

Michael Gibbons, Camille Limoges,
Helga Nowotny, Simon Schwartzman,
Peter Scott y Martin Trow

La nueva producción del conocimiento

La dinámica de la ciencia y la investigación
en las sociedades contemporáneas

Colección Educación y conocimiento

Director: Miguel A. Pereyra

Catedrático de Educación Comparada
Universidad de Granada

Ediciones Pomares-Corredor, S. A.

Caspe, 162 - 08013 Barcelona

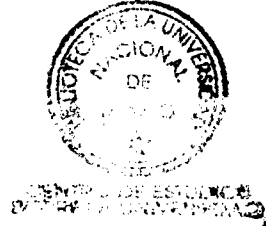
46310

9175
15
1318

Título original: *The new production of knowledge*

Traducción de José M. Pomares

Diseño portada: Joan Batallé



© 1994 Forskningsråfdämnden (FRN)
Edición inglesa de Sage Publications Ltd
© 1997 Ediciones Pomares-Corredor, S. A.
Caspe, 162, 5.º A - 08013 Barcelona

ISBN: 84-87682-28-6

Dep. legal: B. 36.748-1997

Querida lectora, querido lector: Gracias por haber comprado este libro. Quisiéramos recordarle, sobre todo si es usted profesor/a o alumno/a, que hacer fotocopias de todas o algunas páginas de este libro no sólo es ilegal, sino que además produce un efecto muy claro: dificulta a las editoriales pequeñas el seguir publicando este tipo de libros al disminuir sus ya escasas ventas, y de ese modo empobrece el nivel cultural general en español. Tenga la seguridad de que, al gastar los pocos cientos de pesetas más que puede costarle el libro, está contribuyendo al desarrollo general de la edición en español, y a iniciativas culturales como la presente, por lo que le quedamos agradecidos.

EL EDITOR

Quedan rigurosamente prohibidas, sin la autorización escrita de los titulares del copyright, bajo las sanciones establecidas en las leyes, la reproducción total o parcial de esta obra por cualquier medio o procedimiento, comprendidos la reprografía y el tratamiento informático, y la distribución de ejemplares de ella mediante alquiler o préstamo público.

Impresión y encuadernación: Tesys, S. A., Manso, 15-17 - 08015 Barcelona

Prefacio

El presente volumen es fruto de un esfuerzo de colaboración que se ha mantenido a lo largo de varios años. Nuestro propósito ha sido el de producir un libro, un texto integrado, antes que una serie de capítulos, dedicado a explorar los grandes cambios ocurridos en la forma en que se produce el conocimiento. El ámbito de nuestro estudio fue investigar esos cambios no sólo en la ciencia y la tecnología, sino también en las ciencias sociales y las humanidades, aunque al final se han dedicado más páginas a las primeras que a las segundas. El principio organizativo de este trabajo es que está emergiendo una nueva forma de producción del conocimiento junto a la antigua, tradicional y familiar. El nuevo modo de producción del conocimiento afecta no sólo a qué conocimiento se produce, sino también a cómo se produce, el contexto en el que se persigue, la forma en que se organiza, el sistema de recompensas que utiliza y los mecanismos que controlan la calidad de aquello que se produce. Estas características sociales de la producción del conocimiento han quedado bien articuladas en el caso de, por ejemplo, las ciencias disciplinares, la física, la química y la biología, que tomamos como paradigmáticas de una sana producción del conocimiento en las ciencias. En la medida en que las ciencias sociales y las humanidades han tratado de imitar a las ciencias físicas, también en estos ámbitos se han instalado sistemas sociales similares para gobernar la producción del conocimiento.

Como medio de ayuda para describir los cambios observados hemos distinguido el nuevo modo (modo 2) de aquel otro más familiar (modo 1). Nuestro punto de vista es que aun cuando es posible que el modo 2 no esté desplazando por completo al modo 1, sí es al menos diferente con respecto a este en casi todos los aspectos. El nuevo modo funciona dentro de un contexto de aplicación en el que los problemas no se hallan encuadrados dentro de una estructura disciplinar, sino que es transdisciplinar, antes que mono o multidisciplinar. Se lleva a cabo en formas no

jerárquicas, organizadas de forma heterogénea, que son esencialmente transitorias. No está siendo institucionalizado principalmente dentro de las estructuras de la universidad. El modo 2 supone una estrecha interacción entre muchos actores a través del proceso de producción del conocimiento, lo que significa que esa producción del conocimiento adquiere cada vez una mayor responsabilidad social. Una consecuencia de esos cambios es que el modo 2 utiliza una gama más amplia de criterios para juzgar el control de calidad. El proceso de producción del conocimiento tiende a ser más reflexivo y afecta, en los niveles más profundos, a lo que terminará por considerarse como «buena ciencia».

A medida que progresaba el proyecto fue quedando claro que algunas de las ideas contenidas en el modo 2 ya estaban presentes en el trabajo de otros. Lo reconocimos así y confiamos en que la estructura de análisis aquí presentada ayude a conjuntar las numerosas comprensiones de la transformación social de la producción del conocimiento actualmente incluidas en la literatura. Estamos convencidos de que abundan las pruebas que demuestran el surgimiento de este nuevo modo, y de que se halla muy ampliamente difundido. Forma parte de la naturaleza del modo 2 que éste se manifieste en una variedad de formas diferentes. Se habría necesitado de un gran programa de investigación, muy lejos de los recursos de que disponíamos, para reunir los datos apropiados y establecer con precisión los límites de nuestra hipótesis a través de toda la gama de producción del conocimiento. En lugar de intentar hacerlo de ese modo, hemos tratado de especificar, ya en esta fase, el nuevo modo y sus características principales, para mostrar cómo afectan éstas a la producción del conocimiento en la ciencia y la industria y, hasta cierto punto, en las ciencias sociales y las humanidades, y procurar indicar los imperativos que el nuevo modo de producción del conocimiento tiene para la política. Con tal propósito, hemos adoptado un estilo de exposición basado en el ensayo. Hemos intentado plantear algunas cuestiones fundamentales y, en ocasiones, ser provocativos. Nuestro propósito ha sido el de estimular el análisis y el debate, y no el de llevarlo a su fin. Está claro que se trata de un objetivo muy ambicioso, y el lector tendrá que juzgar por sí mismo hasta qué punto hemos logrado alcanzarlo. Sea cual fuere el veredicto, estamos convencidos de que las características del modo 2 desarrolladas en el texto proporcionan una heurística útil para quienes traten de comprender qué está cambiando en las ciencias, y qué implica eso para el futuro de nuestras principales instituciones de producción del conocimiento.

En la producción de este volumen han intervenido numerosas organizaciones e individuos. El primero de ellos fue el FRN, el Consejo Sueco

para la Investigación y la Planificación, con sede en Estocolmo, que concibió el proyecto y lo financió a lo largo de tres años. Fue el FRN, y en particular Roger Svensson, el que guió el proyecto a través de sus fases iniciales, y contribuyó a seleccionar el equipo y a establecer el estilo de trabajo. La tarea principal se llevó a cabo entre 1990 y 1993. Durante los dos primeros años, los miembros del grupo definieron el proyecto y prepararon los borradores iniciales de los textos de toma de posición. La tarea inicial de redactar esos artículos en un texto integrado se llevó a cabo durante el tercer año, en el que uno de nosotros (MG) dispuso de un año sabático en el Centro para Estudios de Educación Superior de la Universidad de California, Berkeley. Posteriormente, nos reunimos en varias sesiones de colaboración y revisamos línea por línea el borrador para producir el texto final. Eso fue, realmente, muy divertido y nos proporcionó de primera mano una cierta experiencia de trabajo en el modo 2. No obstante, no podemos permitir que el lector imagine que la tarea nos resultó fácil. Siempre resulta difícil sintetizar perspectivas y no lo fue menos para nuestra secretaria administrativa, Sue Alexander, de la Unidad Investigadora de Política Científica, que demostró una notable aptitud para reducir los pensamientos a veces divergentes de seis académicos a una forma aceptable de lenguaje gramatical en la que todos pudiéramos estar de acuerdo.

Como coordinador académico, tengo que expresar mi agradecimiento a numerosas personas por el papel que han jugado en la gestación de este libro. En primer lugar, a los coautores. Todos ellos son académicos distinguidos por derecho propio, a pesar de lo cual soportaron mi «estilo de dirección» al tratar de configurar el volumen. En segundo lugar, quisiera expresar mi agradecimiento a la Universidad de Manchester por haberme permitido generosamente tomarme un año sabático en 1992. Sin ese período, libre de la mayoría de las obligaciones de la vida académica, dudo mucho que hubiera podido producirse tan rápidamente el primer borrador de un texto integrado. En tercer lugar, quisiera agradecer a Sheldon Rothblatt, director del Centro para Estudios de Educación Superior de la Universidad de California, Berkeley, y a sus colaboradores Janet Ruyle y Pat Paulson, por haber creado las condiciones ideales para el trabajo mientras estuve en California. También he contraído una gran deuda con el Consejo de Investigación Económica y de Ciencias Sociales del Reino Unido que, a través del programa del Grupo de Apoyo de Ciencias Políticas sobre «Relación cambiante entre Ciencia e Industria del Sector Público», aportó las primeras comprensiones sobre lo que habría de denominarse el modo 2. Finalmente, expresamos nuestra gratitud para con el doctor Brian Balmer, que preparó la bibliografía, el glosario y las referen-

cias, así como a Sue Alexander, que coordinó todo el proceso de producción hasta sus fases finales.

Como nota personal, quisiera expresar mi agradecimiento a Justin y Joanna que, a pesar de su juventud, parecen poseer una comprensión intuitiva de las exigencias de la vida académica y que soportaron con paciencia mis prolongadas ausencias del hogar e incluso los períodos más prolongados de preocupación mientras estuve con ellos. Y finalmente, le doy las gracias a mis esposa, Gillian, por..., bueno, por todo.

MICHAEL GIBBONS

Introducción

Este volumen se dedica a explorar los cambios en el modo de producción del conocimiento en la sociedad contemporánea. Su ámbito es amplio y se ocupa de las ciencias sociales y las humanidades, así como de la ciencia y la tecnología, aunque se dedican menos páginas a las primeras que a las segundas. Se han identificado una serie de atributos que sugieren que empieza a cambiar la forma en que se está produciendo el conocimiento. En la medida en que esos atributos se dan a través de una amplia variedad de actividades científicas y académicas, y persisten a través del tiempo, puede decirse que constituyen tendencias en la forma de producir el conocimiento. No se plantea juicio alguno en cuanto al valor de tales tendencias (es decir, no se dice si son buenas y hay que estimularlas, o malas y hay que resistirse a ellas), pero parece ser que ocurren con mayor frecuencia en aquellos ámbitos que definen actualmente la frontera y entre aquellos otros considerados como líderes en sus diversos campos. Estas tendencias no deberían ignorarse, ya que por lo visto afectan a los líderes intelectuales, en la medida en que la evidencia parece indicar que la mayoría de los avances producidos en la ciencia han sido realizados por el cinco por ciento de la población de científicos activos.

En este libro se plantea la tesis de que estas tendencias suponen, no individualmente, sino en su interacción y combinación, una transformación en el modo de producción del conocimiento. La naturaleza de esa transformación se elabora en el capítulo 1 para la ciencia, en el capítulo 2 para la tecnología, en el capítulo 4 para las humanidades, y a lo largo de todo el texto para las ciencias sociales. La transformación se describe en términos del surgimiento de lo que llamaremos el modo 2, junto con los modos tradicionales de producción del conocimiento. En contraste con el conocimiento tradicional, que llamaremos modo 1, generado dentro de un contexto disciplinar, fundamentalmente cognitivo, el conocimiento del modo 2 viene creado en contextos transdisciplinarios sociales y económi-

cos más amplios. El propósito de introducir ambos modos es esencialmente heurístico, en la medida en que se clarifican las similitudes y diferencias entre los atributos de cada uno de ellos, lo que nos ayuda a comprender y explicar tendencias que se pueden observar en todas las sociedades modernas. Estamos convencidos de que el surgimiento del modo 2 es profundo y cuestiona la adecuación de aquellas instituciones con las que estamos familiarizados, dedicadas a la producción de conocimiento, ya se trate de universidades, instituciones gubernamentales de investigación o laboratorios de grandes empresas.

Antes de analizar los atributos del modo 2 y de cómo difieren con respecto al modo 1, es necesario llamar la atención sobre una dificultad inherente a cualquier intento que se haga por describir un nuevo modo de producción del conocimiento. En la medida en que domina un modo concreto de producir conocimiento, todas las otras afirmaciones se juzgarán tomando ese modo concreto como referencia. En el caso extremo, no se podrá producir nada reconocible como conocimiento fuera de la forma socialmente dominante. Esa fue la situación a la que se vieron enfrentados los primeros que practicaron la «nueva» ciencia cuando se encontraron frente a los peripatéticos aristotélicos, al principio de la Revolución Industrial. Existe una pauta histórica recurrente según la cual aquellos cuyas ideas son dominantes describen como equivocadas las innovaciones intelectuales que se producen, para después ignorarlas, hasta que son finalmente asumidas por parte de esos mismos adversarios originales, que terminan por considerarlas como su propio invento. Parte de la explicación de este fenómeno se deriva del hecho de que es necesario empezar por describir las características de lo nuevo en términos de lo viejo. Cabe esperar que surja otra dificultad cuando el nuevo modo crece a partir del previamente existente, como sucede aquí. Aunque siempre es deseable ser claros en cuanto a los términos que se utilicen, en esta primera fase en la que tantas cosas son fluidas, no es posible distinguir inequívocamente los dos modos. Esto, sin embargo, no es una debilidad grave, pues si el nuevo modo se convirtiera en una característica permanente del paisaje social, surgiría un vocabulario nuevo para manejar la situación. Y, desde luego, más tarde se plantearía uno a qué venía tanto jaleo. Esperamos que se pueda encontrar un término más apropiado para describir el modo 2, pero es importante tener en cuenta la necesidad de elegir un nuevo nombre porque los términos convencionales son inadecuados, como ciencias aplicadas, investigación tecnológica o investigación y desarrollo.

El problema del lenguaje es particularmente difícil cuando se trata de describir la naturaleza del modo 2 en aquellos ámbitos que afectan a la

ciencia natural. En las culturas occidentales, sobre todo, los términos ciencia y conocimiento se utilizan a menudo de modo indistinto o combinados para formar el de conocimiento científico. En las primeras fases de las revoluciones científicas fue importante distinguir las formas de conocimiento científico del no científico. Se podría escribir una historia de la producción del conocimiento desde el siglo XVII en términos de los esfuerzos realizados para conseguir el reconocimiento como científicos por parte de los defensores de las formas previamente no científicas de producción del conocimiento. En las culturas occidentales, participar en la producción no científica del conocimiento equivale a excluirse a sí mismo de lo aceptable, de modo que existe actualmente un sentido característico de aislamiento social asociado con la participación en una actividad no científica. Pero, en este contexto, el término científico ya implica una forma característica de producción del conocimiento. Su ideal es la física empírica y matemática newtoniana.

En este ensayo, el término modo 1 se refiere a una forma de producción de conocimiento, a un complejo de ideas, métodos, valores y normas que ha crecido hasta controlar la difusión del modelo newtoniano a más y más ámbitos de investigación, para asegurar su conformidad con aquello que se considera como una práctica científica sana. El modo 1 persigue sintetizar en una sola frase las normas cognitivas y sociales que deben seguirse en la producción, legitimación y difusión del conocimiento de este tipo. Para muchos, el modo 1 es idéntico con lo que se quiere dar a entender por ciencia. Sus normas cognitivas y sociales determinan qué se considerará como problemas significativos, a quién se le debe permitir practicar la ciencia y qué constituye la buena ciencia. Las formas de práctica que se adhieren a estas reglas son, por definición, científicas, mientras que aquellas otras que las violan, no lo son. Es debido en parte a estas razones por lo que, mientras que en el modo 1 es convencional hablar de ciencia y de científicos, ha sido necesario utilizar los términos más generales de conocimiento y de personas practicantes (en el sentido de que practican o ejercen) a la hora de describir el modo 2. Esto sólo persigue la intención de destacar las diferencias, y no la de sugerir que los practicantes del modo 2 no se estén comportando de acuerdo con las normas del método científico. Creemos que hay suficientes pruebas empíricas que indican que está empezando a surgir un conjunto característico de prácticas cognitivas y sociales, y que tales prácticas son diferentes a las que gobiernan el modo 1. La única cuestión que se puede plantear es si son lo bastante diferentes como para exigir una nueva etiqueta, o si se las tiene que considerar simplemente como desarrollos que se pueden aco-

modar dentro de las prácticas existentes. La respuesta final a esta pregunta depende en parte de obtener más información y, en parte, de cómo se adapte el modo 1 a las condiciones cambiantes en el ambiente económico y político.

Los cambios en la práctica proporcionan el punto de partida empírico de esta investigación. Esos cambios aparecen en las ciencias naturales y sociales, pero también en las humanidades. Es posible describirlos en términos de una serie de atributos que, tomados en conjunto, tienen coherencia suficiente como para sugerir la emergencia de un nuevo modo de producción del conocimiento. Analíticamente, se utiliza el conjunto de atributos para permitir que se especifiquen con cierta claridad las diferencias entre el modo 1 y el modo 2. Para sintetizar, y utilizando términos que se explorarán más ampliamente a continuación: en el modo 1 se plantean y se solucionan los problemas en un contexto gobernado por los intereses, en buena parte académicos, de una comunidad específica. En contraste, el conocimiento del modo 2 se lleva a cabo en un contexto de aplicación. El modo 1 es disciplinar, mientras que el modo 2 es transdisciplinar. El modo 1 se caracteriza por la homogeneidad, el modo 2 por la heterogeneidad. Organizativamente, el modo 1 es jerárquico y tiende a preservar su forma, mientras que el modo 2 es más heterárquico y transitorio. Cada uno de ellos emplea un tipo diferente de control de calidad. En comparación con el modo 1, el modo 2 es más socialmente responsable y reflexivo. Incluye a un conjunto de practicantes cada vez más amplio, temporal y heterogéneo, que colaboran sobre un problema definido dentro de un contexto específico y localizado.

