar la construcción social del conocimiento científico en las ciencias "duras". Esta tradición de investigación ha emergido recientemente de la sociología del conocimiento científico. Sus principales características, que la distinguen de otras aproximaciones en la misma área, son: el foco en el estudio empírico de los desarrollos científicos contemporáneos, y el estudio de las controversias.²⁷

Pueden identificarse tres etapas en los objetivos explicativos del PER. En la *primera etapa* se exhibe la flexibilidad interpretativa de los datos científicos; en otras palabras, se muestra que los hallazgos científicos están abiertos a más de una interpretación. Esto cambia el foco de la explicación de los desarrollos científicos del mundo natural al mundo social. Si bien esta flexibilidad interpretativa puede ser recuperada bajo ciertas circunstancias, es el caso que en la ciencia esta flexibilidad pronto desaparece. Es decir, que usualmente emerge un consenso científico acerca de lo que es la "verdad" en cualquier instancia particular. Los mecanismos sociales que limitan la flexibilidad interpretativa, y que por lo tanto permiten que las controversias científicas concluyan, son descriptas en la *segunda etapa*. Una *tercera etapa*, que aún no ha sido desarrollada en ningún estudio sobre la ciencia contemporánea, es vincular estos "mecanismos de clausura" con el medio social más amplio. Si estas tres etapas fueran demostradas en un único estudio, como escribe Collins, "el impacto de la sociedad en el conocimiento 'producido' en el laboratorio podría ser reconocido aún en el caso más difícil posible" (Collins, 1981d, p. 7).

El PER representa un esfuerzo continuo, de parte de los sociólogos, por comprender el contenido de las ciencias naturales en tér-

minos de construcción social. Algunas áreas del programa han sido mejor investigadas que otras. La tercera etapa del programa no ha sido ni siquiera inicialmente trabajada, pero hay, en cambio, varios estudios excelentes que exploran la primera etapa. La mayor parte de los estudios en curso (correspondientes a la segunda etapa) están orientados a la elucidación de los mecanismos de clausura: allí donde el consenso emerge.

Varios de los estudios más fructíferos dentro del PER se han situado en el área de las controversias científicas. Las controversias ofrecen una ventaja metodológica debido a la relativa facilidad con la que revelan la flexibilidad interpretativa de los resultados de la investigación científica. Las entrevistas con científicos implicados en una controversia revelan fuertes y divergentes opiniones acerca de los hallazgos científicos. En la medida que dicha flexibilidad se desvanece, resulta difícil de recuperar a partir de las fuentes textuales con las que trabajan usualmente los historiadores. Collins ha destacado la importancia de los "grupos de controversia" en la ciencia por medio del uso del término "núcleo central" (*core set*) (Collins, 1981b). Estos son los científicos más íntimamente involucrados en un tema de investigación controversial. Debido a que el núcleo central se define en relación a la producción de conocimiento en ciencia (el "núcleo central" construye el conocimiento científico), algunos de los problemas empíricos encontrados en la identificación de grupos pueden ser resueltos a través de técnicas puramente sociométricas. Estudiar el "núcleo central" posee una ventaja metodológica extra: el consenso resultante puede ser monitoreado. En otras palabras, el grupo de científicos que experimentan y teorizan en la frontera de la ciencia y que se han visto involucrados en controversias científicas también reflejará el consenso creciente que resulta de dicha controversia. El mismo "grupo central" de científicos puede ser estudiado tanto en la primera como en la segunda etapa del PER. Pero, para los propósitos de la tercera etapa, la noción de "núcleo central" puede ser demasiado limitada.

²⁷ Trabajos que pueden ser clasificados dentro del PER han sido desarrollados primariamente por Collins, Pinch y Travis en el Centro de Estudios de la Ciencia, de la Universidad de Bath, y Pickering en la Unidad de Estudios de la Ciencia, de la Universidad de Edimburgo.

La construcción social de tecnología (CST)

Antes de esbozar algunos de los conceptos que Bijker y sus colaboradores han hallado fructíferos en sus estudios sobre sociología de la tecnología, señalaremos un desequilibrio entre las dos aproximaciones (PER y CST) que estamos considerando. El PER es parte de una tradición floreciente en la sociología del conocimiento científico: es un programa bien establecido, apoyado en mucha investigación empírica. En contraste, la sociología de la tecnología es un campo embrionario sin tradiciones de investigación bien establecidas. La aproximación que trazamos específicamente (CST), si bien está ganando impulso, está solo en sus primeras etapas empíricas.²⁸

En la CST el proceso de desarrollo de un artefacto tecnológico es descrito como una alternancia entre variación y selección.²⁹ Esto resulta en un modelo "multidireccional", en contraste con los modelos lineales usados explícitamente en muchos estudios sobre innovación e, implícitamente, en muchos estudios de historia de la tecnología. Dicha perspectiva multidireccional es esencial para cualquier descripción de la tecnología a partir del constructivismo social. Por supuesto, para una mirada retrospectiva, es posible colapsar el modelo multidireccional en un modelo lineal simple, pero esto debilita nuestra argumentación, que es que las etapas "exitosas" en el desarrollo no son las únicas posibles.

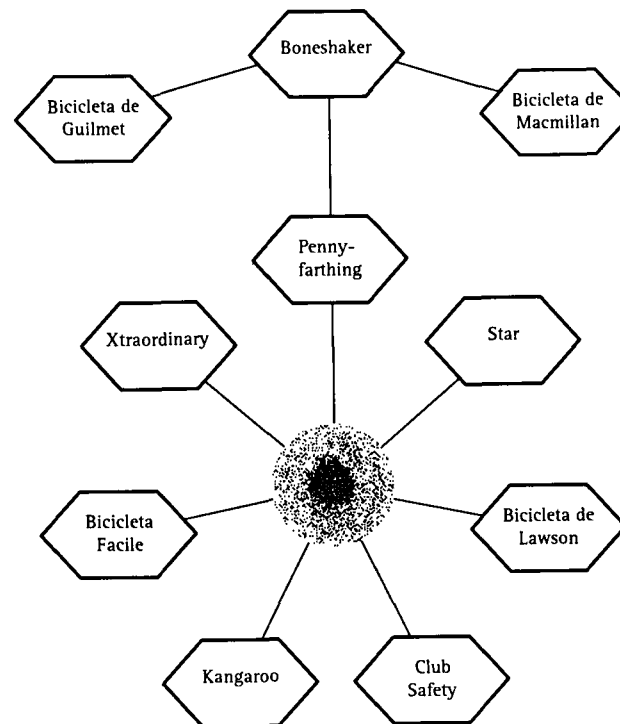
Consideremos el desarrollo de la bicicleta.³⁰ Aplicada al nivel de

²⁸ Véase por ejemplo, Bijker y Pinch (1983) y Bijker (1984 y en este volumen). Los estudios de Van der Belt (1985), Schot (1985, 1986), Jelsma y Smith (1986) y Elsen (1985, 1986) también están basados en la CST.

²⁹ Constant (1980) usó una aproximación evolutiva similar. Tanto el modelo de Constant como el nuestro parecen surgir por fuera de la epistemología evolucionista; véase por ejemplo, Toulmin (1972) y Campbell (1974). Elster (1983) da una revisión de los modelos evolucionistas del cambio técnico. Véase también Van den Belt y Rip (1987).

³⁰ Puede ser útil señalar explícitamente que consideramos en toda su plenitud a las bicicletas como una tecnología de igual modo que consideramos una tecnología a los automóviles o a los aviones. Puede ser de una ayuda para lectores que no viven en países habituados a las bicicletas (como los Países Bajos, Francia o Gran Bretaña) señalar que tanto la industria del automóvil como la industria aeronáutica son, de algún modo, descendientes de la industria de la bicicleta. Muchos nombres son compartidos por la historia de la bicicleta y el automóvil: Triumph, Rover, Humber y Raleigh, para mencionar

Figura 2. Una perspectiva multidireccional del proceso de desarrollo de la bicicleta Penny-farthing. El área sombreada es llenada y magnificada en la figura 11. Los hexágonos simbolizan artefactos

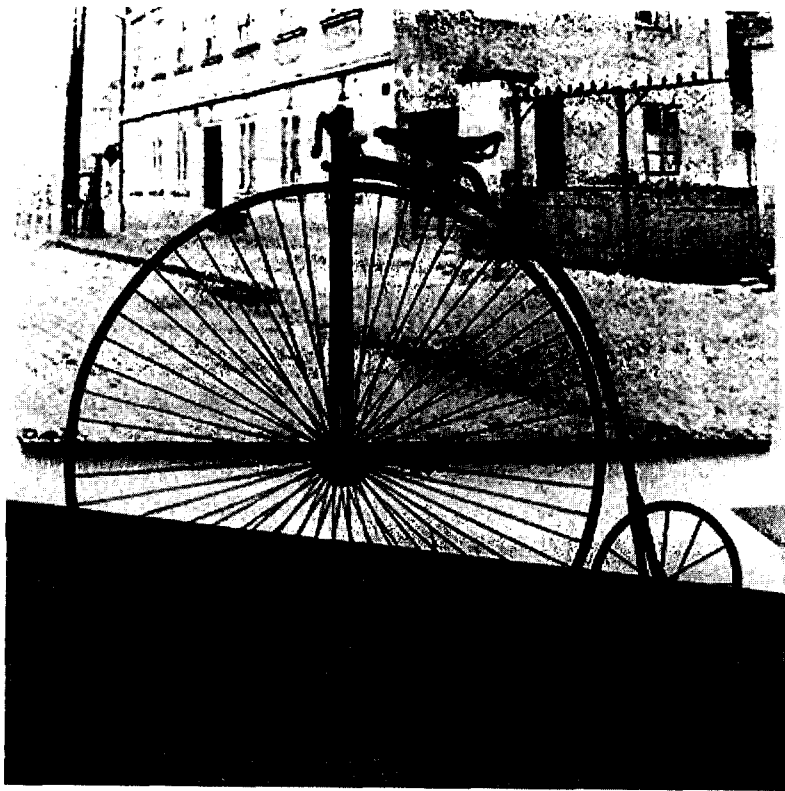


los artefactos, esta perspectiva multidireccional resulta en la descripción resumida en la figura 2.

Aquí vemos el artefacto "Ordinary" (o, como fue apodada cuando devino menos ordinaria, la "Penny-farthing". Figura 3) y un rango

solo a unos pocos (Caunter, 1955, 1957). Los hermanos Wright manufacturaron y vendieron bicicletas antes de empezar a construir máquinas voladoras –en su mayor parte construidas a partir de partes de bicicletas– (Gibbs-Smith, 1960).

Figura 3. Una típica Penny-farthing, la Bayliss-Thomson Ordinary (1878)



de posibles variaciones. Es importante reconocer que, en la mirada de los actores de esos días, estas variantes eran al mismo tiempo bastante distintas unas de otras y también serias rivales. Es solo por la distorsión retrospectiva que emerge un desarrollo cuasi lineal, tal como es descrito en la figura 4. En esta representación las así llamadas ordinarias seguras (Xtraordinary, 1878; Facile, 1879, y Club Safety, 1985) figuran solo como entretenidas aberraciones que no deben ser tomadas seriamente (figuras 5, 6 y 7). Una descripción retrospectiva

Figura 4. La perspectiva cuasi lineal del proceso de desarrollo de la bicicleta Penny-farthing. Las líneas continuas indican desarrollos exitosos, y las líneas cortadas indican los desarrollos fracasados

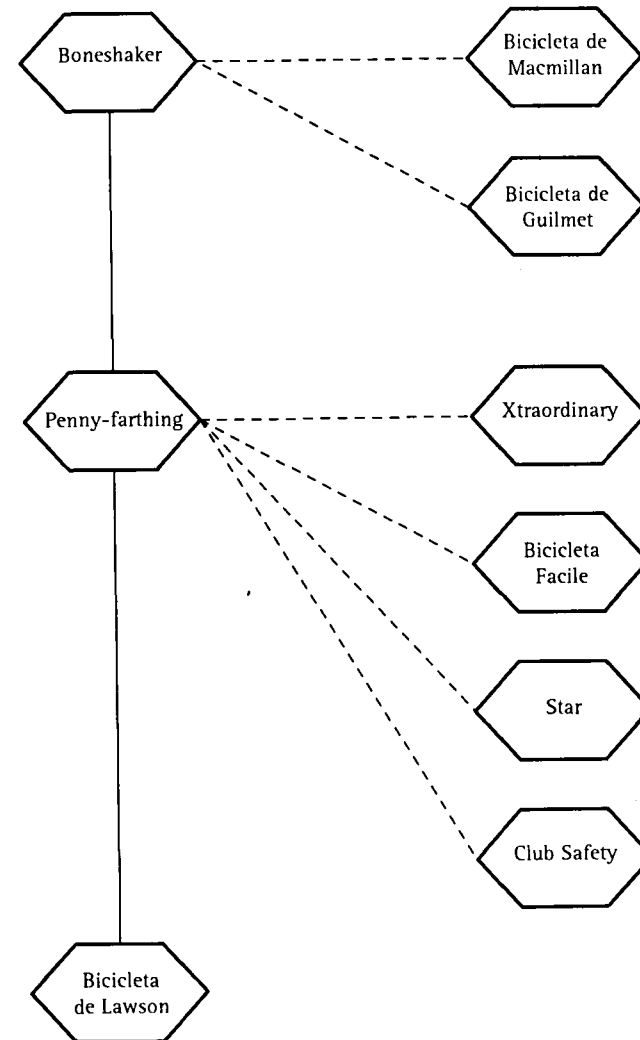
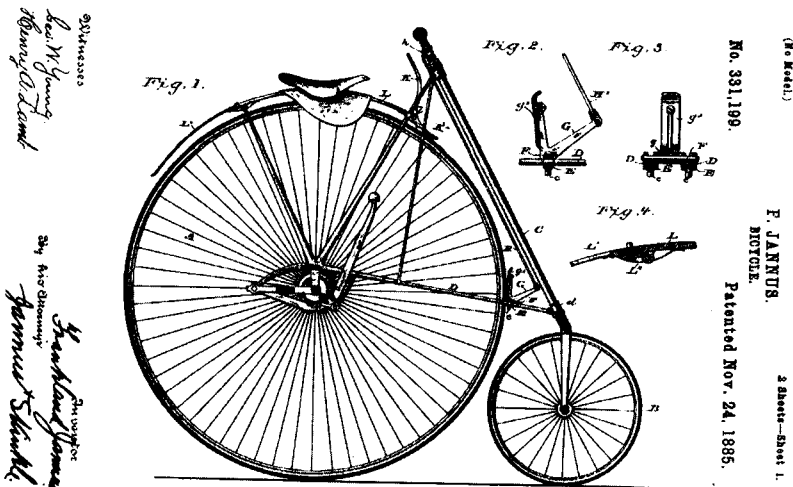