Algunos atributos de la producción del conocimiento en el modo 2

Conocimiento producido en el contexto de aplicación

El contraste fundamental se produce aquí entre la solución del problema que se lleva a cabo siguiendo los códigos de práctica relevantes para una disciplina en particular, y la solución del problema que se organiza alrededor de una aplicación concreta. En el primer caso, el contexto se define en relación con las normas cognitivas y sociales que gobiernan la investigación básica o la ciencia académica. Últimamente, esto tiende a suponer una producción de conocimiento llevada a cabo en ausencia de algún objetivo práctico. En el modo 2, por el contrario, el conocimiento

resulta a partir de una gama más amplia de consideraciones. Tal conocimiento tiene la intención de ser útil para alguien, ya sea en la industria o en el gobierno o, más en general, para la sociedad, y ese imperativo está presente desde el principio. El conocimiento se produce siempre bajo un aspecto de negociación continua, y no será producido a menos y hasta que se incluyan los intereses de los diversos actores. Tal es el contexto de la aplicación. La aplicación, en este sentido, no es desarrollo de un producto llevado a cabo para la industria; los procesos o mercados que operan para determinar qué conocimiento se produce son mucho más amplios de lo que normalmente se da a entender cuando se habla de aplicar las ideas al mercado. A pesar de todo, la producción de conocimiento en el modo 2 es el resultado de un proceso en el que se puede decir que operan los factores de la oferta y la demanda, pero las fuentes de la oferta son cada vez más diversas, como lo son las demandas de formas diferenciadas de conocimiento especializado. Tales procesos o mercados especifican lo que queremos dar a entender por el contexto de aplicación. Puesto que incluyen mucho más que consideraciones comerciales, puede decirse que, en el modo 2, la ciencia ha ido más allá del mercado. La producción de conocimiento se difunde a través de la sociedad. Esa es la razón por la que también hablamos aquí de conocimiento socialmente distribuido.

Puede decirse que la investigación realizada en el contexto de aplicación caracteriza a una serie de disciplinas en las ciencias aplicadas y en la ingeniería, como por ejemplo en la ingeniería química, la ingeniería aeronáutica o, más recientemente, en la ciencia de los ordenadores. Históricamente, esas ciencias se establecieron en las universidades pero, en términos estrictos, no se las puede considerar como ciencias aplicadas porque fue precisamente la ausencia de ciencia relevante lo que las hizo surgir. Fueron genuinamente nuevas formas de conocimiento, aunque no necesariamente de producción de conocimiento, porque también ellas se convirtieron pronto en lugares de producción de conocimiento basado en disciplinas, al estilo del modo 1. Estas disciplinas aplicadas comparten con el modo 2 algunos aspectos del atributo de conocimiento producido en el contexto de aplicación. Pero el contexto es más complejo en el modo 2. Está configurado por un conjunto bastante más diverso de demandas intelectuales y sociales de lo que fue el caso en muchas de las ciencias aplicadas, al mismo tiempo que puede dar lugar a una genuina investigación básica.

Transdisciplinaridad

El modo 2 hace algo más que conjuntar una gama diversa de especialistas para que trabajen en equipo sobre problemas, en un ambiente complejo orientado hacia las aplicaciones. Para que podamos calificarla como una forma específica de producción de conocimiento es esencial que la investigación sea guiada por un consenso especificable relativo a una práctica cognitiva y social apropiada. En el modo 2, el consenso se ve condicionado por el contexto de aplicación que evoluciona con él. Los determinantes de una solución potencial suponen la integración de diferentes habilidades en una estructura de acción, pero el consenso puede ser sólo temporal, dependiendo de lo bien que se adapte a las exigencias impuestas por el contexto específico de aplicación. En el modo 2, la configuración de la solución final estará normalmente más allá de cualquier disciplina individual que contribuya a la misma. Será por tanto transdisciplinar.

La transdisciplinaridad tiene cuatro características destacadas. Primera: desarrolla una estructura peculiar, pero en evolución, para guiar los esfuerzos tendentes a la solución de los problemas. Eso se genera y se mantiene en el contexto de aplicación y no se desarrolla primero para ser aplicado más tarde al contexto, por parte de un grupo diferente de practicantes. La solución no surge exclusivamente, o ni siquiera principalmente a partir de la aplicación del contexto que ya existe. Aunque en ella tienen que haber entrado elementos del conocimiento existente, aquí interviene una verdadera creatividad y el contexto teórico, una vez alcanzado, no se puede reducir fácilmente a partes disciplinares.

Segunda: como quiera que la solución abarca componentes tanto empíricos como teóricos, se trata, innegablemente, de una contribución al conocimiento, aunque no necesariamente al conocimiento disciplinar. A pesar de haber surgido a partir de un contexto particular de aplicación, el conocimiento transdisciplinar desarrolla sus propias estructuras teóricas singulares, métodos de investigación y modos de práctica, aunque no se hallen localizados en el mapa disciplinar prevaleciente. El esfuerzo es acumulativo, aunque la dirección de dicha acumulación puede desplazarse hacia una serie de direcciones diferentes una vez que se ha resuelto un gran problema.

Tercera: a diferencia del modo 1, en el que los resultados se comunican a través de los canales institucionales, en el modo 2 se comunican los resultados a aquellos que han participado en el curso de esa participación y, de ese modo, la difusión de los resultados se logra inicialmente, en cierto sentido, en el mismo proceso de su producción. La difusión posterior

se realiza principalmente en la medida en que los practicantes originales abordan nuevos contextos de problemas, antes que mediante la información de los resultados a través de revistas profesionales o en conferencias. Aunque los contextos del problema son transitorios y quienes los solucionan son muy móviles, las redes de comunicación tienden a persistir y el conocimiento contenido en ellas está disponible para entrar a formar parte de otras configuraciones.

Cuarta: la transdisciplinaridad es dinámica. Es capacidad de solución de problemas en movimiento. Una solución concreta puede convertirse en el lugar cognitivo desde el que efectuar avances posteriores, pero predecir dónde se utilizará este conocimiento y cómo se desarrollará es tan difícil como el determinar las posibles aplicaciones que puedan surgir de la investigación basada en la disciplina. El modo 2 se caracteriza especial pero no exclusivamente por la interacción cada vez más estrecha de la producción de conocimiento con una sucesión de contextos de problemas. Tal como sucede con los descubrimientos logrados en el modo 1, un descubrimiento puede basarse en otro, pero los descubrimientos realizados en el modo 2 se encuentran fuera de los confines de cualquier disciplina concreta y los practicantes no tienen por qué regresar a ella para encontrar convalidación de los mismos. Es posible que el nuevo conocimiento producido de esta forma no encaje fácilmente en ninguna de las disciplinas que contribuyeron a la solución. Tampoco será fácil referirlo a instituciones disciplinares concretas, o registrarlo como contribuciones disciplinares. En el modo 2 son cruciales las comunicaciones en configuraciones siempre nuevas. Los enlaces de comunicación se mantienen a través de canales parcialmente formales y parcialmente informales.

Heterogeneidad y diversidad organizativa

En el modo 2, la producción de conocimiento es heterogénea en términos de las habilidades y la experiencia que aporta la gente a la misma. La composición de un equipo dedicado a solucionar un problema cambia con el tiempo, y las exigencias evolucionan. Eso no está planificado ni coordinado por ningún cuerpo central. Como ocurre con el modo 1, surgen problemas desafiantes, si no al azar sí al menos de una forma que dificulta mucho su anticipación. En consecuencia, se caracteriza por:

- 1 Un aumento en el número de lugares potenciales en los que se puede crear el conocimiento; su producción ya no se hace sólo en las universidades y facultades, sino también en los institutos universi-

- tarios, centros de investigación, instituciones gubernamentales, laboratorios empresariales, equipos de reflexión y asesorías, así como en su propia interacción.
- 2 La vinculación entre ellos en una variedad de formas (electrónica, organizativa, social e informalmente), a través de redes de comunicación en funcionamiento.
 - 3 La diferenciación simultánea en estos lugares de campos y ámbitos de estudio en especialidades cada vez más refinadas. La recombinación y reconfiguración de estos subcampos forman las bases para las nuevas formas de conocimiento útil. Con el transcurso del tiempo, la producción de conocimiento se aleja cada vez más de la actividad disciplinar tradicional, para pasar a nuevos contextos sociales.

En el modo 2, la flexibilidad y el tiempo de respuesta son factores cruciales y, debido a ello, varían mucho los tipos de organizaciones utilizadas para afrontar los problemas. Han surgido nuevas formas de organización para adaptarse a la naturaleza cambiante y transitoria de los problemas abordados en el modo 2. Es característico del modo 2 que los grupos de investigación estén institucionalizados de forma menos firme; la gente se reúne en equipos y redes temporales de trabajo, que se disuelven una vez que el problema ha sido solucionado o redefinido. Los miembros pueden reunirse entonces en grupos diferentes, en los que intervienen personas diferentes, y lo hacen a menudo en lugares diferentes para abordar problemas igualmente distintos. La experiencia acumulada en este proceso crea una competencia que es muy valorada, y que se transfiere a nuevos contextos. Aunque los problemas sean transitorios y la vida de los grupos tenga una corta duración, persiste la pauta de organización y de comunicación como una matriz a partir de la cual se formarán otros grupos y redes, dedicados a solucionar problemas diferentes. Así pues, en el modo 2, el conocimiento se crea en una gran variedad de organizaciones e instituciones, incluidas las empresas multinacionales, las instituciones gubernamentales, las universidades de investigación, los laboratorios e institutos, así como los programas de investigación nacionales e internacionales. En tales ambientes, las pautas de financiación muestran una diversidad similar, ya que ésta se obtiene a partir de una variedad de organizaciones que muestran una gama muy diversa de exigencias y expectativas, lo que interviene, a su vez, en el contexto de aplicación.

Responsabilidad y reflexividad social

En años recientes, la creciente preocupación pública por temas relacionados con el medio ambiente, la salud, las comunicaciones, la intimidad y la procreación, etcétera, han tenido el efecto de estimular el crecimiento de la producción de conocimiento en el modo 2. La creciente conciencia sobre la variedad de formas mediante las que los avances en ciencia y tecnología pueden afectar al interés público, ha aumentado el número de grupos que desean influir sobre el resultado del proceso de investigación. Eso se ve reflejado a su vez en la variada composición de los equipos de investigación. Los científicos sociales trabajan junto con los científicos naturales, ingenieros, abogados y hombres de negocios porque así lo requiere la naturaleza del problema. La responsabilidad social impregna todo el proceso de producción de conocimiento. Se ve reflejada no sólo en la interpretación y difusión de los resultados, sino también en la difusión del problema y en la determinación de las prioridades de investigación. Un número creciente de grupos de interés y de los llamados «preocupados», están exigiendo una representación en la determinación de la agenda política, así como en el posterior proceso de toma de decisiones. En el modo 2, la sensibilidad hacia el impacto de la investigación está presente desde el principio. Forma parte del contexto de aplicación.

En contra de lo que cabría esperar, trabajar en el contexto de aplicación aumenta la sensibilidad de los científicos y tecnólogos ante las más amplias implicaciones de lo que están haciendo. Funcionar en el modo 2 hace que todos los participantes sean más reflexivos. Ello se debe a que el tema sobre el que se basa la investigación no se puede contestar sólo en términos científicos y técnicos. La investigación hacia la resolución de este tipo de problemas tiene que incorporar opciones para la aplicación de las soluciones, y éstas afectarán inevitablemente a los valores y preferencias de diferentes individuos y grupos a los que se ha considerado como tradicionalmente al margen del sistema científico y tecnológico. Ahora, en cambio, pueden convertirse en agentes activos en la definición y solución de problemas, así como en la evaluación del rendimiento. Eso se expresa parcialmente en términos de la necesidad de una mayor responsabilidad social, pero también significa que los propios individuos pueden funcionar con efectividad sin reflejar a todos los actores implicados, es decir, sin intentar funcionar desde el punto de vista de dichos actores. La profundidad de comprensión que eso aporta tiene a su vez un efecto sobre lo que se considera que vale la pena hacer y, en consecuen-

cia, sobre la estructura de la propia investigación. La reflexión sobre los valores implicados en las aspiraciones y proyectos humanos ha sido una preocupación tradicional de las humanidades. Al difundirse la reflexividad dentro del proceso de investigación, las humanidades también están experimentando un aumento en la demanda para la clase de conocimientos que tienen que ofrecer.

Tradicionalmente, esa ha sido la función de las humanidades pero, con el transcurso de los años, el lado de la oferta de tal reflexividad (departamentos de filosofía, antropología, historia) se ha desconectado del lado de la demanda, es decir, de los hombres de negocios, ingenieros, doctores, instituciones reguladoras y el público en general, que necesitan de guía práctica o ética sobre una vasta gama de temas (como, por ejemplo, las presiones sobre las humanidades tradicionales para crear escenarios culturalmente sensibles, y sobre los estudios de derecho para encontrar éticas fundamentadas empíricamente, la construcción de historias étnicas y el análisis de los temas de género).

Control de calidad

En el modo 2, los criterios para valorar la calidad del trabajo y de los equipos que llevan a cabo la investigación difieren de los aplicados en la ciencia disciplinar más tradicional. En el modo 1, la calidad viene determinada esencialmente por los juicios de revisión de los compañeros acerca de las contribuciones hechas por los individuos. El control se mantiene mediante una cuidadosa selección de quienes han sido juzgados como competentes para que actúen como iguales, lo que viene determinado en parte por sus contribuciones previas a su disciplina. Así pues, el proceso de revisión por parte de los iguales permite que la calidad y el control se refuercen mutuamente. Esto tiene dimensiones tanto cognitivas como sociales, en la medida en que existe un control profesional sobre qué problemas y técnicas se considera importante trabajar, así como en la determinación de quién está calificado para tratar de hallar su solución. En la ciencia disciplinar, la revisión por parte de los iguales funciona para canalizar a los individuos de forma que trabajen sobre problemas considerados como centrales para el progreso de la disciplina. Esos problemas se definen en buena medida en términos de criterios que reflejan los intereses intelectuales y las preocupaciones de la disciplina y de sus principales exponentes.

En el modo 2 se añaden criterios adicionales a través del contexto de aplicación, que incorpora ahora una gama diversa de intereses intelectua-

les, así como de otros intereses sociales, económicos o políticos. Al criterio de interés intelectual y su interacción se le añaden otras cuestiones, como por ejemplo: «Si se encuentra la solución, ¿será competitiva en el mercado?», «¿Será efectiva en cuanto al coste?», «¿Será socialmente aceptable?». La calidad viene determinada por un conjunto más amplio de criterios que refleja la amplia composición social del sistema de revisión. Eso implica que la «buena ciencia» es más difícil de determinar. Al no verse ya limitado estrictamente a los juicios de los miembros iguales de la disciplina, surge el temor de que el control sea más débil y el resultado tenga una calidad inferior. Aunque el proceso de control de calidad en el modo 2 tiene una base más amplia, de ello no se desprende que la intervención de una gama más amplia de expertos sobre el problema tenga como consecuencia necesaria el alcanzar una calidad inferior. Esta será, simplemente, de un tipo más compuesto y multidimensional.

La coherencia del modo 2

Estos atributos, aunque no están presentes en todos los casos de modo 2, cuando aparecen juntos tienen una coherencia que proporciona al modo de producción una estabilidad cognitiva y organizativa reconocible. De la misma forma que en el modo 1 las normas cognitivas y sociales se ajustan las unas a las otras y producen conocimiento disciplinar, en el modo 2 están emergiendo nuevas normas que son apropiadas para el conocimiento transdisciplinar. En toda clase de producción de conocimiento, la creatividad individual y colectiva se encuentra en una variada relación de tensión y equilibrio. En el modo 1, la creatividad individual se resalta como la fuerza impulsora del desarrollo, y el control de calidad funciona a través de las estructuras disciplinares organizadas para identificarla e intensificarla, mientras que el aspecto colectivo, incluidos los elementos de control, se oculta bajo la figura consensual de la comunidad científica. En el modo 2, la creatividad se pone principalmente de manifiesto como un fenómeno de grupo, en el que la contribución individual se halla aparentemente subsumida como parte del proceso, y el control de calidad se ejerce como un proceso socialmente ampliado que acomoda muchos intereses en un proceso de aplicación dado. De la misma forma que, en el modo 1, el conocimiento se acumuló a través de la profesionalización de la especialización, ampliamente institucionalizada en las universidades, el conocimiento se acumula en el modo 2 a través de repetidas configuraciones de recursos humanos, en formas de organización

flexibles y esencialmente transitorias. El circuito desde el contexto de aplicación, a través de la transdisciplinaridad, la heterogeneidad y la diversidad organizativa, se cierra mediante nuevas formas adaptativas y contextuales de control de calidad. El resultado es un modo de ciencia más socialmente responsable y reflexivo. De las ciencias biomédicas y medioambientales podrían extraerse numerosos ejemplos de este fenómeno.

Aunque los modos 1 y 2 son modos distintos de producción, interactúan el uno con el otro. Los especialistas formados en las ciencias disciplinares entran en la producción de conocimiento del modo 2. Aunque algunos pueden regresar a su base disciplinar original, otros elegirán seguir un sendero de resolución compleja de problemas que viene determinado por una secuencia de contextos de aplicación. Y, a la inversa, algunos resultados de la producción transdisciplinar de conocimiento, en particular cuando se trata de nuevos instrumentos, pueden entrar a formar parte de toda una serie de ciencias disciplinares y fertilizarlas. Debido a tales interacciones, puede surgir la tentación de reducir la nueva forma a otras más familiares, de tal suerte que el modo 2 se colapsa en el modo 1 y, en consecuencia, se minimiza la importancia de los cambios anteriormente perfilados. Aunque la producción de conocimiento del modo 2 interactúa con el modo 1, es diferente al de este. Términos utilizados de forma común, como investigación precompetitiva, investigación estratégica, investigación orientada hacia la realización de una misión, investigación aplicada o investigación y desarrollo industrial, siguen teniendo muchas de las preconcepciones sociales de la función de la ciencia disciplinar y, en particular, la idea de que la ciencia disciplinar proporciona el pozo inagotable para las aplicaciones futuras. La idea profundamente sostenida de que si las disciplinas no florecen se perderán percepciones fundamentales, o de que el conocimiento teórico fundacional no puede producirse y mantenerse fuera de las estructuras disciplinares, puede explicar la persistencia del modelo lineal de innovación en los debates de política. Y, sin embargo, sucede cada vez con mayor frecuencia, en las ciencias de los ordenadores, de los materiales, biomédicas y medioambientales, que las teorías se desarrollan en el contexto de aplicación, y que éstas continúan fecundando líneas de progreso intelectual que se hallan al margen de las estructuras disciplinares. En el modo 2, las cosas se hacen de modo diferente y cuando se han hecho suficientes cosas de modo diferente, está uno autorizado para decir que ha surgido una nueva forma.

No resulta difícil descubrir las razones por las que este nuevo modo

de producción ha surgido en la época presente. El modo 1 ha alcanzado un éxito destacado. Los científicos descubrieron hace tiempo que la forma más efectiva de alcanzar ese éxito consistía en hacerlo a través de un proceso de especialización en el ámbito cognitivo, de profesionalización en el ámbito social, y de institucionalización en el ámbito político. Esta pauta ha gobernado la difusión de la ciencia desde un ámbito de actividad a otro, y ha tendido a tratar duramente a quienes intentaron soslayar sus controles. La estructura disciplinar del conocimiento refleja el éxito de funcionamiento de esta pauta de control cognitivo y social. Pero, con el transcurso de los años, el número de graduados fundamentados en el ethos de la investigación, junto con una cierta habilidad especializada, ha sido demasiado grande como para quedar absorbido dentro de la estructura disciplinar. Algunos de ellos han pasado a los laboratorios gubernamentales, otros a la industria, mientras que otros han establecido sus propios laboratorios, equipos de reflexión y asesorías. Como consecuencia de ello, ha aumentado mucho el número de lugares donde se puede llevar a cabo una investigación competente. Esos lugares constituyen los recursos intelectuales para el modo 2 y sus apuntalamientos sociales. Visto desde otra perspectiva, cabría decir también que la creación de muchos lugares nuevos donde se practica la investigación competente es un resultado no intencionado del proceso de masificación de la educación y la investigación.

El desarrollo del transporte rápido, así como de las tecnologías de la información y la comunicación, han creado una capacidad que permite interactuar a estos lugares. El modo 2 depende críticamente de las emergentes tecnologías de los ordenadores y de las telecomunicaciones, y favorecerá a aquellos que se pueden permitir utilizarlas. Las interacciones entre estos lugares de conocimiento han preparado el escenario para que se produzca una explosión en el número de interconexiones y de las posibles configuraciones de conocimiento y habilidad. El resultado puede describirse como un sistema socialmente distribuido de producción de conocimiento. En este sistema, la comunicación se efectúa cada vez más a través de las fronteras institucionales existentes. El resultado es una red cuyos nódulos se extienden ahora por todo el globo y cuya conectividad crece a cada día que pasa. No es nada sorprendente que, cuando los científicos tradicionales empiezan a participar en este proceso, se les perciba como personas que debilitan la lealtad disciplinar y el control institucional. Pero los contextos de aplicación son a menudo los lugares donde se plantean problemas intelectuales desafiantes, y la implicación en el modo 2 permite el acceso a éstos y promete una estrecha colaboración con ex-

peros que tienen una amplia variedad de historiales. Eso puede ser, para muchos, un ambiente de trabajo muy estimulante. El modo 2 no muestra ninguna inclinación particular por llegar a quedar institucionalizado en la pauta convencional. Cabe esperar que la estructura establecida de la ciencia se preocupe por esto, así como por cómo se asegurará el control de calidad en un sistema de producción socialmente distribuido del conocimiento, pero lo cierto es que actualmente ya se ha convertido en una realidad. El modo 2 es una respuesta a las necesidades tanto de la ciencia como de la sociedad. Es irreversible. El problema consiste en averiguar cómo comprenderlo y manejarlo.

Algunas implicaciones del modo 2

Uno de los objetivos de este libro es el de llamar la atención sobre la existencia de una serie de atributos asociados con la nueva forma de producción de conocimiento, y mostrar que tales atributos poseen coherencia suficiente como para que se les considere como un nuevo modo de producción. Argumentamos que, de la misma forma que el modo 1 se ha convertido en el modo de producción característico de la investigación disciplinar ampliamente institucionalizada en las universidades, el modo 2 se caracteriza por la transdisciplinaridad y se institucionaliza en un sistema socialmente distribuido que es más heterogéneo y flexible. Tras haber perfilado sus características principales, nos encontramos ahora en posición de considerar las implicaciones de este desarrollo.

La masificación de la educación superior después de la Segunda Guerra Mundial y la apropiación por parte de las universidades de una clara función investigadora, han producido un número creciente de personas que están familiarizadas con los métodos de investigación, muchas de las cuales se hallan equipadas con conocimientos y habilidades especializadas de diversos tipos. La masificación es ahora un fenómeno fuertemente atrincherado, tiene alcance internacional y no es probable que se pueda invertir. Por el lado de la oferta, el número de productores potenciales de conocimiento que surgen de la educación superior no hace sino aumentar, y continuará aumentando.

No obstante, esta expansión de la educación superior tiene una implicación que ha sido poco examinada hasta el momento. No sólo hay cada vez más personas familiarizadas con la ciencia y que son competentes en sus métodos, sino que muchas de ellas participan en actividades que tienen una dimensión investigadora. Han aportado sus conocimientos y ha-

bilidades a la resolución de una amplia gama de problemas, en contextos y situaciones que se hallan a menudo muy alejados de las universidades donde recibieron inicialmente su formación. La producción del conocimiento científico y tecnológico se trata de obtener no sólo en las universidades, sino también en los laboratorios de la industria y del gobierno, en equipos de reflexión, instituciones y asesorías de investigación, etcétera. La expansión de la educación superior a nivel internacional ha significado un aumento del número de lugares potenciales donde se lleva a cabo una investigación reconocible como competente. Esto conlleva la implicación, todavía no comprendida del todo, de que en la medida en que las universidades continúan produciendo graduados de calidad, socavan su monopolio como productoras de conocimiento. Muchos graduados han llegado a ser posteriormente los bastante competentes como para emitir juicios sobre la investigación realizada en la universidad, y pertenecen ahora a organizaciones que también pueden realizar ese trabajo. Las universidades empiezan a reconocer que ahora sólo son un tipo de jugador, por importante que sea, dentro de un proceso enormemente expandido de producción de conocimiento.

En paralelo con esta vasta expansión de la oferta, se ha producido la expansión de la demanda de conocimientos especializados de todas clases. Por lo que se refiere al conocimiento especializado, la interacción de la oferta y la demanda tiene numerosas características de un mercado, pero hay algunas diferencias cruciales. La función de un mercado consiste en equilibrar la oferta y la demanda, y establecer los términos del intercambio. Tradicionalmente, se entiende que los mercados establecen los precios en los que se encontrarán en equilibrio la oferta y la demanda de bienes concretos. Un mercado es un mecanismo de asignación de recursos (trabajo y capital) para la producción de bienes. Funciona con mayor efectividad en aquellos casos en los que ya existe una demanda claramente especificada, y para los que se dispone de factores de producción. Pero los mercados también tienen un componente dinámico. Pueden poner en circulación nuevos bienes para los que apenas existe una demanda o, a la inversa, pueden estimular la demanda de bienes cuyas características todavía no están claras. En los mercados dinámicos, la oferta y la demanda se articulan mutuamente entre sí.

El conocimiento juega un papel crucial en muchos mercados dinámicos. Es una fuente importante de ventaja comparativa creada, tanto para sus productores como para los usuarios de todas clases, y no sólo en la industria. En algunos de estos mercados los términos comerciales son más complejos de lo que puede venir indicado por niveles comparativos

de costes y precios, y el medio de intercambio puede ser más sutil que el dinero. Por ejemplo, en aquellos mercados que articulan la oferta y la demanda para el conocimiento sobre el medio ambiente, existen muchas clases diferentes de intercambios entre numerosos participantes, pero el medio es una mezcla más compleja de valores individuales y sociales de lo que podría captarse por sí solo mediante los valores monetarios. Como quiera que la ventaja comparativa no se puede reducir a criterios económicos, tales mercados podrían describirse más bien como mercados sociales antes que como económicos, pero no por ello dejan de ser mercados. Dentro de ellos, las fuentes de la demanda son múltiples. Proceden de la sociedad, en forma de investigaciones públicas de diversos tipos, de los gobiernos en relación con una amplia gama de temas, como por ejemplo las consecuencias adversas de las tecnologías de alto riesgo, y también de todo un espectro de instituciones, grupos de interés e individuos que necesitan saber más sobre cuestiones concretas. Este conjunto complejo de actores forman foros híbridos que proporcionan estímulos tanto a la oferta como a la demanda del conocimiento especializado. En esos foros se genera tanto el conocimiento teórico como el práctico.

Son ampliamente apreciadas las exigencias de conocimiento planteadas por la industria y en especial por los resultados de la investigación científica y tecnológica. Pero lo que quizá se comprende menos es la expansión de la demanda de un flujo de conocimientos especializados entre las empresas. El conocimiento especializado es a menudo un factor clave para la determinación de la ventaja comparativa de una empresa. A medida que aumentan las presiones de la competencia internacional, las empresas han tratado de afrontar los desafíos planteados por la introducción de las nuevas tecnologías. La nueva tecnología es una condición necesaria, pero no suficiente, para el éxito del rendimiento innovador, y la innovación tecnológica depende cada vez más de la utilización de conocimientos especializados capaces de desarrollar tecnologías que vayan en las direcciones dictadas por las presiones competitivas. El conocimiento especializado se utiliza en parte porque aporta una fuente constantemente renovable de ventaja comparativa creada, y en parte porque puede ser difícil de imitar, sobre todo cuando se trata de empresas cuya cultura nacional no apoya todavía una infraestructura científica y tecnológica bien articulada. Así pues, para las empresas que representan en muchos sectores la punta de lanza de la competencia internacional, el conocimiento especializado constituye un valor añadido, pero su adquisición resulta difícil y a menudo es demasiado cara como para que las empresas individuales puedan replicarla por entero en sus instalaciones. Para satisfacer esta exi-

gencia, las empresas se han enzarzado en una compleja variedad de disposiciones de colaboración en las que intervienen las universidades, los gobiernos y otras empresas, pertenecientes a veces incluso al mismo sector. En cada uno de los casos, la oferta y la demanda se ven mediatizadas por un mecanismo de mercado pero, una vez más, este no es o no necesita ser estrictamente comercial.

En estos mercados, el conocimiento en sí se puede buscar continuamente, pero sucede con frecuencia que no está disponible, no se puede comprar o vender o retirar de la estantería, como otros bienes. Se genera cada vez más en el nexo del mercado mismo. Al producir conocimiento especializado, los mercados funcionan para configurar recursos humanos y físicos en un contexto de aplicación concreto. Como consecuencia de la intensificación de la competencia, el número de tales contextos se expande, pero los contextos son también transitorios. Los mercados son dinámicos. Establecen nuevos problemas de forma más o menos continua y, por lo tanto, continúa el avance de la producción de conocimiento y sus redes de comunicación asociadas. El conocimiento se produce mediante la configuración del capital humano. No obstante, y a diferencia del capital físico, el capital humano es potencialmente más maleable. Los recursos humanos se pueden configurar una y otra vez para generar nuevas formas de conocimiento especializado. La capacidad para hacerlo así se encuentra en el núcleo de muchas economías de alcance, consideradas actualmente como cruciales para la supervivencia en el mercado.

El núcleo de nuestra tesis es que la expansión paralela en el número de productores potenciales de conocimiento por el lado de la oferta, y la expansión de la exigencia de conocimiento especializado por el lado de la demanda, está creando las condiciones para el surgimiento de un nuevo modo de producción de conocimiento. El nuevo modo tiene implicaciones que afectan a todas las instituciones, ya se trate de universidades, instituciones gubernamentales de investigación o laboratorios industriales que han invertido en la producción de conocimiento. El surgimiento de mercados para el conocimiento especializado significa que el juego está cambiando para cada conjunto de instituciones, aunque no lo haga necesariamente de la misma forma o a la misma velocidad. No existe imperativo alguno para que todas las instituciones adopten las normas y valores del nuevo modo de producción de conocimiento. Algunas empresas y universidades ya han recorrido un largo trecho en el camino del cambio, lo que se manifiesta en los tipos de personal que contratan y en la compleja gama de acuerdos de colaboración en los que participan. No obstante, para alcanzar los objetivos institucionales, se tendrán que modifi-

car las reglas que gobiernan el desarrollo profesional y los determinantes sociales y técnicos de la competencia para que se pueda establecer finalmente el nuevo modo de producción.

El nuevo modo, es decir, el 2, emerge junto a la estructura disciplinar tradicional de la ciencia y la tecnología, es decir, del modo 1. De hecho, se trata de un vástago del mismo. Para dejar claro lo que implica el nuevo modo de producción, se han contrastado los atributos del modo 2 con los del modo 1. A partir de este análisis quedará claro que el modo 2 no sustituye, sino que más bien complementa el modo 1. El modo 2 es característico, y tiene su propio conjunto de normas cognitivas y sociales. Algunas de ellas contrastan nítidamente con las convicciones profundamente mantenidas acerca de cómo se debería generar el conocimiento teórico y práctico fiable, pero no por esa razón se las debería considerar como superiores o inferiores a las que funcionan en el modo 1. Son, simplemente, diferentes. Hasta cierto punto, sin embargo, la forma en que el modo 2 quede establecido en un contexto concreto, vendrá determinada por el grado en que las instituciones del modo 1 deseen adaptarse a la nueva situación.

El surgimiento de un sistema de producción de conocimiento socialmente distribuido significa que este tipo de conocimiento viene suministrado y distribuido a un tiempo a los individuos y grupos a través del espectro social. Se tiende a soslayar las comunicaciones a nivel institucional debido a la necesidad de encontrar respuestas rápidas y flexibles ante los problemas. Aunque cabe esperar variedad en la medida en que el modo 2 llegue a ser dominante, ésta se hallará en relación con el sistema de producción de conocimiento socialmente distribuido que está emergiendo ahora. El modo 2 puede funcionar en la medida en que las instituciones sean permeables. El grado en el que las actuales instituciones de producción de conocimiento sean más permeables, no alterará el hecho fundamental de que la producción de conocimiento está siendo más ampliamente distribuida; es decir, tiene lugar en muchos más tipos de escenarios sociales que antes, ya no está concentrada en relativamente unas pocas instituciones, y supone la participación de muchos tipos diferentes de individuos y organizaciones en una vasta gama de relaciones diferentes. Tal comportamiento hará que se establezcan otros vínculos que, al final, pueden dejarlos científica y técnicamente aislados con respecto a algunos desarrollos intelectuales.

La producción de conocimiento socialmente distribuido tiende hacia la creación de una red global cuyo número de interconexiones se expande continuamente mediante la creación de nuevos lugares de producción.

Como consecuencia de ello, las comunicaciones son cruciales en el modo 2. En la actualidad, eso se mantiene en parte a través de acuerdos formales de colaboración y de alianzas estratégicas, y en parte a través de redes informales apoyadas por el transporte rápido y por las comunicaciones electrónicas. Pero eso no es más que la punta del iceberg. Para funcionar, el nuevo modo necesita verse apoyado por las últimas novedades que pueden ofrecer las telecomunicaciones y las tecnologías de los ordenadores. El modo 2, pues, es tanto una causa como un consumidor de innovaciones capaces de intensificar el flujo y la transformación de la información.

Uno de los imperativos del modo 2 es que la explotación del conocimiento exige participación en su generación. En la producción de conocimiento socialmente distribuido, la organización de esa participación se convierte en el factor crucial. Los objetivos de participación ya no son simplemente el asegurar alguna ventaja nacional, comercial o de otro tipo. De hecho, la misma noción de qué constituye un beneficio económico, y para quién, se encuentra en la raíz misma de muchos debates, no sólo en las ciencias medioambientales, sino también en la biotecnología y las ciencias médicas. Por ejemplo, el empuje que reciben actualmente las llamadas tecnologías «limpias» se halla relacionado con algo más que el simple beneficio económico. También se refiere a la estabilización de sistemas ecológicos que se colapsan, a la salud y al bienestar de poblaciones enteras, así como a ganancias comerciales. Esto quiere decir que aun cuando el modo 2 viene ejemplificado en este libro sólo en relación con la producción de conocimiento, tiene efectos coevolutivos en otros ámbitos, como por ejemplo en la economía, la división actual del trabajo y el sentido de comunidad.