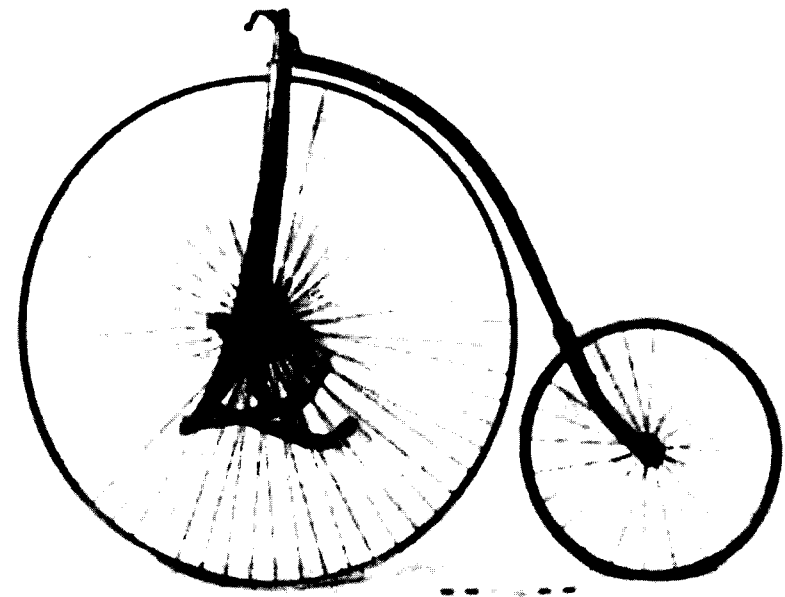
Figura 5. La bicicleta norteamericana Star (1885)



de este tipo puede ser desafiada observando la situación existente hacia 1880. Algunas de las “ordinarias seguras” eran producidas comercialmente, mientras que la bicicleta de Lawson, que pareciera tener un importante papel en el modelo lineal, probó ser un fracaso comercial (Woodforde, 1970).

Sin embargo, si se adopta un modelo multidireccional, es posible preguntar por qué algunas de las variantes “mueren”, mientras que otras “sobreviven”. Para iluminar esta parte “selectiva” del proceso de desarrollo se deben considerar los problemas y las soluciones presentadas por cada artefacto en momentos particulares. La racionalidad de este movimiento es la misma que lleva a focalizarse en las controversias científicas dentro del PER. De este modo se puede poner en escena de modo más claro la flexibilidad interpretativa de los artefactos tecnológicos.

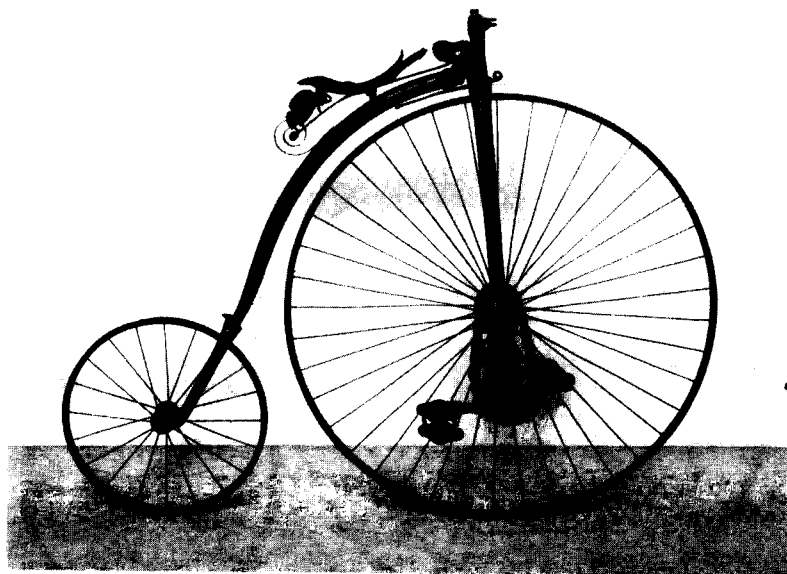
Figura 6. Bicicleta Facile (1874)



Al decidir qué problemas son relevantes, los grupos sociales implicados con el artefacto y los significados que dichos grupos dan al artefacto juegan un papel crucial: un problema es definido como tal solo cuando hay un grupo social para el cual el mismo constituye un "problema".

El uso del concepto de grupo social relevante es bastante frontal. La frase es utilizada para denotar instituciones y organizaciones (como los militares o alguna compañía industrial específica), así como grupos de individuos organizados o desorganizados. El requisito clave es que todos los miembros de un determinado grupo social compartan el mismo conjunto de significados, vinculados a un

Figura 7. Una forma de la Kangaroo bicycle (1878)



artefacto específico.³¹ Al decidir qué grupos sociales son relevantes, primero debemos preguntar si el artefacto posee algún significado para los miembros del grupo social bajo investigación.

Obviamente el grupo social de los “consumidores” o “usuarios” del artefacto llena este requerimiento. Pero también otros grupos sociales menos obvios deben ser incluidos. En el caso de la bicicleta, uno debe tener en cuenta a los “anticiclistas”. Sus acciones van desde los aplausos burlones hasta métodos más destructivos. Por ejemplo, el

³¹ No hay una receta de cocina para identificar un grupo social. Instrumentos cuantitativos utilizando citas pueden ser de alguna ayuda en ciertos casos. Se requiere más investigación para desarrollar operacionalizaciones de la noción de “grupo social relevante”. Véase también Law (1987) acerca de la demarcación de redes y Bijker, en este volumen.

reverendo L. Meadows White describió dicha resistencia a la bicicleta en su libro, *A Photographic Tour on Wheels*:

[...] pero cuando a las palabras se le agregan hechos, y las piedras son arrojadas, los palos empujados en las ruedas, o los sombreros arrojados en la maquinaria, la imagen tiene otro aspecto. Todo lo anterior es habitual en ciertos distritos, y todo ello me ha ocurrido, especialmente cuando paso a través de un pueblo justo después que la escuela ha sido cerrada (Meadows, citado en Woodforde, 1970, pp. 49-50).

¡Claramente, para los anticiclistas el artefacto “bicicleta” ha adquirido significado!

Otra pregunta que necesitamos contestar es si un grupo social provisionalmente definido es homogéneo respecto a los significados dados a un artefacto –o si es más efectivo describir el proceso de desarrollo dividiendo un grupo un poco heterogéneo en varios grupos sociales diferentes. De tal modo, dentro del grupo de los usuarios de bicicletas, discernimos un grupo social separado de mujeres ciclistas. Durante la época de la bicicleta Ordinary, que poseía una rueda muy alta, no se suponía que las mujeres debieran montar en bicicleta. Por ejemplo, en una columna de avisos de una revista (1885) se proclama, en respuesta a la carta de una joven dama: “El mero hecho de conducir una bicicleta no es en sí pecaminoso, y si es el único medio de llegar a la iglesia un domingo, puede ser excusado” (citado en Woodforde, 1970, p. 122).