La aparición del modo 2 está creando nuevos desafíos para los gobiernos. Las instituciones nacionales necesitan ser descentralizadas (para hacerse más permeables), y los gobiernos pueden promover con sus políticas un cambio en esta dirección. Esas políticas serán más efectivas si, al mismo tiempo, se convierten en agentes más proactivos en un juego de producción de conocimiento que incluye, además de los intereses y ambiciones de otras naciones, las políticas de las instituciones supranacionales, como la de la Unión Europea (UE). La efectividad de las capacidades de actuación de los gobiernos subraya ahora la competitividad de sus sistemas nacionales de innovación. Eso se verá reflejado tanto en su habilidad para participar en la producción de conocimiento que pueda tener lugar en cualquier parte del mundo, como también en su ingenio para apropiarse de ese conocimiento e incluirlo en su sistema de innovación.

Se necesita ingenio porque, tarde o temprano, la colaboración se transformará en competencia. Eso forma parte de la naturaleza del proceso de creación de riqueza, tal y como está constituido actualmente. Controlar la interacción entre competencia y colaboración ya será una tarea bastante difícil. Gestionarla en beneficio nacional es un desafío que, si los gobiernos lo descuidan, lo harán otros a su propia costa. Lo mismo que sucede con los científicos y tecnólogos, los gobiernos también necesitan aprender a funcionar en el contexto de aplicación, y eso afecta cada vez más a las instituciones supranacionales. Estas tienen dimensiones políticas, sociales y económicas, como en el caso de la UE en Europa occidental, pero objetivos más estrechamente económicos en los casos del Tratado de Libre Comercio de América del Norte (NAFTA) y del Tratado General sobre Tarifas Aduaneras y Comercio (GATT). Las cuestiones clave a determinar son si las instituciones supranacionales pueden ayudar en este proceso y cómo deberían posicionarse las naciones en relación con estos sistemas más grandes.

Quizá sea irónico que quede en manos del gobierno la tarea de trazar orificios en las mismas instituciones que se establecieron en otros tiempos para mantener su capacidad científica y tecnológica. Pero, además de sobre otras muchas nociones aparentemente fijas, se tiene que volver a reflexionar sobre el propósito y la función de estas instituciones a la luz del surgimiento del modo 2. Esto revelará la necesidad de abordar la política con un nuevo enfoque, particularmente por lo que se refiere a la integración de la educación, la ciencia, la tecnología y la política de competencia, para constituir una política de innovación global que sea sensible al hecho de que la producción de conocimiento está socialmente distribuida. En Europa, en particular, se tienen que desarrollar políticas nacionales que intensifiquen el potencial de las instituciones nacionales, y hacerlo de una forma concertada con las de la UE. Los países en vías de desarrollo necesitan tomar buena nota de ello. Para muchos de ellos, el acceso seguirá siendo un problema no sólo porque les falta la capacidad, sino también porque sus gobiernos todavía modelan sus instituciones científicas y tecnológicas de acuerdo con suposiciones que ya no se aplican a las clases de actividades científicas y tecnológicas de las que dependen sus aspiraciones.

1. Evolución de la producción de conocimiento

Resumen

En este capítulo empezamos por definir las características distintivas del modo 1 y del modo 2 de producción de conocimiento, resaltando que este último ha evolucionado a partir de la matriz disciplinar del primero, y que continúa existiendo junto a aquel. El nuevo modo de producción de conocimiento supone la existencia de diferentes mecanismos de generar conocimiento y de comunicarlo, más actores procedentes de disciplinas diferentes y con historiales distintos, pero, por encima de todo, lugares diferentes donde se produce el conocimiento. Los problemas, proyectos o programas sobre los que se centra temporalmente la atención de los practicantes, constituyen los nuevos lugares de producción de conocimiento, que avanzan y tienen lugar más directamente en el contexto de aplicación o uso. No hay presión para institucionalizar estas actividades de una forma permanente, o para que los participantes se instalen permanentemente en un nuevo lugar institucional. Como consecuencia de ello, esta forma dispersa y transitoria de producción de conocimiento conduce a resultados que están también altamente contextualizados. Debido a su transdisciplinaridad inherente, incrementan mucho la difusión posterior y la producción de nuevo conocimiento a través de técnicas, instrumentación y del conocimiento tácito que avanza hacia nuevos contextos de aplicación y uso.

Uno de los rasgos característicos del modo 2 es su transdisciplinaridad. Otro es lo que denominamos su distribución social, es decir, la difusión sobre una amplia gama de lugares potenciales para la producción de conocimiento y de diferentes contextos de aplicación o uso. Pero la naturaleza socialmente distribuida del modo 2 de producción de conocimiento se halla personificada, sobre todo, en las personas y en los modos en que éstas interactúan en formas socialmente organizadas. De ahí el énfasis que se pone en los componentes tácitos del conocimiento que, en nuestra opinión, asumen precedencia sobre los componentes codificados. Aunque esto nos acer-

ca gradualmente a cómo se organiza la producción de conocimiento en las culturas académicas y en las empresas, la estrategia empresarial aplicada a la organización de su dimensión tecnológica específica adquiere mucha mayor importancia en la elección de la configuración de su diseño.

Una consecuencia crucial resultante del cambio en la producción de conocimiento del modo 1 al modo 2, es que tiene efectos sobre el control de calidad. Sus mecanismos y los criterios sobre los que se basa están destinados a afectar también a un ámbito mucho más amplio y diferenciado, junto con una dimensión institucional y cognitiva-organizativa inherente a los mecanismos de control de calidad. Afirmamos, en general, que el control de calidad también se hace más dependiente del contexto y del uso. En un espacio institucional más disperso, el control de calidad también adopta formas más transitorias y temporales y normas más fluidas. Pero, por encima de todo, el éxito viene definido de forma diferente en el modo 2. Incluye criterios adicionales a los tradicionales de excelencia científica, tales como eficiencia o utilidad, definidos en términos de las contribuciones que ha aportado el trabajo a la solución general de problemas transdisciplinares. En otras palabras, habrá que tener en cuenta el ambiente de la investigación, ya estructurado por la aplicación o uso, dejando espacio para criterios múltiples, no sólo en general, sino también en relación con expectativas y resultados específicos.

Con objeto de comprender mejor la dinámica de la producción de conocimiento del modo 2, trazamos una distinción entre crecimiento homogéneo y heterogéneo. Por crecimiento heterogéneo nos referimos a un proceso de diferenciación y difusión a través del cual tiene lugar el reacondicionamiento de elementos componentes dentro de un proceso dado o de un conjunto concreto de actividades. Concebimos el proceso del crecimiento heterogéneo dentro de una estructura conceptual que denominamos el modelo de densidad creciente de la comunicación. Mantenemos que los orígenes del magnífico crecimiento heterogéneo mostrado por los sistemas de la ciencia y la tecnología, pueden localizarse sobre tres niveles de comunicación: la comunicación entre ciencia y sociedad, la comunicación entre los practicantes científicos y, en términos metafóricos, la comunicación con las entidades del mundo físico y social. La densidad de comunicación ha aumentado de una forma espectacular sobre estos tres niveles, así como a través de sus interconexiones, junto con la heterogeneidad inserta en ellos, proporcionando así un poderoso elemento de predicción para un posterior crecimiento heterogéneo y para su distribución social.

Finalmente, llamamos la atención sobre algunas características específicas de las actividades innovadoras en ciencia y tecnología, que se sitúan bajo el despliegue de producción del modo 2. Se basan en la recuperación del interés por estructuras ordenadas y específicas, antes que en la búsqueda

de los primeros principios y del papel distribuidor concomitante que juegan las técnicas y la instrumentación, las habilidades prácticas y el conocimiento tácito. La segunda característica es la innovación basada en el conocimiento y en la práctica a través del diseño. La intención aquí consiste en utilizar la mejorada comprensión de las estructuras ordenadas específicas para construir, manipular y controlar su funcionamiento en condiciones específicas y, quizá, lo que es aún más importante, para funciones y propósitos específicos. La tercera característica que contribuye a la innovación, bajo las condiciones del modo 2, es el papel que están jugando los ordenadores y, especialmente, el modelo computacional, que abren el camino al desarrollo tanto de rutinas que son independientes de aplicaciones particulares y que, por tanto, se pueden utilizar para satisfacer una amplia variedad de usos, como para la construcción de técnicas e instrumentos más sofisticados que intensificarán el principio de diseño y su gama de aplicación.

La producción de conocimiento está avanzando hacia una nueva fase. Funciona de acuerdo con los nuevos imperativos en tensión con la forma tradicional de hacer las cosas, con implicaciones de largo alcance. Estos cambios se describen en este libro en términos de un desplazamiento del énfasis del modo 1 al modo 2. En la introducción ya se han descrito sintéticamente los atributos principales del modo 2. El modo 1 se basa en la disciplina y conlleva una distinción entre lo que es fundamental y lo que es aplicado; eso implica a su vez una distinción operativa entre un núcleo teórico y otros ámbitos de conocimiento, tales como las ciencias de la ingeniería, en las que las comprensiones teóricas se traducen en aplicaciones. En contraste con ello, la producción de conocimiento en el modo 2 es transdisciplinar. Se caracteriza por un flujo constante, de un lado a otro, entre lo fundamental y lo aplicado, entre lo teórico y lo práctico. Típicamente, el descubrimiento se produce en contextos en los que el conocimiento se desarrolla para ser utilizado, y así se hace, mientras que los resultados (que habrían sido tradicionalmente caracterizados como aplicados) alimentan nuevos progresos teóricos. El descubrimiento en el contexto de aplicación, en el caso del avión hipersónico, viene ilustrado en el recuadro 1.1. El modo 2 se caracteriza por un alejamiento de la búsqueda de principios fundamentales, para avanzar hacia modos de investigación orientados hacia resultados contextualizados. Además, el propio proceso experimental viene guiado cada vez más por los principios de diseño, originalmente desarrollados en el contexto industrial. Empieza a ser posible invertir los procedimientos convencionales para fabricar ciertas sustancias, como las moléculas, los productos químicos y los materiales. Algunos materiales, por ejemplo, se pueden construir ahora átomo a átomo, o

molécula a molécula, mediante diseño, con objeto de obtener así un producto que tenga propiedades previamente especificadas. El producto y el proceso mediante el que se fabrican los nuevos materiales quedan integrados en el proceso de diseño, lo que supone una más estrecha integración del proceso de descubrimiento con el de fabricación. El modo 2 crea, pues, un ambiente novedoso en el que el conocimiento fluye más fácilmente a través de las fronteras disciplinares, en el que los recursos humanos son más móviles y la organización de la investigación es más abierta y flexible.

RECUADRO 1.1

Descubrimiento en el contexto de aplicación: el caso del avión hipersónico

Algunos programas de investigación, aunque orientados industrialmente, pueden abordar cuestiones científicas y tecnológicas situadas más allá de las fronteras actuales del conocimiento, sugiriendo así nuevos problemas y configurando nuevas agendas de investigación. Esta situación queda bien ilustrada en la búsqueda de un avión hipersónico viable, emprendida ahora por muchas naciones.

Los científicos han contemplado desde hace tiempo la construcción de un avión capaz de alcanzar velocidades de satélite, de despegar como un avión regular y regresar a la tierra una vez realizada su misión. El éxito de este proyecto depende de solucionar el problema de la propulsión generada por motores aeróbicos, que utilizan aire como comburente en lugar de una masa de oxígeno.

No obstante, a velocidades hipersónicas superiores a Mach 6, se hace necesaria la combustión supersónica, lo que exige la difícil mezcla de principios aeróbicos con la velocidad hipersónica en el perfeccionamiento de un chorro supersónico. Se cree que la producción de un nuevo vehículo requiere un cambio en el paradigma tecnológico. Existe la creencia de que los sistemas de propulsión aeróbicos convencionales no pueden funcionar a velocidades hipersónicas. El cambio paradigmático supone discontinuidades, tanto científicas como tecnológicas. Los dos apoyos tradicionales para la elaboración de nuevos conceptos tecnológicos, la ciencia y la experiencia de diseño de generaciones tecnológicas anteriores (el chorro supersónico en este caso), sólo pueden proporcionar una cierta guía limitada. En el caso de las tecnologías hipersónicas,

el estado actual de la ciencia no permite todavía el desarrollo de modelos predictivos y, en consecuencia, tiene una utilidad limitada para la elaboración de diseños y para la innovación.

Falta de dirección por parte de la ciencia existente. En el caso de la combustión a Mach 5 a 6, la primera barrera para la investigación es la casi imposibilidad de producir experimentalmente, en tierra, los datos necesarios para predecir el rendimiento del concepto de chorro supersónico. No existen instalaciones capaces de reproducir la combinación de velocidades, presiones y temperaturas necesaria para simular el vuelo hipersónico. El experimento en el túnel aerodinámico sólo puede ser de corta duración, de unos pocos segundos. Esta debilidad se ve superada parcialmente por medio de métodos matemáticos de simulación. Aquí, sin embargo, también existen dificultades inmensas. La solución de las ecuaciones de combustión supersónica exigiría períodos de cálculo muy prolongados. En consecuencia, las simulaciones se basan en aproximaciones significativas. Otro problema crucial es la ausencia de una ley predictiva de la turbulencia. Finalmente, las simulaciones no eliminan por completo la necesidad de efectuar pruebas con vehículos reales. A pesar de todo, los cálculos pueden reducir la cantidad de trabajo experimental necesario. Permiten a los investigadores limitar, por ejemplo, las pruebas en el túnel aerodinámico a aquellos aspectos precisos en los que las simulaciones sean demasiado difíciles o no aporten resultados lo bastante precisos. En último análisis, la dificultad actual de asegurar la sinergia entre los cálculos y las pruebas reales revela que la ciencia se halla lejos de poder proporcionar modelos predictivos para la innovación y el diseño analítico.

Discontinuidades con la experiencia previa. Otro problema se pone de manifiesto en los resultados obtenidos en el umbral del Mach 5, ya que muchos de esos resultados ya no son válidos más allá del Mach 5. Ciertas leyes físico-químicas llegan a invertirse una vez que se pasa del dominio supersónico al hipersónico. Se necesita desarrollar conceptos diferentes para los diferentes regímenes de velocidad. Se produce por lo tanto una discontinuidad entre los dominios supersónico e hipersónico que impide el desarrollo evolutivo basado en inversiones adicionales modestas en capital humano y físico. Además, los vínculos analógicos entre la propulsión aeróbica y la propulsión por cohete son relativamente insignificantes. No permiten más que una pequeña probabilidad de transferir conocimiento de un dominio al otro.

En esta situación de incertidumbre, la necesidad primordial es la de obtener información sobre la misma estructura del problema en cuestión, así como la de superar una ausencia crítica de datos científicos necesarios para las operaciones de medición, comprobación, control y ensayo. Para

ello se necesitan nuevos instrumentos, técnicas y conocimientos. Actualmente, muchos de los programas de investigación hipersónica se hallan orientados hacia la producción de tal base instrumental.

La cuestión que nos interesa aquí es que esta fase de investigación precede a la investigación básica y aplicada, y contiene una fuerte dimensión tecnológica. La formulación de esta misma agenda de investigación no puede comprenderse sin prestar atención a desarrollos previos en el ámbito de la tecnología, y particularmente de la tecnología de la instrumentación. Esto estructurará a su vez el contexto de aplicación y planteará futuros problemas a los científicos e ingenieros con historiales muy diversos.

Fuente: Foray y Conesa (1993)

El modo 2 se está extendiendo a través de todo el paisaje de la ciencia y la tecnología. Se abre un vasto campo de interconexiones gracias a la proliferación de lugares situados al margen de las estructuras disciplinares y de las instituciones en los que tiene lugar una investigación reconociblemente competente, normales desarrolladas desde finales del siglo XIX. A medida que se multiplican las interacciones, el estatus epistemológico del conocimiento así producido no sigue criterios tradicionales, es decir, disciplinares. En el modo 1, cualquier conocimiento se ve convalidado por la sanción de una comunidad claramente definida de especialistas. En el modo 2, transdisciplinar, o bien brillan por su ausencia tales estructuras legitimadoras, o éstas son disfuncionales. La investigación transdisciplinar también necesita algunos procedimientos de legitimación, pero éstos son diferentes porque se aplican criterios diferentes a lo que se considera como buena investigación. Además, con la ampliación y el carácter relativamente transitorio de las comunidades de practicantes, la valoración del conocimiento implicado ocurrirá a través de una contextualización social mucho más fuerte.

La ciencia no se encuentra al margen de la sociedad, dispensando sus dones de conocimiento y sabiduría; tampoco es un enclave autónomo que se vea aplastado ahora por el peso de estrechos intereses comerciales o políticos. Antes al contrario, la ciencia siempre ha configurado y ha sido configurada a su vez por la sociedad, en un proceso que es tan complejo como abigarrado; no es estática, sino dinámica. La gama de posibles problemas que pueden ser abordados por la ciencia es indefinidamente enorme y, por lo tanto, la agenda de la investigación no puede comprenderse en términos puramente intelectuales.

La ciencia posee una estructura interna abigarrada, compuesta por un vasto número de comunidades o especializaciones, cada una de ellas dotada de formas características de práctica y de modos específicos de comunicación interna y externa. De hecho, las actividades que abarca la empresa científica son tan diversas, que quizá sea equívoco agruparlas bajo una etiqueta común. La ciencia contemporánea parece hallarse en un estado de flujo más o menos continuo, en una situación de turbulencia que contrasta intensamente con la percepción que se tiene de ella como una empresa socialmente autónoma, con instituciones estables, estructuras disciplinares bien delineadas y llevada a cabo por practicantes ligeramente remotos.