Los triciclos eran las máquinas permitidas para las mujeres. Pero los ingenieros y los productores anticiparon la importancia de las mujeres como potenciales ciclistas. En una revisión de la Exhibición de Bicicletas Stanley en 1890, el autor observa:

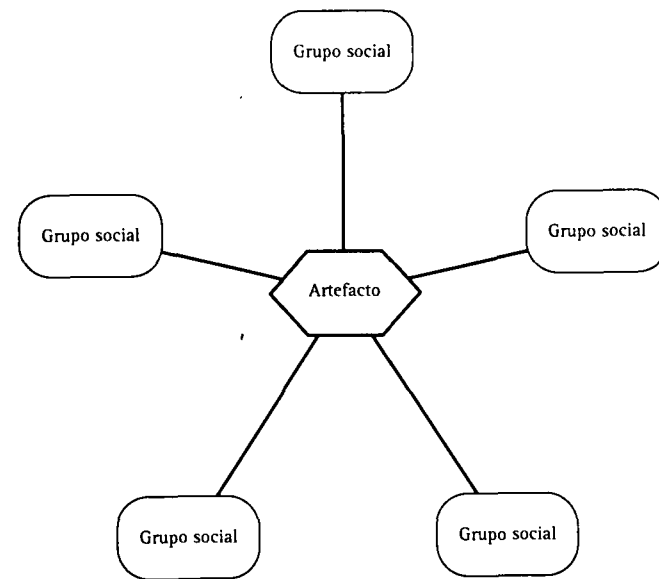
A partir del número de salvaguardas adaptadas para el uso de las damas, pareciera que el ciclismo estuviera deviniendo popular a través del sexo débil, y no nos sorprende, si se considera el esfuerzo ahorrado a través del uso de una máquina cuando se tiene cierta lasitud (Stanley Exhibition of Cycles, 1890, pp. 107-108).

De tal modo algunas partes del desarrollo de las bicicletas pueden ser explicadas mejor incluyendo un grupo social separado de usuarios femeninos de bicicletas. Esto no necesita hacerse, por supuesto, en otros casos: por ejemplo, no parece útil considerar un grupo social separado de mujeres usuarias de lámparas fluorescentes.

Una vez que los grupos sociales relevantes han sido identificados, se los describe con más detalle. Es aquí también cuando entran en la descripción, si son relevantes, aspectos como el poder o la fuerza económica. Si bien la única propiedad definitoria es algún significado homogéneo dado a cierto artefacto, la intención no es solo retraerse a gastados enunciados acerca de “consumidores” y “productores”. Necesitamos una descripción detallada de los grupos sociales relevantes para definir mejor la función del artefacto para cada grupo. Sin esto no se puede esperar dar ninguna explicación del proceso de desarrollo. Por ejemplo, el grupo social de ciclistas que conducía la bicicleta Ordinary consistía en “hombres jóvenes de medios y vigorosos: deben ser profesionales, oficinistas, maestros de escuela o caballeros” (Woodforde, 1970, p. 47). Para este grupo social la función primaria de la bicicleta era el deporte. El siguiente comentario del *Daily Telegraph* (septiembre 7 de 1877) enfatiza el deporte más que el transporte: “El ciclismo es un ejercicio saludable y varonil que tiene mucho para ser recomendado, y, a diferencia de otras locuras, no ha muerto” (citado en Woodforde, 1970, p. 122).

Volvamos ahora a la exposición del modelo. Habiendo identificado los grupos sociales relevantes para un determinado artefacto (figura 8), estamos especialmente interesados en los problemas que cada grupo tiene respecto a ese artefacto (figura 9). Alrededor de cada problema pueden identificarse diversas variantes para solucionarlo (figura 10). En el caso de la bicicleta, algunos problemas y soluciones relevantes se muestran en la figura 11, en la cual se ha llenado el área sombreada de la figura 2. Esta forma de describir el proceso de desarrollo muestra con claridad toda clase de conflictos: la conflictividad de los requerimientos técnicos de cada grupo social (por ejemplo, los requisitos de velocidad y de seguridad); los conflictos entre las distintas soluciones al mismo problema (por

Figura 8. La relación entre un artefacto y los grupos sociales relevantes

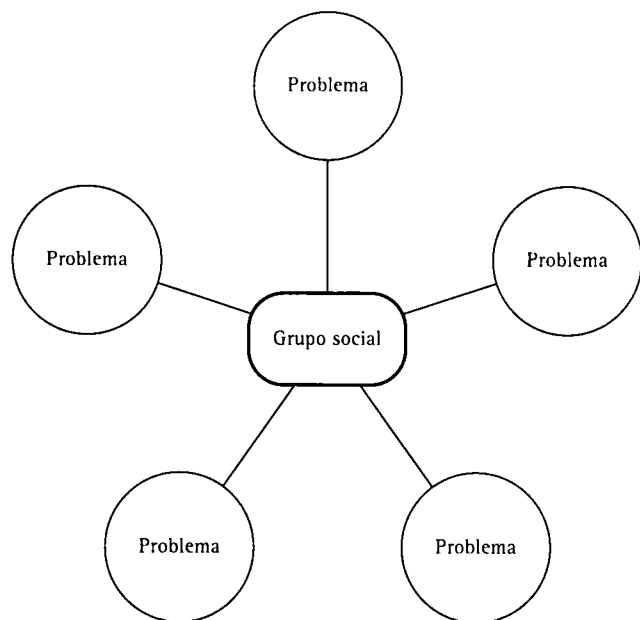


ejemplo, la seguridad de las ruedas altas o bajas); y los conflictos morales (por ejemplo, mujeres vistiendo faldas o pantalones en las bicicletas con ruedas altas; véase figura 12). Dentro de este esquema son posibles diversas soluciones a estos conflictos y problemas, no solo soluciones tecnológicas sino también judiciales o incluso morales (por ejemplo, el cambio de actitudes frente a las mujeres que usan pantalones).

Siguiendo el proceso de desarrollo de este modo, vemos grados crecientes y decrecientes de estabilización de los diversos artefactos.³²

³² Previamente han sido usados dos conceptos que pueden ser comprendidos como dos conceptos distintivos dentro de la idea más amplia de estabilización (Bijker et al., 1984). *Reificación* fue utilizado para denotar la existencia social –existencia en la conciencia de los miembros de un determinado grupo social. *Estabilización económica* fue usado para indicar la existencia económica de un artefacto –teniendo un mercado.