En la investigación disciplinar del modo 1 se utiliza el término paradigma para denotar el consenso provisional entre un conjunto relevante de practicantes. Es el resultado de un modo particular de organización e indica una forma de ver las cosas, de definir y dar prioridad a ciertos conjuntos de problemas. Muchos científicos trabajan en las universidades, dentro de la estructura de una especialización particular, e imparten enseñanza regularmente dentro de una estructura disciplinar. No obstante, dentro de ese mundo aparentemente cómodo, han tenido que desarrollar una amplia gama de estrategias para sobrevivir. Las estrategias de investigación personal se han hecho necesarias porque la empresa científica ha crecido hasta alcanzar tales proporciones, que los recursos se tienen que asignar a quienes demuestren una creatividad continua. Los investigadores más astutos, al tratar de equilibrar su necesidad de equipo y personal con la de trabajar dentro de una estructura paradigmática dada, construyen sus carreras alrededor de una amplia base de financiación para la investigación. Trabajan sobre problemas que son intelectualmente desafiantes y lo bastante interesantes como para captar la atención de aquellos otros de igual rango que han destacado, así como de las instituciones de financiación, y procuran establecer sus ideas particulares, teorías y métodos como paradigmáticos, es decir, como la forma de hacer las cosas. En contraste con ellos, los científicos que se niegan a adoptar un enfoque estratégico para sus carreras, se enfrentan con la perspectiva de quedarse atrás, en la medida en que los consejos de investigación, las fundaciones y hasta las universidades ajustan sus recursos a nuevos horizontes. Tales científicos se encuentran crónicamente con una escasez de fondos para la investigación, se hacen relativamente improductivos y, al final, terminan siendo juzgados por sus iguales como personas que tienen un rendimiento mediocre. En esta situación, la habilidad para obtener fondos se convierte, en sí misma, en un indicador de éxito.

Al adoptar un enfoque estratégico con respecto a sus carreras, muchos científicos se han convertido en verdaderos empresarios, y han tenido que flexibilizar sus afiliaciones disciplinares, al tiempo que contribuyen a la difuminación de las fronteras de la materia en la que son especialistas. Los científicos se han dado cuenta desde hace tiempo de que no existe razón intrínseca alguna por la que las estrategias de financiación de los gobiernos, las empresas o las fundaciones deba adaptarse a la actual estructura interna y cognitiva de su disciplina. Con el transcurso de los años han aprendido a ejercer un gran ingenio a la hora de traducir sus propios intereses investigadores en el lenguaje apropiado para otras agendas. Eso ha generado una conciencia de los problemas existentes más allá de las preocupaciones inmediatas de las especialidades concretas. Trabajar en un contexto problemático tiende a permitir que se aprecie mejor la importancia de la transdisciplinariedad, y también suaviza las distinciones entre ciencia pura y aplicada, entre lo que es una investigación orientada por la curiosidad y lo que es una investigación orientada por el cumplimiento de una misión. La búsqueda constante de fondos ha incrementado indirectamente la permeabilidad del conocimiento. El mantenimiento de los modos establecidos de producción de conocimiento se ve debilitado en la medida en que los imperativos de un contexto problemático exigen cooperación o trabajar conjuntamente con otros practicantes, ya sea en laboratorios industriales, gubernamentales o universitarios, a nivel nacional o global. En resumen, buena parte del impulso tendente hacia un cambio de producción de conocimiento propio del modo 2, ha sido endógeno para la práctica del modo 1.

Todos estos cambios se ven reflejados en el ethos de los campos más nuevos. El desarrollo de la ciencia ha alcanzado ahora una fase en la que muchos científicos han perdido interés por la búsqueda de los primeros principios. Están convencidos de que el mundo natural es una entidad demasiado compleja como para caer bajo una descripción unitaria que sea global y útil al mismo tiempo, en el sentido de que sea capaz de guiar la investigación posterior. En campos como la ingeniería genética y la biotecnología, la teoría de la información y la tecnología de la información, la inteligencia artificial, la microelectrónica o los materiales avanzados, los investigadores no se preocupan por los principios básicos del mundo, sino por las estructuras ordenadas y específicas que existen dentro de él (Barnes, 1985). El enorme aumento actual del interés por las aplicaciones sólo es parte de un reflejo de la persistencia de los intereses comerciales y militares en la ciencia y la tecnología. Igualmente importante ha sido el cambio de interés ocurrido en la ciencia hacia la compren-

sión de los sistemas y procesos concretos. Eso se ve reflejado en el cambio de énfasis desde el modo 1 al modo 2.

Aunque hasta el momento hemos hablado principalmente de ciencia, la tendencia antes descrita no se observa menos en la tecnología. De hecho, la distinción entre ambos se está haciendo más que cuestionable en muchos aspectos. La idea de que la tecnología es también una forma de conocimiento viene oscurecida por la tangibilidad de sus artefactos. Los artefactos son el resultado de un proceso de transformación en el que la energía y la materia que tienen una forma se ven transformadas en energía y materia que tienen otra forma, a menudo con alguna dimensión de mejores características de rendimiento. El objetivo de la generación de tecnología es el de mejorar el rendimiento al reacondicionar los elementos existentes. Aunque estamos familiarizados con los resultados de diversos procesos de transformación, estos artefactos ocultan a menudo sus constituyentes más básicos.

Concentrarse en la tecnología como artefacto significa mantener firmemente cerrada la tapa de la «caja negra» en la que tiene lugar el proceso de transformación. Sólo abriendo esa caja negra se puede desvelar la dimensión cognitiva de la tecnología. Se destacan entonces ciertos aspectos comunes en las formas en que se produce el conocimiento científico y tecnológico, y se clarifica el proceso mediante el que la ciencia, la tecnología y la industria entran en un contacto más estrecho.

La tecnología como una forma de conocimiento muestra algunos de los rasgos de la estructura paradigmática de la ciencia disciplinar. El conocimiento tecnológico es una mezcla de componentes codificados y tácitos. El conocimiento codificado no necesita ser exclusivamente teórico, pero sí requiere ser lo bastante sistemático como para que se lo pueda escribir y almacenar, ya sea en una base de datos computarizada, en una biblioteca universitaria o en un informe de investigación. Como tal, se halla disponible para cualquiera que sepa dónde buscar. En contraste con ello, el conocimiento tácito no está disponible como un texto y podemos considerar convenientemente que reside en las cabezas de aquellos que trabajan sobre un proceso de transformación concreto, o que se halla personificado en un contexto organizativo concreto. La distinción entre conocimiento codificado y tácito puede complementarse mediante una distinción paralela entre conocimiento migratorio e incrustado. El primero es móvil y puede desplazarse rápidamente a través de las fronteras organizativas, mientras que el segundo lo es menos porque su movimiento se ve limitado a una red dada o conjunto de relaciones sociales. Aunque algún conocimiento tecnológico es codificado y migratorio, la mayor parte del mis-

mo es tácito e incrustado y, por esa razón, no se halla disponible, en general. Tiende a moverse entre y con los individuos a medida que éstos pasan de un problema a otro, y de un contexto organizativo a otro. El conocimiento tácito se aprende en el trabajo, a través de la formación y la experiencia. En el conocimiento tecnológico, el componente tácito puede ser mayor que el codificado, aunque es posible que, en un contexto concreto, sea difícil determinar la importancia relativa de ambos.

El conocimiento tecnológico es el resultado de las decisiones y acciones tomadas por las comunidades de practicantes. Al igual que sucede en la ciencia, estas comunidades identifican problemas significativos, desarrollan métodos para abordarlos, aportan soluciones modélicas para gestionar los rompecabezas cotidianos que surgen de seguir los procedimientos paradigmáticos.

Las aplicaciones comerciales no suelen desarrollarse en las universidades y los laboratorios gubernamentales, sino en las empresas o unidades de negocio, aunque eso está cambiando ahora. Para nuestros propósitos, una empresa es diferente a una universidad y a un laboratorio gubernamental, ya que emplea a individuos que son «practicantes» procedentes de una serie de comunidades, ya sean científicas, tecnológicas o de dirección empresarial. El trabajo de la dirección consiste en configurar la competencia de los individuos en una base de conocimiento característico y específico de la empresa, que formará el núcleo de la capacidad de ésta para competir en los mercados nacionales e internacionales. Al mismo tiempo, continúan perteneciendo a un más amplio conjunto de comunidades del que puede echar mano la empresa cuando se enfrenta con problemas situados más allá del ámbito de experiencia concreta de sus empleados. Se facilita la comunicación porque los empleados comparten el mismo paradigma con otros miembros de esas comunidades, y son gobernados por los mismos principios básicos de «la mejor práctica». El carácter comunal, sin embargo, puede verse limitado por el secreto y otras restricciones que supone la privatización del conocimiento.

La competencia de una empresa es algo más que la suma de la competencia profesional de su fuerza laboral. También incluye el conocimiento más centrado que ejerce su influencia sobre el proceso de transformación que explota la empresa en cuestión. Ese conocimiento se halla organizado de una forma análoga a la ciencia y la tecnología, pero es diferente en el sentido de que depende también de la estrategia de negocio de la empresa y de su dimensión tecnológica específica. Esta agenda estratégica define una configuración concreta de diseño que la empresa tratará de explotar en el ámbito competitivo. Lo mismo que los científicos y los tec-

nólogos, los negociantes también tratan de establecer en el mercado su forma específica de hacer las cosas. La elección de una configuración de diseño compromete a las empresas, ya desde el principio, a seguir una forma específica de hacer las cosas y, por implicación, a no explorar las alternativas.

Aunque muchos de los elementos de la base de conocimientos de una empresa son codificados y públicos, los elementos específicos que se relacionan con su configuración de diseño elegida son tácitos y de propiedad privada. El conocimiento que tiene propiedad está codificado y puede hallarse sometido a licencia y comercialización, mientras que el conocimiento tácito está implícito en la cultura profesional e institucional de una empresa. El conocimiento de propiedad se halla protegido por patentes y por el secreto comercial y se lo suele percibir como típico de empresas de negocios y también de los estamentos militares. El conocimiento tácito no es exclusivo de las empresas de negocios, puesto que se halla presente en las prácticas de investigación de cualquier comunidad científica y tecnológica. En contra de lo que pudiera parecer, la ventaja competitiva de una empresa radica menos en su acervo de conocimiento de propiedad, que en su base de competencia tácita. Al utilizarse el conocimiento de propiedad, éste se ve sometido a la imitación, la adaptación y la sustitución, y pierde gradualmente su valor de mercado. El conocimiento tácito sólo se puede adquirir contratando a gente que lo posea, y es la forma principal mediante la que una empresa puede rellenar su cesta de tecnologías singulares.

La prevalencia del conocimiento tácito sobre el de propiedad permite que la cultura de las empresas tecnológicamente avanzadas se acerque a las culturas académicas mucho más de lo que suele suponerse. El isomorfismo entre estas estructuras permite interacciones frecuentes que se encuentran en la raíz de la percepción según la cual la ciencia, la tecnología y la industria se acercan cada vez más, y apoyan nuestra afirmación de que las interacciones tienen lugar a un ritmo cada vez mayor en el contexto de aplicación. Comparten, además, una pauta de comportamiento común. Cada una de ellas se ve impulsada en parte por un proceso de competición y en parte por la necesidad de colaborar. En la ciencia, la competencia se produce por alcanzar reconocimiento académico, mientras que en el sistema tecnológico se produce por alcanzar eficiencia técnica, y en la industria por lograr ese tipo particular de eficiencia que genera unos beneficios financieros. En cada régimen, los individuos y los equipos tratan de establecerse como dominantes en sus formas particulares de hacer las cosas, es decir, en sus paradigmas respectivos. La dominación depen-

de de la creatividad, que es una cuestión de habilidad, recursos y organización. Cada una de ellas funciona en un régimen en el que los recursos son limitados y aunque el éxito puede relajar un tanto esta limitación, nunca la eliminará por completo. Esta limitación se puede superar hasta cierto punto mediante la colaboración. Pero la colaboración supone algo más que, simplemente, compartir los recursos. Como veremos, el contexto de uso es cada vez más aquel en el que se encuentran los mejores científicos y tecnólogos, y donde desarrollan ideas teóricas y procedimientos prácticos más novedosos.

Con objeto de comprender mejor la importancia general que tiene el cambio desde el modo 1 al modo 2 para que se plantee la ciencia de esta forma, en el resto del capítulo plantearemos dos conjuntos diferentes de cuestiones. En primer lugar, abordaremos algunos de los principales aspectos fenomenológicos del modo 2: su forma de producir conocimiento de un modo transdisciplinar, y la forma en que se ejerce el control de calidad sobre los resultados de esa producción. En segundo lugar, empezaremos a explorar la dinámica del modo 2 en términos de un aumento en la heterogeneidad de sus constituyentes y de un aumento en la densidad de los procesos de comunicación constitutivos que muestra con la sociedad, entre los practicantes científicos, y con los mundos físico y social. Esta creciente heterogeneidad de constituyentes y de comunicaciones constitutivas permite explicitar cómo el conocimiento socialmente distribuido se halla en el núcleo mismo del modo 2.

Sobre la fenomenología del nuevo modo de producción de conocimiento

Transdisciplinaridad

La transdisciplinaridad es la forma privilegiada de producción del conocimiento en el modo 2. Se corresponde con un movimiento que va más allá de las estructuras disciplinares en la constitución de la agenda intelectual, en la manera de desplegar los recursos y en las formas en que se organiza la investigación, se comunican y se evalúan los resultados. En este sentido, el modo 2 deriva su ímpetu de un contexto totalmente diferente al que prevaleció antes de que surgiera la ciencia disciplinar especializada, en el siglo XIX, cuando el escenario podría describirse como no disciplinar. El modo 2 evoluciona a partir de un contexto fuertemente disciplinar y, como ya hemos resaltado, el conocimiento producido bajo

estas condiciones se caracteriza por tratar de obtener un uso o realizar una acción, es decir, por dirigirse hacia la «aplicación» en su más amplio sentido.

En la producción del conocimiento transdisciplinar, la agenda intelectual no se halla situada dentro de una disciplina concreta, ni se fija simplemente por yuxtaposición de intereses profesionales de especialistas concretos, de una manera desconectada, dejando para otros la tarea de la integración en una fase posterior. La integración no viene dada por las estructuras disciplinares (en tal sentido, el proceso del conocimiento no es interdisciplinar sino que más bien atraviesa las disciplinas), sino que se concibe y se aporta desde el principio en el contexto de uso, o bien se especifica antes la aplicación en un sentido amplio. Trabajar en un contexto de aplicación crea presiones para utilizar una gama diversa de recursos de conocimiento y para configurarlos según el problema que se afronte. El contexto de aplicación ya está intelectualmente estructurado, aunque sólo sea en términos muy generales, y ofrece guías heurísticas. La búsqueda de una arquitectura fundamental para los ordenadores ya es una búsqueda de esa arquitectura, y nada más. Algunos participantes pueden tener una idea general acerca de cómo debería procederse en esa búsqueda y qué conocimientos y habilidades se necesitarán. Naturalmente, puede haber más de un punto de vista en cuanto a la mejor forma de proceder, y tales divergencias pueden alimentar un proceso de competición. En el recuadro 1.2 se ofrece una breve descripción del valor de la transdisciplinaridad y de por qué falla con tanta frecuencia.

RECUADRO 1.2

Sobre la transdisciplinaridad

¿Por qué se valora tanto la transdisciplinaridad y por qué fracasan tantos esfuerzos emprendidos para establecerla?

El problema de la transdisciplinaridad es el siguiente: precisamente por ser aclamada tan universalmente como algo positivo, todo el mundo cree que se la puede alcanzar por el simple hecho de aspirar a ella. No obstante, al observar más atentamente nos damos cuenta de que muchas cosas que parecen ser inter o transdisciplinares no son en realidad más que una simple acumulación de conocimientos derivados de más de una disciplina.

El anhelo por obtener inter y transdisciplinaridad, así como buena par-

te de la retórica que la acompaña, se halla enraizado en la nostalgia de una época en la que todavía parecía posible «la unificación de la ciencia». En algunos campos, como la física, todavía se halla muy vivo el «sueño de una teoría final» (Weinberg, 1993). Tales sueños revelan una nostalgia comprensible por encontrar una pauta de producción de conocimiento que es el opuesto exacto de lo que aparentemente prevalece en la actualidad: el implacable aumento de una mayor especialización del conocimiento científico y su diversificación en ámbitos cada vez más estrechos. Estos procesos, y la velocidad con la que tienen lugar, señalan el desmoronamiento de una comprensión común a través de las disciplinas científicas, la pérdida de una percepción intelectual común sobre su desarrollo, y la imposibilidad de comunicación a través de las especialidades. Se experimentan dificultades crecientes para mantener los estándares de la literatura científica experta, incluso entre especialidades vecinas y entre subcampos situados dentro de una misma disciplina. Estas tendencias se ven subrayadas por la proliferación de publicaciones científicas siempre nuevas que exploran nichos del mercado intelectual cada vez más y más especializados, por la creciente complicidad de los sistemas de clasificación del conocimiento, por una plétora de conferencias, reuniones y otras indicaciones que no son sino la manifestación externa del crecimiento de la fuerza laboral científica y tecnológica, y su continua especialización y diversificación.

El aprecio positivo otorgado a la inter o la transdisciplinariedad es la expresión del deseo de reinstaurar el sentido de comunidad.

Puesto que la interdisciplinariedad se ha convertido en un valor por derecho propio, a menudo se cree ingenuamente que el simple hecho de esforzarse por alcanzarla es motivo insuficiente para lograrlo. La experiencia, sin embargo, demuestra que numerosos intentos deliberados por ponerla en marcha, realizados a menudo con la mejor de las intenciones, se hallan condenados al fracaso, y que el índice de proyectos que no alcanzan éxito es especialmente elevado cuando se centran alrededor de la docencia universitaria.

Se han efectuado numerosos intentos por discernir la pluritransdisciplinariedad de la inter y la transdisciplinariedad. Siguiendo la definición dada por Erich Jantsch (1972), la pluri/multidisciplinariedad se caracteriza por la autonomía de las diversas disciplinas y no conduce a cambios en las estructuras disciplinares y teóricas previamente existentes. La cooperación consiste en trabajar sobre el tema común, pero bajo perspectivas disciplinares diferentes.

La interdisciplinariedad se caracteriza por la formulación explícita de una terminología uniforme, que trasciende la disciplina, o por una me-

todología común. La forma que adopta la cooperación científica consiste en trabajar sobre temas diferentes, pero dentro de una estructura común que es compartida por todas las disciplinas implicadas. La transdisciplinariedad sólo aparece si la investigación se basa en una comprensión teórica común, y tiene que ir acompañada por una interpenetración mutua de epistemologías disciplinares. En este caso, la cooperación conduce a un agrupamiento de solución de problemas enraizados disciplinarmente, y crea una teoría transdisciplinar homogénea o modelo de fusión.

En contraste con los intentos y los puntos de vista ampliamente sostenidos que se han emprendido para establecer la transdisciplinariedad por la fuerza, no argumentamos en favor de la transdisciplinariedad como un valor positivo *per se*. Observamos el surgimiento de un nuevo modo de producción de conocimiento como algo resultante de presiones sociales y cognitivas más amplias. Surge a partir de las disfuncionalidades y descomposiciones existentes de los modos disciplinares de solucionar los problemas. En el lenguaje de la autoorganización, sólo surge una vez que se han dado suficientes perturbaciones como para sacudir el sistema de producción de conocimiento. Aunque se puede argumentar que el establecimiento efectivo de un campo particular como transdisciplinar (o, por seguir la terminología de Erich Jantsch, como un agrupamiento de métodos de solucionar problemas enraizados en las disciplinas) imitará probablemente a largo plazo la institucionalización efectiva de una disciplina, y se convertirá por tanto en una disciplina en sí misma, nuestro interés radica en la producción de conocimiento como un proceso continuo, y en los cambios que ocurren en las formas de producirlo. Un modo transdisciplinar consiste en una vinculación y revinculación continua en agrupamientos y configuraciones específicas de conocimiento, que se conjuntan de una forma temporal en contextos de aplicación específicos. Así pues, se halla fuertemente orientada hacia la solución de problemas, y se ve impulsada por esta. Su núcleo teórico-metodológico, aunque cruza núcleos disciplinares bien establecidos, se ve impulsado a menudo localmente, y está localmente constituido, por lo que tal núcleo es muy sensible a las nuevas mutaciones locales, dependiendo del contexto de aplicación. El modo transdisciplinar de producción de conocimiento descrito por nosotros, no tiene necesariamente como objetivo el establecerse a sí mismo como una nueva disciplina transdisciplinar, y tampoco se ve inspirado por la restauración de la unidad cognitiva. Antes al contrario, es esencialmente una configuración temporal y, por lo tanto, altamente mutable. Toma su configuración particular y genera el contenido de su núcleo teórico y metodológico como respuesta a las formulaciones de problemas que se producen en contextos de aplicación alta-

mente específicos y locales. Del mismo modo que el debate sobre naturaleza y nutrición, y sobre la adaptabilidad de la cultura humana a universales biológicos ha pasado más allá de la respuesta de «esto o lo otro», para centrarse en lugar de eso en modos específicos de aprendizaje y de respuestas culturales, lo mismo sucede con la producción del conocimiento científico y tecnológico: es el modo específico el que configura el resultado.

No obstante, la búsqueda dentro de un contexto de aplicación no es un asunto aleatorio. La producción de conocimiento se verá guiada por consideraciones teóricas, así como por la limitación de los métodos experimentales. Y aunque toma su punto de partida de las estructuras intelectuales de todos aquellos que participan en la búsqueda, pronto las deja atrás para seguir nuevos caminos. Con el transcurso del tiempo evolucionará una nueva estructura, una estructura del modo 2, y se encontrará, por ejemplo, la arquitectura básica. Será diferente a cualquiera de las estructuras constituyentes y, sin embargo, no habría podido desarrollarse sin ellas. Habitualmente, la estructura elegida del modo 2 guiará buena parte del trabajo posterior, pero puede suceder que todos los implicados regresen a su disciplina original, mientras que serán otros contratados los que lleven más lejos el proceso. La nueva estructura del modo 2 constituye un nuevo punto de partida desde el que surgirán otros problemas y, si éstos son lo bastante exigentes, se pondrá a trabajar en ellos a los mismos individuos o a otros diferentes. Las disciplinas ya no son por tanto el único lugar donde se encuentran los problemas más interesantes, y tampoco son las sedes a las que tienen que regresar los científicos en busca de reconocimientos o recompensas. A lo largo de toda una vida, estos «expertos» bien pueden haberse alejado un largo trecho de sus disciplinas originales, tras haber trabajado en sus carreras sobre una amplia gama de problemas estimulantes.

En los contextos transdisciplinares parecen ser menos y menos relevantes las fronteras disciplinares, las distinciones entre investigación pura y aplicada y las diferencias institucionales entre, por ejemplo, universidades e industria. En lugar de eso, la atención se centra fundamentalmente sobre un ámbito problemático, o sobre un tema candente, y se da preferencia al rendimiento colaborador, antes que al individual, juzgándose la excelencia por la capacidad de los individuos para aportar contribuciones sustanciosas en tipos de organización abiertos y flexibles en los que

quizá sólo trabajen temporalmente. A pesar de todo, el nuevo modo de producción de conocimiento no puede abrirse camino a la fuerza en el escenario institucional. Para que quede institucionalizado tiene que darse una determinada serie de condiciones básicas. La búsqueda de comprensión debe estar guiada por modelos acordados y conjuntos de técnicas experimentales, su articulación debe seguir los cánones del método empírico, sus conclusiones se tienen que poder comunicar a una comunidad más amplia, y otros deben poder replicarlas. Para calificarse como tal, el conocimiento tiene que formar un repertorio organizado, y sus métodos de trabajo tienen que ser transparentes.

Los resultados científicos no se generan en un vacío. Los procesos sociales actúan a través de ellos, aunque quizá sean más evidentes al principio que al final; es entonces cuando se decide la agenda y se evalúan los resultados. Es aquí, en la legitimación de sus actividades *vis-à-vis* de la producción de conocimiento del modo 1, donde se pone más de manifiesto la novedad de la actividad transdisciplinar y donde surgen las tensiones. Por ejemplo, aunque es cierto que la investigación transdisciplinar es más fluida y flexible en cuanto a su modo de organización, también parece ser más transitoria. Quizá sea esta la razón por la que en los grandes proyectos, como el trazado del mapa del genoma humano, los elementos expertos constituyentes del proyecto permanecen distribuidos a lo largo del mismo. Parece existir poca presión para centralizar proyectos tan grandes de una forma permanente y, gracias a la movilidad de las redes de trabajo existentes, se produce una formación continua de jóvenes investigadores, técnicos y alumnos postdoctorales. Este modo de formación ofrece un agudo contraste con el monopolio mantenido por las facultades universitarias, que conceden el doctorado como un requisito previo para entrar en ambientes de trabajo característicos del modo 2.

Aunque sigue siendo válida, interesante e importante, la producción de conocimiento dentro de las estructuras disciplinares tradicionales, el modo 2 surge a partir de estas mismas estructuras y ahora existe junto a ellas. A pesar de hallarse en una fase inicial de desarrollo, algunas de las prácticas asociadas con el nuevo modo ya están creando presiones tendentes a producir un cambio radical en las instituciones tradicionales de la ciencia, particularmente en las universidades y en los consejos nacionales de investigación. No es nada sorprendente que algunas de esas instituciones se resistan particularmente a tales cambios, que parecen amenazar las mismas estructuras y procesos que se han creado para proteger la integridad de la empresa científica.

La identificación de este cambio depende hasta cierto punto de lo que se quiere dar a entender por ciencia y tecnología. En ambos casos, lo que cuenta como conocimiento viene determinado en buena medida por lo que los propios científicos y tecnólogos dicen que cuenta, y eso afecta implícitamente, si no explícitamente, a las normas que gobiernan las formas mediante las que producen conocimiento. Quienes afirman producir conocimiento científico no sólo tienen que seguir ciertos métodos generales, sino que también se les debe formar en los procedimientos y las técnicas apropiadas. Para conseguir financiación, los investigadores tienen que formular los problemas sobre los que desean trabajar, haciéndolo de formas específicas y reconocibles por parte de sus colegas, y tienen que ser muy escrupulosos a la hora de informar de sus resultados a una comunidad de iguales, utilizando para ello modos prescritos de comunicación. La ciencia es un conjunto de actividades altamente estructuradas que implican la existencia de una estrecha interacción entre las normas técnicas y las sociales. Naturalmente, no toda la ciencia se produce de la misma manera, pero las normas técnicas y sociales se acomodan de forma diferente en cada especialidad, que queda absorbida a su vez en una comunidad más amplia mediante un proceso de profesionalización e institucionalización. La tecnología es una forma similar de conocimiento, gobernada intelectualmente por estructuras que guían la investigación y sugieren soluciones probables, y socialmente por grupos de iguales que evalúan las soluciones y desarrollan códigos que determinan cuál es la mejor práctica.

En contraste con ello, lo que se produce fuera de tales estructuras puede ser problemático. Muchos argumentan que el conocimiento no se puede calificar como científico si se produce al margen de sus estructuras legitimadoras. Surgirá una tensión con las estructuras establecidas cuando cualquier científico actúe de manera diferente a lo prescrito por su conjunto específico de normas técnicas y sociales. Pero mientras el número de esos desviados no sea significativo, no se plantea ninguna amenaza para el control social de la producción de conocimiento. Sin embargo, se cuestiona la legitimidad de sus resultados cuando un número significativo de científicos elige trabajar sobre problemas situados al margen de sus especialidades, cuando forman equipos con otros especialistas para trabajar en proyectos complejos, cuando, al hacerlo así, establecen acuerdos con otras instituciones sociales que amplían el cuerpo de intereses implicados en la determinación de las agendas y las prioridades, y cuando el rendimiento se eva-

lúa por parte de un grupo ampliado de colegas. En las sociedades más industrializadas, el sistema de educación superior se ha ocupado de que se difundan procedimientos de investigación sanos, y se ha expandido el número de oportunidades para utilizar la ciencia. Hay que adaptar las normas que han gobernado la producción del conocimiento científico porque las actuales ya no se perciben como adecuadas para el desarrollo continuo de la propia ciencia.

Al analizar la producción de conocimiento en términos del surgimiento del modo 2 junto al modo 1, tenemos que clarificar dónde se encuentran las diferencias. De éstas, una esencial se refiere a los cambios en los mecanismos que valoran la calidad del conocimiento producido. En el modo 1, y tanto para el conocimiento científico como para el tecnológico, se trata de establecer un consenso provisional entre una comunidad de practicantes. Los juicios que emita dicha comunidad forman un poderoso mecanismo de selección de problemas, métodos, personas y resultados. Mantener los estándares constituye un proceso social crucial, y sus prerrogativas se ven protegidas porque se considera que el control riguroso de la calidad es la principal forma de mantener la autonomía sobre los asuntos internos de la comunidad. El control de calidad tiene dos componentes principales: uno es institucional y se refiere a la posición espacial de una actividad investigadora concreta en el paisaje cognitivo; el otro es cognitivo y pertenece a la organización social en la que se lleva a cabo tal investigación.

La dependencia del control de calidad respecto del espacio institucional

En el modo 1, el control es ejercido por diferentes tipos de instituciones productoras de conocimiento, cada una de las cuales tiene sus propios límites, estructuras de aprendizaje y reglas de comportamiento. Tales instituciones incluyen, por ejemplo, universidades, academias nacionales y sociedades profesionales. Cada una tiene formas diferentes de controlar a sus miembros; algunas ofrecen formación, y establecen procedimientos para producir y convalidar el conocimiento. Debido a que la producción de conocimiento en el modo 2 ocurre dentro de contextos de aplicación transitorios, es improbable que las comunidades de practicantes que ejercen el control de calidad se vean apoyadas por instituciones relativamente estables como las que encontramos en el modo 1. Considerado desde el punto de vista del modo 1, tal proceso de control de calidad aparece necesariamente como dislocado. Asume formas transitorias y temporales,

muestra contornos fluidos y normas provisionales, y ocupa espacios institucionales temporales que pueden acomodar a los productores de conocimiento con numerosas y diferentes afiliaciones institucionales, ya sea simultánea o secuencialmente.

La dependencia del control de calidad respecto de la organización social de la investigación

El segundo componente del control de calidad se relaciona con mecanismos que definen qué problemas hay que abordar, cómo se tienen que afrontar y qué resultados se consideran como válidos. Eso supone un cambio con respecto al control situado dentro de las disciplinas, para pasar a clases más difusas de control que reflejan la naturaleza transdisciplinar de los problemas abordados. En el modo 2, el éxito se define de forma diferente a como se hace en el modo 1. El éxito en el modo 1 quizá pueda describirse sintéticamente como la excelencia definida por los colegas disciplinares. En el modo 2, el éxito tendrá que incluir criterios adicionales, como la eficiencia o utilidad, definidas en términos de la contribución que ha hecho el trabajo a la solución general de problemas transdisciplinares. En ambos casos, el éxito refleja una percepción de calidad juzgada por una comunidad concreta de practicantes. Pero todo control de calidad está vinculado, se ve legitimado y, en último término, recibe su credibilidad y su autoridad científica de una idea, imagen o concepto de lo que constituye la buena ciencia, incluida la mejor práctica. Por ejemplo, en momentos diferentes de la historia, aquello que constituye la buena ciencia se ha visto guiado por el ideal de verdad y por la búsqueda de principios unitarios. En el modo 2, la valoración de la calidad de la buena investigación es doble. Por un lado, tiene que ver, como ya hemos visto, con el hecho de que la comunidad de practicantes sea transitoria e interdisciplinar, mientras que por otro lado surge a partir del hecho de que los criterios de calidad no son exclusivamente aquellos que se aplican en el modo 1, sino que incluyen también criterios adicionales que surgen a partir del contexto de aplicación.

La sabiduría actual convencional dice que el descubrimiento debe preceder a la aplicación. Aunque este no ha sido siempre el caso, ha proporcionado una poderosa imagen acerca de cómo deberían ser las cosas. En contraste, el control de calidad del modo 2 se ve guiado adicionalmente por una buena cantidad de preocupaciones prácticas, sociales y relacionadas con la política, de tal modo que el conocimiento que se vaya a producir deberá tener en cuenta el ambiente ya estructurado por la aplicación o

el uso. Cuando se produce realmente conocimiento en el contexto de aplicación, no se aplica a la ciencia, porque el descubrimiento y las aplicaciones no pueden separarse, y la ciencia relevante es producida en el mismo curso de aportar soluciones a problemas definidos en el contexto de aplicación. Quienes ejercen el control de calidad en el modo 2 han aprendido a utilizar múltiples criterios, no sólo en general, sino también en relación con los resultados específicos producidos por la configuración particular de los investigadores implicados.

La dinámica de la producción de conocimiento en el modo 2

Para comprender mejor el crecimiento y difusión del modo 2, trazaremos una distinción entre crecimiento homogéneo y heterogéneo. Dentro de lo que es la empresa científica, un ejemplo de crecimiento homogéneo sería la expansión de una entidad dada, como pueden ser los artículos sobre física nuclear, en la que el índice de crecimiento sigue una curva logarítmica. En este caso, el crecimiento consiste esencialmente en la producción de más de lo mismo, ya se trate de número de artículos producidos o de número de científicos que trabajan en un campo dado. El resultado es un crecimiento exponencial que continuaría indefinidamente si no fuera por el hecho de que los recursos son finitos (De Solla Price, 1963). En contraste con ello, el crecimiento heterogéneo se refiere a un proceso de diferenciación a través del cual tienen lugar reacondicionamientos de elementos componentes dentro de un proceso dado o conjunto de actividades. En estos casos, lo que crece es el número de reacondicionamientos, en lugar de crecer exclusivamente el número de resultados; es decir, se produce aquí un cambio en el ritmo al que ocurre la diferenciación interna. El fenómeno queda enmascarado si se consideran en el agregado solamente las estadísticas nacionales de investigación y desarrollo (I + D), o si se escucha exclusivamente la retórica de los líderes institucionales de la comunidad científica, pero es evidente que están teniendo lugar cambios estructurales profundamente asentados, tanto dentro de las comunidades científicas como entre éstas y el conjunto de la sociedad, con un conocimiento que empieza a ser socialmente distribuido entre segmentos cada vez más amplios de la sociedad. La globalización de la ciencia, de las fuentes de I + D y del papel que juega el conocimiento especializado, ha terminado por influir sobre el resultado de la innovación tecnológica de una forma heterogénea, altamente diferenciada, de crecimiento del cono-

cimiento. Esto se expresa eficazmente en las pautas de autoría de los artículos científicos, el vehículo tradicional de la comunicación científica. No sólo está aumentando el número medio de autores por artículo, sino también la diversidad de especialidades y disciplinas implicadas en la redacción de un solo artículo y el ámbito de las organizaciones e instituciones de las que proceden los autores. Además, la distribución geográfica de estas instituciones continúa ampliándose. En el modo 2 no sólo hay implicados más autores en la génesis del conocimiento, sino que éstos se mantienen más ampliamente distribuidos a nivel geográfico.