Figura 9. Relación entre un grupo social y los problemas percibidos



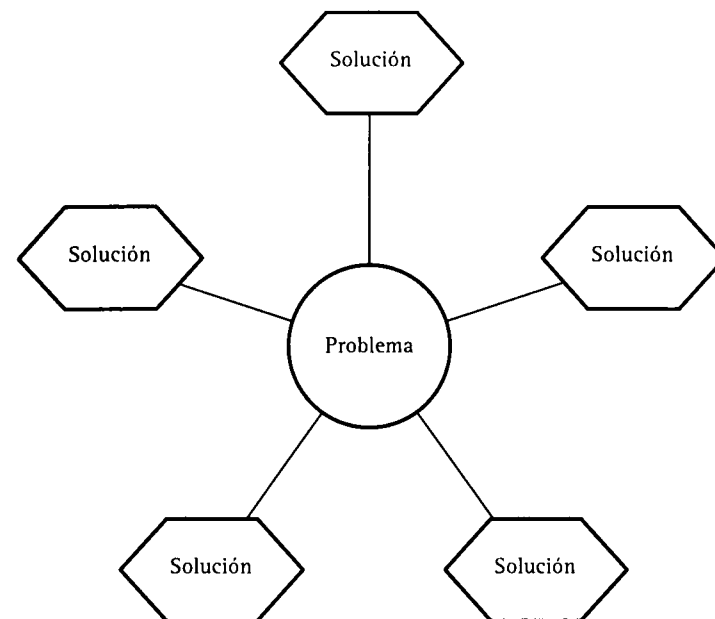
En principio, el grado de estabilización varía en diferentes grupos sociales. Utilizando el concepto de estabilización, vemos que la “invención” de la bicicleta Safety³³ no fue un evento aislado (1884), sino un proceso que llevó diecinueve años (1879-1898). Por ejemplo, al comienzo de este período los grupos relevantes no vieron la “bicicleta Safety”³⁴ sino un amplio espectro de bi y triciclos –y, entre ellos, una

Ambos conceptos son usados de un modo continuo y relativo, requiriendo frases tales como “el *grado* de reificación de la rueda alta *es más alto* en el grupo de hombres jóvenes de medios y vigor que en el grupo de los hombres de más edad”.

³³ La bicicleta modelo Safety es la bicicleta tal como la conocemos hoy, con ruedas de tamaño mediano y de igual diámetro, y con tracción trasera, piñón-corona.

³⁴ Véase nota 33.

Figura 10. La relación un problema y sus posibles soluciones



bicicleta bastante fea con aspecto de cocodrilo con una rueda frontal relativamente baja y cadena trasera impulsora (Lawson’s Bicyclette; véase figura 13). Para el final de este período, la frase “bicicleta segura” denotaba una bicicleta con ruedas bajas con una cadena trasera impulsora, un cuadro con forma de diamante y neumáticos con cámara. Como resultado de la estabilización después de 1898, no hizo falta especificar esos detalles: se tomaba por sentado que estos eran los “ingredientes” esenciales de la bicicleta segura.

Queremos enfatizar que nuestro modelo no es utilizado como un modelo en el cual los datos empíricos deban ser forzados, *coûte que coûte*. El modelo ha sido desarrollado a partir de una serie de estudios

Figura 11. Algunos de los grupos sociales, problemas y soluciones en el proceso de desarrollo de la bicicleta Penny-farthing. Debido a la falta de espacio no se incluyen todos los elementos identificados

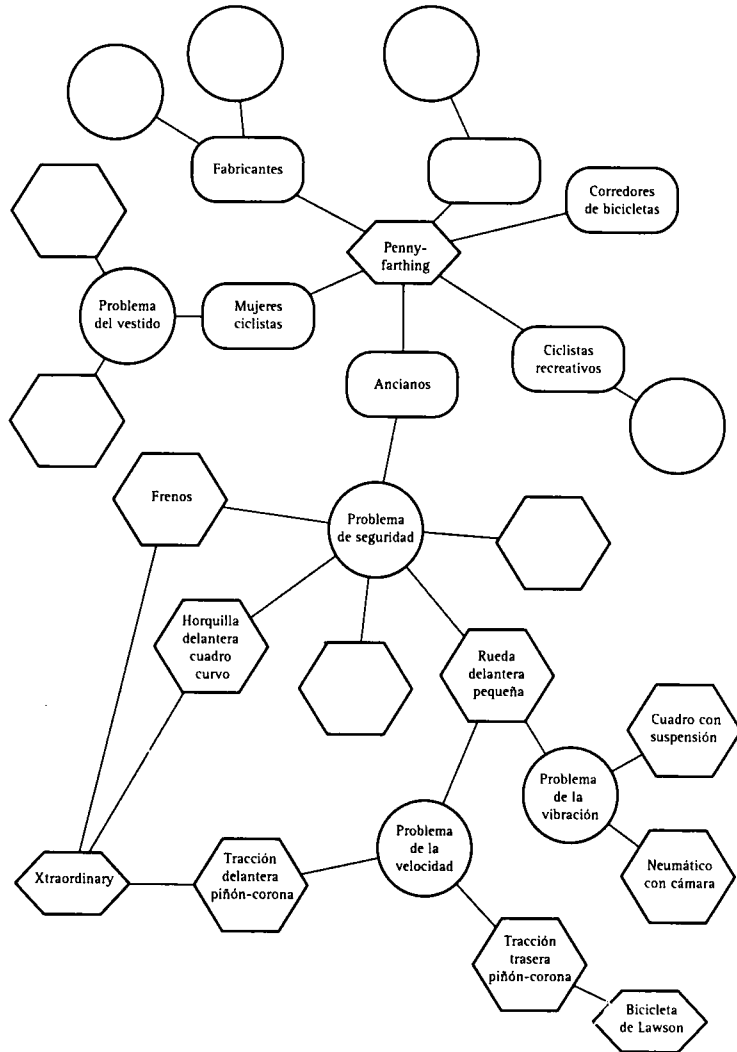
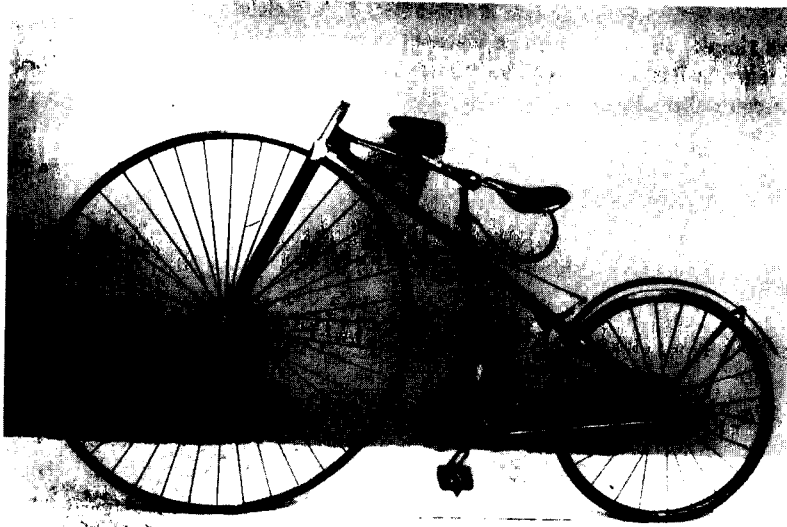


Figura 12. Una solución para el problema de la vestimenta femenina con respecto a la bicicleta con rueda alta delantera. Obviamente esta solución de diseño considera aspectos técnicos y atléticos. Contemplando la imagen, se tiene la impresión de que la operación de la bicicleta para mujeres no era simple, desde el punto de vista. El carácter estático y forzado de la fotografía (las bicicletas están sujetas con tensores) sugiere un uso práctico bastante dificultoso



Figura 13. Bicicleta de Lawson



de caso y no a partir de un análisis puramente teórico o filosófico. Su función es primariamente heurística –mostrar todos los aspectos que sean relevantes para nuestros propósitos. Esto no quiere decir que no haya objetivos explicativos o teóricos análogos a las diferentes etapas del PER (Bijker, 1984 y este volumen). Y en verdad, como hemos mostrado, este modelo hace algo más que describir el desarrollo tecnológico: ilumina su carácter multidireccional. Como será indicado, también presenta la flexibilidad interpretativa de los artefactos tecnológicos y el papel que los distintos mecanismos de clausura pueden jugar en la estabilización de los artefactos.

LA CONSTRUCCIÓN SOCIAL DE HECHOS Y ARTEFACTOS

Habiendo descripto las dos aproximaciones al estudio de la ciencia y la tecnología que queríamos presentar, ahora discutiremos con más detalles los paralelos existentes entre ellas. Como forma de poner algo de sustancia en la discusión que planteamos, presentamos ilustraciones empíricas provenientes de nuestras propias investigaciones allí donde es apropiado.

Flexibilidad interpretativa

La primera etapa del PER involucra la demostración de la flexibilidad interpretativa de los hechos científicos. En otras palabras, debe mostrarse que los científicos disponen interpretaciones diferentes de la naturaleza y por ello la naturaleza por sí misma no resuelve de manera determinante los debates científicos.³⁵

En la CST el equivalente a la primera etapa del PER pareciera ser la demostración de que los artefactos tecnológicos son construidos e interpretados culturalmente; en otras palabras, debe mostrarse la flexibilidad interpretativa de los artefactos tecnológicos. No queremos decir con esto que existe flexibilidad solo en el modo en que la gente piensa o interpreta los artefactos, sino también que existe flexibilidad en el modo en que los artefactos son *diseñados*. No existe un solo modo o “el mejor modo” para diseñar un artefacto. En principio esto podría demostrarse del mismo modo que para la ciencia, es decir, entrevistando tecnólogos involucrados en una controversia tecnológica actual. Por ejemplo, podemos imaginar que si se hubieran realizado entrevistas a los ingenieros de bicicletas en 1890 estaríamos en condiciones de mostrar la flexibilidad interpretativa del artefacto “neumático con cámara”. Para algunos este artefacto era una solución al problema de la vibración de los vehículos con ruedas pequeñas:

³⁵ El uso de conceptos como flexibilidad interpretativa y clausura retórica en los estudios sobre ciencia es ilustrado por Pinch y Bijker (1984).

[El neumático con cámara fue] diseñado con la perspectiva de proporcionar más facilidades para los pasajeros de los vehículos con ruedas –principalmente los más livianos, como velocípedos, sillas para inválidos, ambulancias– en rutas y caminos, sobre todo cuando estos últimos son de carácter tosco y desigual (Dunlop, 1888, p. 1).

Para otros, el neumático con cámara era un modo de ir más rápido (esto es desarrollado con más detalle más adelante). Aun para otro grupo de ingenieros era un modo desagradable de hacer las ruedas bajas todavía más inseguras de lo que ya eran (debido al deslizamiento hacia los costados). Por ejemplo, el siguiente comentario, que describe la Stanley Exhibition of Cycles, es revelador:

La innovación más conspicua en la construcción de bicicletas es el uso de los neumáticos con cámara. Estos neumáticos son huecos, poseen aproximadamente dos pulgadas de ancho, y son inflados por medio del uso de una pequeña bomba de aire. Se dice que los mismos proveen una conducción más cómoda, reduciendo el más grosero macadán y los guijarros al asfalto más suave. No habiendo tenido oportunidad de probar estos neumáticos, no estamos en condiciones de hablar de ellos desde la experiencia práctica; pero mirándolos desde un punto de vista teórico, opinamos que se experimentará una considerable dificultad en mantener las ruedas lo suficientemente infladas. Es difícil tratar con el aire a presión. A partir de los informes de quienes han usado estos neumáticos, pareciera que los mismos están prestos a deslizarse en los caminos lodosos. Si esto es así, tememos que su uso en las bicicletas seguras de tracción trasera –las cuales son todas más o menos tendientes a deslizarse de costado– está fuera de cuestión, dado que el objetivo de cualquier mejora en esta línea debiera ser prevenir ese deslizamiento y no incrementarlo. Aparte de estos defectos, la apariencia de estos neumáticos destruye la simetría y la gracia de una bicicleta, y esto solo es, pensamos, suficiente para prevenir su incorporación en el uso general (Stanley Exhibition of Cycles, 1890, p. 107).

Figura 14. Cuadro con amortiguadores Whippet (1885)



Y en verdad, se pensaba que otros artefactos proveían una solución al problema de la vibración, tal como lo revela el siguiente comentario:

Con la introducción de la bicicleta segura de tracción trasera ha crecido la demanda de dispositivos antivibratorios, dado que las pequeñas ruedas de estas máquinas conducen una considerable vibración, incluso en los mejores caminos. Prácticamente cualquier expositor de este tipo de máquina posee alguna aplicación destinada a suprimir la vibración (Stanley Exhibition of Cycles, 1889, pp. 157-158).

La mayoría de las soluciones involucraban el uso de resortes en el cuadro, la silla y el manubrio (figura 14). En 1896, incluso después de que la bi-

cicleta segura (y con ella, los neumáticos con cámara) alcanzaron un alto grado de estabilización, aún se vendían "cuadros con amortiguadores".

Es importante darse cuenta que esta demostración de la flexibilidad interpretativa por medio de entrevistas y fuentes históricas es solo uno del conjunto de los métodos posibles. Al menos en el estudio de la tecnología es aplicable otro método (que en verdad ya ha sido utilizado). Es posible mostrar que distintos grupos sociales poseen interpretaciones radicalmente distintas de un artefacto tecnológico. Llamamos a estas diferencias "radicales" debido a que el contenido del artefacto parece estar involucrado. Es algo más que lo que Mulkay ha afirmado correctamente: que es fácil "mostrar que el significado social de la televisión varía con, y depende de, el contexto social en el que es empleada". Tal como lo señala Mulkay: "Es mucho más difícil mostrar qué cuenta para afirmar que un 'estudio de televisión funciona', dado que es de modo similar dependiente del contexto en cualquier aspecto significativo" (Mulkay, 1979a, p. 80).

Creemos que nuestra explicación –en la cual las diversas interpretaciones de los grupos sociales acerca del contenido de los artefactos conducen por diversas cadenas de problemas y soluciones a distintos desarrollos posteriores– involucra el contenido del artefacto en sí mismo. Nuestro ejemplo anterior acerca del desarrollo de la bicicleta segura es de este tipo. Otro ejemplo son las variaciones respecto a las ruedas altas. El significado de las bicicletas con ruedas altas, como una bicicleta viril y de alta velocidad, llevó al desarrollo de ruedas frontales más grandes –a partir de una determinada velocidad angular, un modo de alcanzar una velocidad de traslado más alta era agrandando el radio. Una de las últimas bicicletas que resultaron de esta línea de desarrollo fue la Rudge Ordinary de 1892, que poseía una rueda de 56 pulgadas y neumáticos con cámara. Pero grupos de mujeres y de hombres más ancianos dieron a esta bicicleta otro significado. Para ellos su característica más importante era su falta de seguridad:

Debido a la disparidad existente en el diámetro de las ruedas y al pequeño peso del cuadro y de la rueda trasera, así como a la posición del

conductor –prácticamente sobre el centro de la rueda delantera–, si la rueda mayor golpeaba un ladrillo o una piedra grande en el camino y el conductor no estaba preparado, el frenado súbito de la rueda usualmente lo arrojaba por encima del manubrio. Por esta razón la máquina era vista como peligrosa, y por más entusiasmado que se estuviera con la Ordinary –y yo fui en alguna ocasión un conductor entusiasta– no había posibilidad de negar que solo podía ser conducida por hombres comparativamente jóvenes y atléticos (Grew, 1921, p. 8).