¿Qué clase de modelo, de estructura analítica, puede describir mejor este proceso de crecimiento heterogéneo, un proceso de difusión en el que el número de las vinculaciones entre entidades aumenta, en el que se establecen nuevas configuraciones que se disuelven y vuelven a emerger en combinaciones diferentes? La comunicación juega un papel central en este proceso y la densidad de la comunicación parece ser la variable clave. Un aumento en la densidad de la comunicación es un indicativo de que el índice de difusión va en aumento y, dada una multitud de lugares diferentes de producción de conocimiento, y una suficiente diversidad entre los participantes, el crecimiento es probablemente heterogéneo, antes que homogéneo.

Durante las pasadas décadas, la mayoría de los países industriales se dedicaron a crear la infraestructura básica para un sistema dinámico de producción de conocimiento basado en la especialización y en las estructuras disciplinares. Eso ha supuesto construir muchas más universidades y centros de investigación de diversos tipos, a menudo a través de contratos gubernamentales de investigación y dotación de fondos, y de animar a las grandes empresas a ser actores más importantes en la I + D. Las investigaciones realizadas siguiendo esta pauta han establecido no sólo una floreciente cultura investigadora, sino que también han multiplicado ampliamente el número de lugares donde se puede realizar investigación científica, no sólo en cada una de las naciones, sino también a nivel mundial. De una forma no planificada e imprevista, esas pasadas inversiones han establecido las condiciones previas esenciales para que el número de vínculos de comunicación sea lo bastante grande como para cambiar de manera fundamental las pautas existentes de producción de conocimiento. La densidad de comunicación entre los elementos del sistema global de investigación ha alcanzado el punto crítico en el que el resultado cierto, aunque no intencionado, es una expansión significativa de los vínculos de comunicación. La expansión del número, la naturaleza y alcance de las interacciones comunicativas entre los diferentes lugares de producción de

conocimiento conduce no sólo a que se produzca más conocimiento, sino también a que se disponga de más conocimiento de diferentes clases, no sólo por lo que se refiere a compartir recursos, sino también a su continua configuración. Cada nueva configuración se convierte en una fuente potencial de nueva producción de conocimiento que se ve transformada a su vez en el lugar de más posibles configuraciones. La multiplicación de las cifras y las clases de configuraciones se hallan en el núcleo mismo del proceso de difusión resultante de la creciente densidad de la comunicación. Su condición previa es el vasto aumento en el número de las interacciones comunicativas de muchas clases, ya que sólo una fracción de ellas tendrán como resultado nuevas configuraciones que sean lo bastante estables como para convertirse en lugares para más producción de conocimiento. Este proceso se ha visto muy ayudado por las tecnologías de la información, que no sólo aceleran el ritmo de la comunicación, sino que también crean más vinculaciones nuevas.

La expansión del número de interacciones comunicativas que subraya la noción de la densidad de la comunicación, incluye aquellas comunicaciones que tienen lugar dentro de una especialidad concreta, así como aquellas otras que tienen lugar entre especialidades. Funcionalmente, así como en su evolución histórica, el aumento de la densidad se basa en un sistema interrelacionado de tres capas, en el que cada nivel depende de los otros dos. En la producción del conocimiento científico, la comunicación ocurre entre la ciencia y el conjunto de la sociedad, entre los practicantes científicos y también con las entidades del mundo físico o social.

Comunicación entre ciencia y sociedad

Esta es la red de comunicación más amplia y, por la misma naturaleza del vínculo de comunicación, también la que se halla vinculada de forma más flexible. Tradicionalmente, la comunicación entre la ciencia y la sociedad fue esencialmente unilateral: los científicos eran los detentadores de conocimiento experto privilegiado, mientras que a los legos en la materia había que ilustrarlos y educarlos. En el pasado, diversas formas de popularización del conocimiento científico han configurado esta relación, sin alterar por ello la concepción básica subyacente. La presión hacia un aumento de la responsabilidad surge de dos formas distintas pero relacionadas. En primer lugar, en todos los países existe ahora una mayor presión para justificar los gastos públicos en ciencia. La responsabilidad financiera trata, esencialmente, de justificar el gasto, de asegurar que los recursos financieros se han gastado según la manera estipulada en el pro-

ceso de asignación de recursos. Pero, en segundo término, esto es sólo un aspecto de una preocupación social mucho más amplia por la realización y los objetivos de la investigación científica. Se ha creado así una creciente demanda de responsabilidad social, así como financiera.

El aumento de la responsabilidad social, particularmente evidente en las últimas décadas, surgió cuando una ciudadanía mejor educada planteó nuevas demandas a la ciencia. Esas demandas se vieron alimentadas teniendo como telón de fondo una serie de controversias tecno-políticas. En los debates públicos surgidos alrededor de estas controversias, se puso de manifiesto que en la sociedad había echado raíces una fuerte exigencia de valoración social de la ciencia. El anterior proceso de comunicación unilateral que iba desde los expertos científicos hasta el público lego, percibido por estos como científicamente analfabeto y necesitado de educación por parte de los expertos, se ha visto suplantado por exigencias de responsabilidad, apoyadas políticamente, planteadas a la ciencia y la tecnología, así como por las nuevas discusiones públicas en las que los expertos tienen que comunicar una ciencia más «vernacular» que antes. Hasta el momento, los dominios más sensibles se han centrado en los riesgos tecnológicos, y notablemente en aquellos relacionados con la energía nuclear y otras grandes instalaciones técnicas peligrosas, mientras que las preocupaciones medioambientales abarcan una amplia gama de temas, desde la capa de ozono hasta la biodiversidad y los peligros potenciales o los temas éticos asociados con la biotecnología y la ingeniería genética. En todos estos casos, la tecnología ha estado quizá más implicada que la ciencia *per se*, mientras que, en la mente del público, se las considera a ambas como estrechamente interrelacionadas. Lo que a menudo está en juego es la afirmación de que la investigación no conoce límites, mientras que el argumento contrario afirma que no todo lo que la investigación puede aprender y hacer debería ser aprendido o hecho, y no siempre es beneficioso para la sociedad. Un argumento relacionado con el anterior es que, en términos estrictos, ya no es posible limitar los experimentos científicos y técnicos a los que se realizan en los laboratorios, y que la propia sociedad se ha convertido en un laboratorio para experimentos que deberían haber sido controlados de una forma mucho más estrecha y social.

Las nuevas demandas de responsabilidad y de una mayor comunicación entre la comunidad de expertos científicos y técnicos, y el público «atento», se hallan interconectadas y emanan de la difusión de la educación superior a través de la sociedad. El aumento del nivel educativo de la población en las sociedades altamente industrializadas, y el amplio uso

que se hace de las aplicaciones tecnológicas en los hogares, puestos de trabajo y otros lugares públicos (como por ejemplo el transporte) y privados (como por ejemplo la salud), contribuyen a acelerar la amplia difusión del conocimiento científico y tecnológico en la sociedad. Tal como han demostrado numerosos estudios detallados sobre la innovación tecnológica orientada hacia el mercado, la presencia de compradores y usuarios potenciales, que se encuentran situados directamente en los contextos del desarrollo, influye sobre la dirección que tomarán esas líneas innovadoras de la investigación (Von Hippel, 1976, 1988).

A medida que se difunden, las nuevas formas de producción de conocimiento compensan situaciones ambiguas en la medida en que las viejas líneas de demarcación y las fronteras se hacen más porosas, o incluso se descomponen. Las universidades, por ejemplo, pueden adoptar «valores» de la cultura empresarial de la industria, dando lugar así a un tipo completamente nuevo de empresario académico. Y, a la inversa, las grandes empresas adoptan algunas de las normas de la cultura académica, como por ejemplo cuando conceden años sabáticos a sus empleados, o les proporcionan otras formas de posibilidades de formación. A un nivel más amplio, los «derechos de propiedad» intelectual se han convertido en un tema importante en el campus universitario, lo que ha otorgado nuevos papeles a los abogados, antes que a los comités, a la hora de resolver conflictos y de regular las condiciones bajo las que se lleva a cabo la investigación. La lista de ejemplos podría extenderse casi indefinidamente. ¿A través de qué mecanismos ocurre tal «toma de prestado» o transferencia de normas y prácticas, y cómo mantiene cada subsistema su identidad característica y valores fundamentales, de acuerdo con los cuales resuelve otros conflictos?

La mezcla de normas y valores en segmentos diferentes de la sociedad forma parte de un proceso de difusión que fomenta al mismo tiempo una mayor comunicación entre ellos, al crear una cultura y un lenguaje comunes. Además, en los intersticios situados entre las instituciones ya bien asentadas y sus componentes se establece una variedad de agencias inter-sistémicas o cuerpos intermediarios; ejemplos tomados de Estados Unidos pueden ser la Administración para el empleo, la Seguridad y la Salud, o los Amigos de la Tierra, una institución gubernamental y una organización privada, respectivamente, dedicadas ambas a la calidad medioambiental, que cruzan las líneas disciplinares y que representan intereses, personas, recursos y poderes públicos, privados y científicos. Así pues, aunque diferentes clases de instituciones pueden mantener su propio carácter distintivo y sus funciones, generan continuamente nuevas formas

de comunicación que las vinculan. Esto explica parcialmente el surgimiento de nuevas comunidades híbridas, compuestas por personas que han sido socializadas en diferentes subsistemas, disciplinas o ambientes de trabajo, pero que posteriormente aprenden diferentes estilos de pensamiento, modos de comportamiento, conocimiento y competencia social que no poseían originalmente. La hibridación refleja la necesidad de las diferentes comunidades para hablar más de una lengua con objeto de comunicarse en las fronteras mismas y en los espacios existentes entre los sistemas y subsistemas. La voluntad y disponibilidad de gran número de personas para convertirse en miembros de tales comunidades híbridas también se debe, sin embargo, al desbordamiento de las actitudes científicas procedentes de las universidades y laboratorios hacia el conjunto de la sociedad (algo que hemos definido como una mayor predisposición a plantear cuestiones y a buscar respuestas a través de la razón, y a la evidencia y aceptación del cambio en general).

Así pues, la comunicación entre investigación y sociedad adquiere cada vez más la forma de procesos de difusión que transmiten el conocimiento científico y tecnológico a la sociedad, mientras que las normas y las expectativas sociales mantenidas por diferentes instituciones y comunidades se imponen más forzosamente sobre las comunidades investigadoras. Al mismo tiempo, proliferan los lugares donde se crea el conocimiento, aumentando así tanto las posibilidades como la necesidad de que se lleve a cabo tal difusión. La comunicación se hace entonces más densa, en concordancia con la evolución de la complejidad general de la sociedad.

Comunicación entre practicantes científicos

La comunicación científica que vincula los lugares de producción de conocimiento se lleva a cabo a través de los flujos de científicos y de ideas científicas que se transmiten entre ellos. La densidad de comunicación entre los científicos se halla incrustada en la organización social de su trabajo. Al principio de la ciencia moderna se tuvo la percepción de que introducir una división del trabajo científico sería un factor crucial para acelerar la solución de los problemas científicos. Ya en el siglo XVI, Kepler había señalado la división del trabajo existente entre los astrónomos de su tiempo: si fueran más numerosos podrían no sólo acumular más datos de observación, sino también aplicar su trabajo científico a unos pocos problemas muy selectivos, contribuyendo así de un modo más eficiente a la solución de los problemas.

La comunicación entre los científicos se ve influida por dos factores:

uno es su movilidad, mientras que el segundo se relaciona con la forma en que establecen prioridades y seleccionan los problemas a abordar. La movilidad es una condición previa esencial para la interfecundación de las ideas científicas y del conocimiento práctico. Los científicos que se mueven entre los diferentes lugares de producción de conocimiento intercambian ideas y conocimientos prácticos, y aprenden también nuevas técnicas, el manejo de nuevos instrumentos y principios. Numerosos casos de creatividad científica, de repentinas comprensiones que permitieron la apertura de caminos novedosos hacia el hallazgo de soluciones, pueden remontarse a los encuentros celebrados entre científicos procedentes de diferentes lugares. Cuanto mayor sea la movilidad que permita un sistema de ciencia, e incluso cuanto más se la estimule, mayor será el número que se dará de casos potenciales de este tipo.

Naturalmente, la movilidad también tiene sus límites, impuestos por el necesario equilibrio entre la estimulación de nuevas percepciones y el laborioso proceso de elaborarlas. Pero es evidente que en las últimas décadas ha aumentado de forma espectacular la densidad de comunicación entre los científicos, a través de varias formas de movilidad. Numerosas conferencias y reuniones se ven complementadas por una amplia serie de diferentes canales de comunicación, que van desde el artículo al estilo antiguo, hasta las preimpresiones, desde el teléfono al fax, el correo electrónico y las redes de trabajo múltiples que permiten a muchas mentes encontrarse y discutir juntas los temas a debatir, sin necesidad de encontrarse físicamente presentes en el mismo lugar. Y no deja de tener importancia el hecho de que la red mundial de correo electrónico esté fuertemente subvencionada por los gobiernos, lo que permite que su utilización sea esencialmente gratuita para sus usuarios.

La multiplicación de los canales de comunicación, tanto formales como informales ha supuesto un magnífico crecimiento en la densidad de la comunicación. Como ejemplos recientes cabe citar las noticias iniciales sobre el descubrimiento de la superconductividad a altas temperaturas, o el supuesto éxito en el logro de la fusión en frío, todo lo cual permite que la comunidad científica despliegue todas las características de una aldea global. La comunicación casi instantánea ofrece a los científicos, incluso cuando trabajan en lugares remotos, la posibilidad de duplicar inmediatamente los experimentos, de solicitar la colaboración de nuevos expertos y de explotar las ideas novedosas. La misma abundancia de posibilidades para encontrar nuevas formas e intensidades de comunicación también permite, al menos en principio, el crecimiento de la comunicación entre diferentes especialidades, lo que constituye un aspecto importante de la pro-

ducción de conocimiento en el modo 2. Mientras que, en el pasado, los científicos se vieron más limitados en cuanto a los medios de comunicación que tenían a su disposición, y que utilizaban fundamentalmente para comunicarse dentro de sus propias especialidades, la información moderna y las tecnologías de la comunicación les proporcionan ahora un amplio espectro de oportunidades.

La transdisciplinariedad se ha visto facilitada por la disponibilidad de estos medios de comunicación intensivos. El propio ordenador se ha convertido en una nueva y poderosa herramienta en la ciencia, capaz de generar un lenguaje y unas imágenes nuevas. Se pueden citar la imágenes hermosamente coloreadas de los fractales, que han cambiado la percepción de los científicos y del público en general en formas que son estéticamente agradables y matemáticamente desafiantes. Los datos de modelación, ya se hallen relacionados con la investigación medioambiental, en la que se están generando enormes modelos climáticos o de flujos oceánicos, o con la geografía y las ciencias afines, donde el advenimiento de los sistemas de información geográfica (GIS) ha cambiado literalmente la forma de ver y practicar la planificación regional, han abierto nuevos canales de comunicación que cruzan directamente las disciplinas científicas y los campos de investigación. Mediante la inclusión de imágenes y de otros modos de representar los datos, se sigue creando un mundo de representación totalmente artificial, lo que atestigua la poderosa creatividad de estas nuevas formas de comunicación científica. Todos los aspectos del modo 2 y especialmente la transdisciplinariedad se están fortaleciendo cada vez más a través de estos nuevos modos de representación que cruzan las disciplinas, al tiempo que contribuyen mucho a la densidad de la comunicación con la naturaleza y entre los científicos.

El segundo factor que afecta a la creciente densidad de comunicación entre los científicos y sus lugares de investigación surge a partir de las formas de seleccionar los problemas y establecer las prioridades. Es evidente que no todos los problemas que merecen ser investigados serán realmente estudiados por una masa crítica de científicos lo bastante grande como para suponer una diferencia. Entre las disciplinas y especialidades existen diferencias características en la proporción de personas dedicadas a estudiar los problemas planteados. Esto permite a Becher comparar el «modo urbano» de comunicación, que considera como característico de las ciencias duras, con el «modo rural», característico de las ciencias blandas (Becher, 1989, págs. 79-80). Tal como sucede en una zona urbana, el territorio cognitivo del primer caso se halla densamente atestado y poblado por personas que desean trabajar sobre un pequeño número de pro-

blemas considerados como muy relevantes y gratificantes. El espacio cognitivo, por tanto, se halla atestado, la comunicación es espesa, y la competencia muy intensa. En contraste con ello, muchas de las ciencias blandas, aunque no todas, y prácticamente toda las ciencias aplicadas parecen caracterizarse por una forma «rural» de comunicación. Aquellos problemas sobre los que se considera valioso trabajar son mucho más numerosos y están más extendidos; los científicos tienen mucho donde elegir y pueden instalarse en el siguiente valle si les parece que el actual ya está demasiado atestado de gente. Las pautas de comunicación están menos bien organizadas, y las noticias sobre progresos conceptuales o metodológicos significativos tienden a filtrarse por goteo, en lugar de difundirse rápidamente. De ahí que los científicos que trabajan de acuerdo con un modo urbano dispongan de mecanismos establecidos que les permiten ponerse de acuerdo más fácilmente sobre los problemas. Se hace posible entonces delinear una frontera de conocimiento más o menos común, y hablar sobre las clases de problemas a los que todos esperan encontrar una solución relativamente cercana, mientras que el hallazgo de otras soluciones se percibe como todavía alejado en el tiempo. El «modo rural», por el contrario, supone también un ritmo más lento del progreso científico colectivo, unos recursos intelectuales más dispersos, y también formas individualistas de trabajar. En consecuencia, la densidad de comunicación entre los científicos es un factor importante para acelerar la producción de conocimiento, no sólo a través de una variedad de lugares diferentes, sino también en un solo lugar densamente poblado, donde el espacio para encontrar problemas es más bien escaso y el precio del territorio cognitivo es consecuentemente más elevado.