Este significado llevó a disminuir la rueda frontal, hacer retroceder el asiento, y llevar la horquilla frontal a una posición menos vertical. Por medio de otra cadena de problemas y soluciones (véase figura 7), esto resultó en artefactos como la bicicleta de Lawson (1879) y la Xtraordinary (1878; véase figura 15).

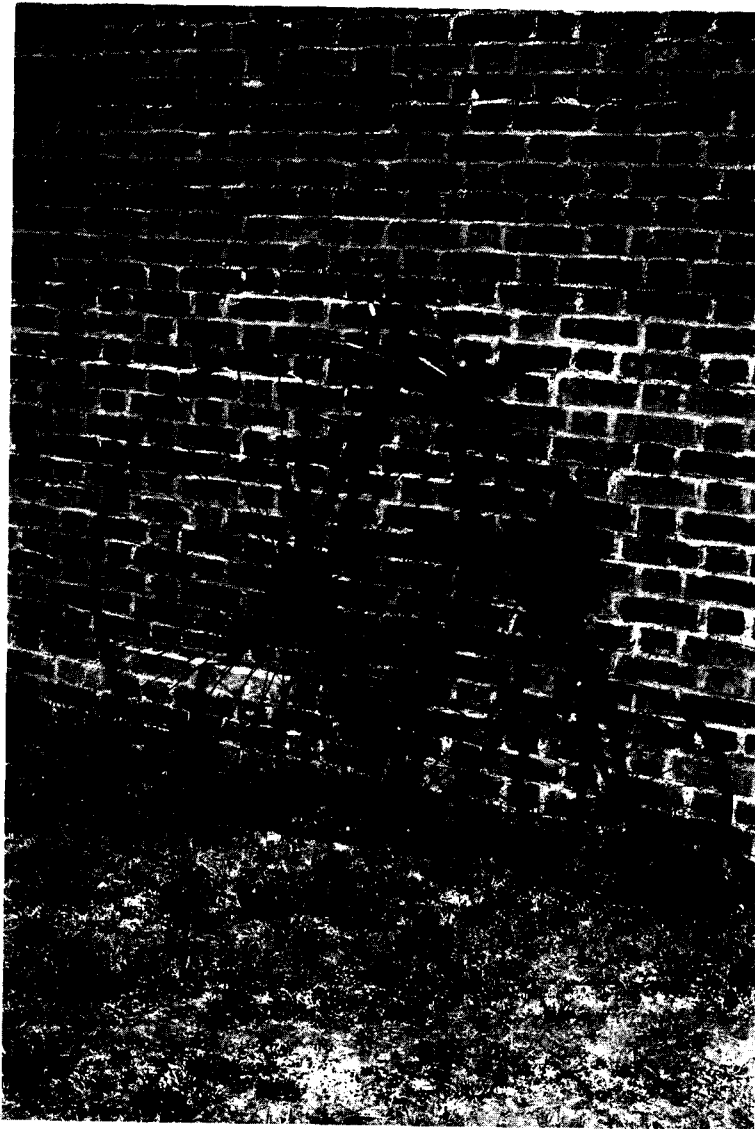
De tal modo no hubo una bicicleta con rueda alta. Existió la máquina para *macho*, que llevó a nuevos diseños de bicicletas con ruedas frontales aún más altas, y también existió la máquina *insegura*, que condujo a nuevos diseños de bicicletas con ruedas frontales más bajas, asientos más atrasados o con ruedas altas y bajas invertidas. De tal modo la flexibilidad interpretativa del artefacto Penny-farthing se materializa en líneas de diseños bastante distintas.

Clausura y estabilización

La segunda etapa del PER involucra establecer un mapa de los mecanismos que permiten la clausura del debate –o, en la CST, para la estabilización de un artefacto. Ilustraremos ahora qué queremos decir por mecanismos de clausura dando ejemplos de dos tipos, que parecen haber jugado un papel en casos que nos resultan familiares. Nos referimos a los mecanismos particulares en los que nos focalizamos hablando de clausura retórica y clausura por redefinición del problema.

Clausura retórica. La clausura en la tecnología involucra la estabilización de un artefacto y la "desaparición" de problemas. Para cerrar una "controversia" tecnológica no se requiere resolver los problemas

Figura 15. Bicicleta Singer Xtraordinary



en el sentido común de esta palabra. El punto clave es si los grupos sociales relevantes ven resuelto el problema. En la tecnología, la publicidad puede jugar un papel importante en la formación del significado que un grupo social le da a un artefacto.³⁶ De tal modo, por ejemplo, se realizó un intento por “cerrar” la “controversia por la seguridad” de la bicicleta de rueda alta simplemente alegando que el artefacto era perfectamente seguro. En un aviso sobre la bicicleta “Facile” (¡sic!) (figura 16) se lee:

¡Ciclistas! Por qué arriesgar sus miembros y vidas en máquinas altas cuando la Facile de 40 o 42 pulgadas les da todas las ventajas de la otra junto con una seguridad casi absoluta (*Illustrated London News*, 1880; citado en Woodforde, 1970, p. 60).

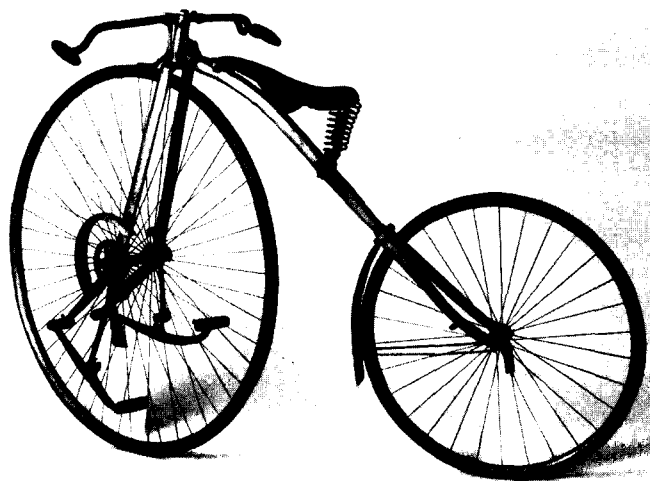
Esta afirmación acerca de la “seguridad casi absoluta” era un movimiento retórico, considerando la altura de la bicicleta y la posición delantera del conductor, lo cual era bien conocido por los ingenieros de la época como algo que presentaba problemas de seguridad.

Clausura por redefinición del problema. Hemos ya mencionado la controversia en torno al neumático con cámara. Para la mayoría de los ingenieros era una monstruosidad teórica y práctica. Para el público general, al principio significaba un feo accesorio antiestético:

Los muchachos de mensajería se reían de la rueda con forma de salchicha, las trabajadoras se retorcían de la gracia, incluso sobrios ciudadanos eran llevados de la congoja a la alegría ante un cómico diseño obviamente creado exclusivamente para iluminar la oscuridad de su rutina diaria (Woodforde, 1970, p. 89).

³⁶ La publicidad parece constituir una gran y potencialmente rica fuente de datos para los estudios sociales empíricos acerca de la tecnología. La consideración de que los publicistas profesionales toman en cuenta la existencia de distintos “grupos de consumidores” obviamente se adecua a nuestro concepto de grupos relevantes diferenciados. Véase por ejemplo, Schwartz Cowan (1983) y Bijker, en este volumen.

Figura 16. Geared Facile bicycle (1888)



Para Dunlop y otros protagonistas de los neumáticos con aire, los mismos significaban originalmente una solución al problema de la vibración. Sin embargo, el grupo de ciclistas deportivos no aceptaba que este fuese un problema. La vibración presentaba solo un problema a los (potenciales) usuarios de bicicletas con ruedas bajas. Tres grupos sociales importantes estaban por lo tanto en contra de los neumáticos con aire. Pero entonces los neumáticos con aire fueron colocados en una bicicleta de carrera. Cuando, por primera vez, los neumáticos fueron utilizados en un circuito de carrera, su entrada fue saludada con una risa burlona. La misma fue silenciada rápidamente, sin embargo, debido a la alta velocidad alcanzada, y solo quedó el asombro cuando

la bicicleta sobrepasó a todos sus rivales (Croom, 1939). Muy pronto se debió dar ventaja a las bicicletas con ruedas altas si entraban en la competencia conductores con bicicletas con ruedas bajas y neumáticos con aire. Luego de un corto período ningún corredor con pretensiones dudó en competir con otra cosa (Grew, 1921).

¿Qué había pasado? Respecto a dos grupos importantes, los deportistas y el público general, la clausura se había alcanzado, pero no convenciéndolos de la posibilidad de usar los neumáticos con aire de acuerdo a su significado como dispositivo antivibratorio. Se podría decir, pensamos, que el significado de los neumáticos con aire fue traducido³⁷ para constituir una solución a otro problema muy distinto: el problema de cómo ir lo más rápido posible. Y de tal modo, redefiniendo el problema central respecto al cual el artefacto debió significar una solución, la clausura fue alcanzada por dos de los grupos sociales relevantes. El modo en que el tercer grupo, los ingenieros, aceptaron el neumático con aire es otra historia que no necesita ser contada aquí.

Por supuesto, no hay nada "natural" o "lógicamente necesario" en esta forma de clausura. Puede argumentarse que la velocidad no era la característica más importante de la bicicleta, que las carreras de bicicletas no eran apropiadas para probar la velocidad "real" de una bicicleta (después de todo, el mundo ideal de las pistas de carrera puede no ajustarse a las condiciones reales de las rutas, del mismo modo que un auto de carreras de Fórmula 1 no se sustenta en los requerimientos de un auto familiar promedio). Aún así, las carreras de bicicletas han jugado un importante papel en el desarrollo de la bicicleta. Y, dado que las carreras pueden ser vistas como una forma específica de prueba, esta observación está en relación con el reciente llamado de atención de Constant, quien enfatiza la necesidad de prestar más atención a los procedimientos de prueba al estudiar la tecnología (Constant, 1983).

³⁷ El concepto de traducción es fructíferamente utilizado de un modo extenso por Callon (1980b, 1981b, 1986), Callon y Law (1982) y Latour (1983, 1984).

El contexto más amplio

Finalmente llegamos a la tercera etapa de nuestro programa de investigación. En el área de la tecnología, la tarea pareciera ser la misma que en la ciencia: vincular el contenido de un artefacto tecnológico a un medio sociopolítico más amplio. Este aspecto aún no ha sido demostrado para el caso de la ciencia,³⁸ al menos en estudios sociológicos contemporáneos.³⁹ Sin embargo, el método de la CST, de describir los artefactos tecnológicos focalizando los significados dados a los mismos por los grupos sociales relevantes, sugiere un paso más adelante. Obviamente la situación política y sociocultural de un grupo social forma sus normas y valores, lo cual a su vez influye en el significado que se le da a un artefacto. Debido a que hemos mostrado cuán distintos significados pueden constituir las diferentes líneas de desarrollo de una tecnología, el modelo descriptivo de la CST parece ofrecer una operacionalización de la relación entre el medio más amplio y el contenido actual de una tecnología. Para seguir esta línea de análisis, véase Bijker, en este volumen.

CONCLUSIÓN

En este capítulo hemos estado interesados en esbozar una aproximación integrada del estudio empírico de la ciencia y de la tecnología desde la perspectiva del constructivismo social. Hemos revisado varios cuerpos de bibliografía relevante y diversas líneas de argumentación. Hemos indicado que la perspectiva del constructivismo social es una tradición floreciente dentro de la tecnología de la ciencia y que la misma muestra promesas de una aplicación más amplia. Hemos revisado

la literatura acerca de la relación entre la ciencia y la tecnología, y hemos mostrado que aquí también el constructivismo social está comenzando a dar sus frutos. Hemos revisado además las principales tradiciones en los estudios sobre tecnología. Hemos argumentado que los estudios sobre innovación y mucho de la historia de la tecnología son inadecuados para nuestros propósitos sociológicos. Hemos discutido algunos trabajos recientes en sociología de la tecnología y hemos notado signos estimulantes acerca de la emergencia inicial de una nueva ola de estudios de caso basados en el constructivismo social.

Luego hemos desarrollado con mayor detalle las dos perspectivas –una en la sociología del conocimiento científico (PER) y una en el campo de la sociología de la tecnología (CST)– en las cuales basamos nuestra perspectiva integrada. Finalmente indicamos la semejanza de las metas explicativas de las dos perspectivas, e ilustramos estas metas con algunos ejemplos traídos de la tecnología. En particular hemos visto que en el estudio social de la tecnología se le puede dar base empírica a los conceptos de flexibilidad interpretativa, mecanismo de clausura, así como a la noción de grupo social relevante.

Tal como lo hemos notado a lo largo de este artículo, la sociología de la tecnología está aún subdesarrollada en comparación con la sociología del conocimiento científico. Sería una vergüenza si los avances generados en este último campo no pudieran ser utilizados para echar luz en el estudio de la tecnología. Por el otro lado, en nuestros estudios de la tecnología pareciera ser fructífero incluir diversos grupos sociales en el análisis, y existen algunas indicaciones de que este método puede también tener frutos para el estudio social de la ciencia. De tal modo nuestra perspectiva integrada indica cómo la sociología de la ciencia y la sociología de la tecnología pueden beneficiarse una a la otra.

Pero existe otra razón –tal vez más importante– para argumentar a favor de una aproximación integrada. Y esto nos lleva a la pregunta que algunos lectores pueden haber esperado que tratáramos en el primer párrafo del trabajo, es decir, la pregunta acerca de cómo distinguir la ciencia de la tecnología. Pensamos que es bastante poco fructífero

³⁸ Un modelo de dicha explicación de “nivel 3” se ofrece en Collins (1983a).

³⁹ Los estudios históricos que se orientan a esta tercera etapa pueden ser una guía útil para este caso. Véase, por ejemplo, MacKenzie (1978), Shapin (1979, 1984) y Shapin y Schaffer (1985).

hacer esta distinción *a priori*. En cambio, parece más valioso comenzar con nociones de la ciencia y la tecnología provenientes del sentido común y estudiarlas de modo integrado, tal como lo hemos propuesto. Cualesquiera sean las diferencias que puedan interesar, las mismas ganarán contraste dentro de tal programa. Esto será otro resultado concreto del estudio integrado de la construcción social de los hechos y de los artefactos.