Otro factor importante en las pautas de comunicación entre los científicos tiene que ver con la dimensión internacional y local o nacional. En un capítulo posterior se describirá la forma en que esto afecta a la competencia y cooperación entre los científicos, y a las clases de temas que se plantean las organizaciones de investigación todavía ampliamente incrustadas en los sistemas nacionales. Aquí será suficiente con volver a resaltar que la comunicación entre los científicos es esencialmente internacional, en concordancia con el universalismo de la ciencia, y orientada local o nacionalmente, en concordancia con la todavía dominante orientación nacional de la financiación de la I + D. Las estructuras de las carreras profesionales de los científicos, todavía se ven configuradas en buena medida, a pesar de su movilidad internacional, por el sistema nacional de ciencia; de ahí la perpetuación de algún grado de estilos nacionales diferentes, o de tradiciones nacionales de producción de conocimiento.

La comunicación en este sentido es una forma metafórica de describir cómo enfocan los científicos el objeto de su estudio. Ya desde el principio de la ciencia moderna, en el siglo XVII, se utilizaron las ideas acerca de cómo «hacer que hable la naturaleza», cómo «inducirla a revelar sus secretos», o incluso las formas de «obligarla a responder», como una forma de descripción de la configuración experimental y de las precondiciones para enmarcarla. A partir de la época de Galileo, el principal lenguaje y el de mayor éxito a la hora de comunicarse con la naturaleza ha sido un discurso formalizado mediante el empleo de las matemáticas y de otras clases de símbolos formalizados. No obstante, el lado científico-conceptual de este diálogo se ha visto siempre emparejado por una práctica comunicativa forzada de intentos de manipulación y control. El aspecto práctico de los experimentos supone trabajo artesanal, conocimiento y, claro está, instrumentos y tecnología.

¿Qué ha cambiado entonces entre los inicios de la ciencia moderna y las formas tecnológicamente avanzadas de comunicación con la naturaleza que dominan en la ciencia actual? La ciencia ha hecho posible observar, analizar y, en parte, manipular «lo muy grande y lo infinitesimalmente pequeño», como queda ejemplificado por los experimentos realizados en el espacio o, por ejemplo, con las ondas gravitacionales o los primeros pasos en la manipulación de átomos individuales, en el nivel microscópico de la materia. La naturaleza no está presente en cualquier laboratorio, sino que tiene que ser introducida en él. Entonces y allí mismo, la naturaleza es apropiadamente preparada, y puede ser deliberadamente sometida a experimentos. Mediante una preparación adecuada, se ha hecho posible acelerar o retardar los procesos, ampliar o miniaturizar, según el diseño experimental. Para hacerlo así, la instrumentación ha sido la herramienta indispensable de trabajo, al mismo tiempo que es mucho más que una simple pieza de tecnología. Los instrumentos científicos personifican el conocimiento científico, y conducen al mismo tiempo a la generación de más conocimiento científico. Se los considera, correctamente, como una fuente principal de innovación científica, y a menudo aportan importantes elementos nucleares para engendrar más innovación tecnológica, una vez que han sido transferidos desde el laboratorio hasta otros lugares de producción de conocimiento. En resumen, en el nivel de la comunicación con la naturaleza se ha producido un magnífico crecimiento de técnicas, una sofisticación de los conceptos, instrumentos y herramientas, todo lo cual ha aumentado la riqueza del lenguaje en el que se lleva a cabo la co-

municación científica. Los modos de hablar han madurado y se han incrementado. Para lograr este fin, las ciencias experimentales ya no sólo utilizan símbolos, como los de las matemáticas, sino toda una serie de nuevos dispositivos e instrumentos, como el STM, el microscopio escáner de túnel, u otras prácticas experimentales de tipo empírico.

Las ciencias de campo, como partes de la biología o de la geología que no pueden depender de los experimentos, han tenido que desarrollar otros métodos para conversar con la naturaleza, al tiempo que siguen dependiendo de evidencias empíricas cuidadosamente comparadas, datadas y valoradas de registros fósiles y de estratos geológicos, de depósitos minerales, vida vegetal y otros elementos similares. Ellas también buscan establecer una forma de comunicación con la naturaleza allí donde ésta se muestra dispuesta a contar su historia con todos sus detalles y variaciones locales. Los nuevos instrumentos y métodos, como la creciente sofisticación de los métodos de datación de las muestras geológicas y fósiles, también han abierto aquí nuevas posibilidades para plantearse cuestiones siempre novedosas.

Actualmente, por ejemplo, los científicos han empezado a trabajar sistemáticamente en la historia medioambiental de la tierra. La paleoclimatología trata de desentrañar los grandes cambios por los que han pasado las condiciones climáticas de la tierra, y bajo qué condiciones se produjeron. Hacer hablar a la tierra, por decirlo así, de modo que ésta pueda contar su propia historia en términos relevantes para la comprensión de las actuales tensiones medioambientales, supone emplear una combinación de métodos y modelos, de datos de observación y métodos de medición por inferencia, todo lo cual, tomado en su conjunto, permite un nuevo grado de densidad de comunicación en el trabajo hacia la consecución de tales objetivos.

Estos ejemplos, tomados de las ciencias experimentales y de las ciencias de campo, demuestran que la comunicación no es un fenómeno limitado a las ciencias sociales y las humanidades. Los científicos sociales también tratan de hacer hablar a su sujeto de estudio, mientras que los historiadores son muy conscientes de que la reinterpretación de la historia nunca termina. En las humanidades, un filósofo como Derrida (1976) afirma que se puede hacer hablar al texto por sí mismo e incluso en contra de sí mismo. En todos estos casos, intervienen significados e interpretaciones. Los elementos del pasado, como en la historia, o del texto, como en la crítica literaria, se eligen de modo consciente y crítico, a la vista de la actual importancia teórica o social y de la importancia que pueda tener para el futuro. La comunicación con la naturaleza o con la sociedad nunca es un fin en sí

mismo. Permanece vinculada con los intereses y las prácticas sociales de aquellos que se comunican.

Todas las ciencias, sin embargo, tienen que desarrollar métodos y comprobar sus intereses para impedir que la naturaleza o su análogo les diga sólo lo que ellos, los científicos, desean escuchar. Tienen que asegurarse de que la comunicación siga siendo auténticamente comunicativa, en el sentido de que no todas las posibles interpretaciones o respuestas son aceptables, sino sólo aquellas que hayan sido cuidadosamente salvaguardadas contra la percepción de las propias voces de los científicos, en una especie de efecto de eco. Cuando practican la ciencia, los científicos tienen que ser realistas. Están convencidos de que ahí fuera existe alguna clase de realidad con la que han establecido una forma adecuada de comunicación, no sólo verbal o conceptualmente, sino también en un sentido robusto y técnico. Si aceptamos que la teoría y la práctica científicas son intrínsecamente subdeterminadas en relación con una realidad supuestamente existente ahí fuera, podemos empezar a apreciar hasta qué punto tiene que estar presente la sociedad para constituir un lenguaje que permita rellenar los intersticios y huecos que aparezcan en esta forma coloquial de comunicación con la naturaleza. Cuanto más sofisticada y compleja se hace una sociedad, tanto más denso será el contenido y la forma del diálogo con la naturaleza. En consecuencia, una ciencia altamente desarrollada y tecnológicamente sofisticada, puede producir formas todavía más densas de comunicación.

Por continuar con la metáfora, la comunicación con la naturaleza se halla impregnada de sintaxis social, de semántica y de pragmática tecnológica. Puede difundirse si se multiplican los lugares locales en los que se pueda practicar esta forma de comunicación, como es muy probable que haga cuando aumente el número de practicantes científicos, es decir, de interlocutores competentes. Pero cualquier forma de comunicación no es fundamentalmente cuantitativa, sino un complejo fenómeno cualitativo. La riqueza de cualquier comunicación no depende primordialmente de cuántas palabras se utilicen, sino de cuáles y en qué contexto. Y puesto que la comunicación está esencialmente abierta por un extremo, permite no sólo una sino un creciente número de posibilidades de expresión y representación, dependiendo de las características específicas de cada lugar y de cada contexto. Un lenguaje bien desarrollado le permite a uno decir (casi) todo; de ahí la naturaleza abierta del progreso científico. Pero ningún lenguaje, ninguna forma de comunicación puede hallarse desgajada o alejada de los interlocutores y de los elementos discursivos que estos crean. El lenguaje, y cualquier forma de comunicación, sigue siendo altamen-

te específico del contexto, puesto que la semántica, la atribución de significados, es una característica inherente de toda comunicación. Cuanto mayor sea la capacidad para dominar un lenguaje, tanta mayor atención tendrá que prestarse al contexto en el que se produce la comunicación. Si todo se puede decir, es evidente que no todo se dice o, de hecho, se dirá. De ahí que se tengan que establecer intencionada o no intencionadamente prioridades y mecanismos de selección. Si los lugares locales de comunicación con la naturaleza se multiplican progresivamente, empiezan a importar las cuestiones relacionadas con qué se está produciendo.

Algunas innovaciones congruentes y sustanciales

La dinámica de la producción de conocimiento del modo 2, que hemos caracterizado aquí en términos de lo fructíferos que sean los contextos de uso y aplicación, y mediante la canalización renovada de intercambios y pautas de comunicación, no es simplemente una cuestión de forma o proceso. También es una cuestión de sustancia o contenido, ya que el modo 2 se practica en las fronteras mismas de alguna investigación tecnocientífica. Entre las más importantes de estas cuestiones sustanciales se incluyen: la extensa recuperación, dentro de la ciencia, de un interés por los procesos y sistemas concretos y particulares, antes que por los principios generales y unificadores; la búsqueda de conocimiento a través del diseño, ya sea en los sistemas físicos o biológicos; el papel constituyente de los modelos computacionales en el comportamiento intelectual y experimental de los científicos y tecnólogos.

La recuperación del interés por las estructuras específicas y ordenadas

Se está produciendo un cambio profundo y extendido en la justificación racional de la investigación científica. En su primera fase, la ciencia moderna se caracterizó por la búsqueda de los primeros principios, como por ejemplo en la búsqueda de una formulación matemática abstracta de las reglas que gobiernan el movimiento de la materia en el espacio y en el tiempo. En esto, la física newtoniana salió triunfante y aportó el primer ejemplo de mucho éxito de lo que debía ser la ciencia. No obstante, parece que la naturaleza es mucho más sutil de lo que permiten los modelos de la física matemática y, como método empírico difuso, la ciencia se ha relajado, aunque no abandonado su búsqueda de los primeros principios, y se ha dedicado más y más a tratar de comprender los fenómenos y pro-

cesos naturales mediante la utilización de las ideas, técnicas y métodos capaces de producir esa comprensión. Un ejemplo de esta tendencia es el empleo de medios técnicos cada vez más sofisticados para explorar el mundo, es decir, para reunir datos que utilizar para comprobar una amplia variedad de estructuras intelectuales. Esta expansión de los medios tecnológicos ha permitido realizar un análisis mucho más sofisticado y difundir muchas de estas técnicas de una disciplina a otra. Esto queda bien ilustrado por la historia de la resonancia magnética nuclear, que se ha difundido desde la física, a través de la química, hasta la biología y a su utilización actual en el diagnóstico médico. Este enfoque con respecto a la naturaleza ha sido extremadamente fructífero en ideas y descubrimientos, así como en aplicaciones prácticas, y no parece haberse visto muy retrasado por el hecho de no haber logrado encontrar un conjunto de primeros principios en la ciencia nuclear. Antes al contrario, ha producido una creciente conciencia del poder y la gama de métodos empíricos que han apoyado un creciente interés por lo concreto y lo particular. Este cambio puede observarse no sólo en la sustitución gradual de la física por la biología como ejemplar de la ciencia, sino, más en general, en el abandono de cualquier ideal al que todas las ciencias debieran aspirar. En su lugar, ha aparecido un pluralismo de enfoques que combinan datos, métodos y técnicas para satisfacer las exigencias de contextos específicos.

Conocimiento a través del diseño

Una consecuencia, relacionada con esta preocupación general por la comprensión de estructuras específicas y ordenadas, es la intención de utilizar esta comprensión para predecir y controlar su funcionamiento en condiciones específicas. Aunque la producción de conocimiento que persigue fines prácticos ha ocupado siempre un lugar importante, junto con la obtención de una mejor comprensión del mundo físico y social, la innovación a través de un conocimiento científico y tecnológico aplicado en diferentes contextos ha alcanzado ahora un nuevo nivel. Las bio-ciencias, las ciencias de los materiales y las ciencias de los ordenadores y de la información, por ejemplo, se hallan estructuradas ahora con un amplio interés que persigue la aplicación. La búsqueda actual de la arquitectura de los ordenadores de quinta generación se encuentra por detrás, o por delante, de buena parte de la investigación que se lleva a cabo sobre la integración a gran escala de conmutadores electrónicos, y no en pequeña medida sobre la física de los semiconductores o la complicada lógica matemática. Aunque muchos de los problemas que se plantean en estos ám-

bitos poseen un interés intelectual intrínseco para todos aquellos que trabajan en ellos, ese interés también está siendo continuamente alimentado por los intereses de investigación y prácticos de otros usuarios, como puede verse en la genética, la electrónica, las matemáticas y la física. En lugar de empujar a la ciencia hacia remansos intelectualmente estériles, como llegó a temerse, la expansión hacia nuevos contextos de aplicación proporciona ambientes atractivos y desafiantes. El intercambio reiterativo e intelectualmente fértil de conceptos, métodos e instrumentación, continúa ampliando nuestra comprensión de los fenómenos, tanto naturales como artificiales, y por lo tanto de las posibilidades de manipularlos y controlarlos.

Un aspecto importante de este desarrollo, que todavía se encuentra en sus inicios, es que ha hecho posible invertir los procedimientos convencionales para producir ciertas sustancias como las moléculas, los productos químicos y los materiales. En lugar de purificar las sustancias naturales o de recurrir a complejas reacciones para obtener aquellas que tengan las propiedades deseadas, se pueden construir ahora los materiales necesarios átomo a átomo, o molécula a molécula, mediante diseño, con el propósito de obtener un producto con propiedades previamente especificadas y que posea ciertas funciones deseadas. Es concebible, por lo tanto, diseñar una gama de materiales mucho más amplia que antes, y se ha hecho posible la perspectiva de ciencias dedicadas por completo a fabricar materiales artificiales de esta forma. En este régimen, el producto y el proceso mediante el que se fabrican los nuevos materiales han quedado integrados en el mismo proceso de diseño, incluidos los usos específicos y las funciones que se tiene la intención de que cumpla el producto en cuestión. Los procesos de fabricación se hacen más eficientes no sólo en términos de costes, sino, lo que es más importante, en términos de reducción del impacto medioambiental adverso, al mismo tiempo que se abre una gama completamente nueva de posibilidades (tal como afirman, especialmente, los defensores de la «vida artificial»).

Modelación por ordenador

Puesto que tanto el diseño de materiales específicos como su fabricación está siendo cada vez más controlado por los ordenadores, esto abre el camino para el desarrollo de rutinas que sean independientes de la aplicación concreta, y que se puedan utilizar para satisfacer una amplia variedad de necesidades. El diseño y la producción de una nueva generación de materiales avanzados depende por tanto críticamente de la tecno-

logía de la información. Esto destaca la importancia de la infraestructura de la tecnología de la información y de las comunicaciones en todo el proceso de investigación, y el surgimiento de una ciencia y una tecnología basadas en los ordenadores. El proceso experimental, con su subyacente enfoque de ensayo y error en el mundo empírico, se está viendo cada vez más complementado, si no en parte sustituido, por los nuevos modelos computacionales de simulación y de imaginería dinámica.

Referencias

- BARNES, B. (1985), *About Science*, Oxford, Blackwell. (*Sobre Ciencia*, Barcelona, RBA, 1995.)
- BECHER, T. (1989), *Academic Tribes and Territories*, Society for Research into Higher Education, Milton Keynes, Open University Press.
- DERRIDA, J. (1976), *Of Grammatology*, Londres y Baltimore, Johns Hopkins University Press. (*De la gramatología*, México, Siglo XXI, 1976.)
- DE Solla Price, D. J. (1963), *Little Science*, Nueva York y Londres, Columbia University Press. (*Hacia una ciencia de la ciencia*, Barcelona, Ariel, 1988.)
- FORAY, D. y CONESA, E. (1993), «The economics and organisation of “remote” research programmes: beyond the frontier of knowledge», comunicación privada.
- JANTSCH, E. (1972), *Technological Planning and Social Futures*, Londres, Cassell.
- VON HIPPEL, E. (1976), «The dominant role of the user in the scientific instrument innovation process», *Research Policy*, 5 (3), 212-239.
- VON HIPPEL, E. (1988), *The Sources of Innovation*, Oxford, Oxford University Press.
- WEINBERG, S. (1993), *Dreams of a Final Theory*, Londres, Hutchinson.

2. La comercialización del conocimiento

Resumen

En el modo 2, la producción de conocimiento forma parte de un proceso más amplio en el que el descubrimiento, la aplicación y uso se hallan estrechamente integrados. Esto ocurre mediante un mecanismo importante como es la expansión del mercado para el conocimiento y la creciente comercialización de la ciencia (y no sólo de la tecnología). La fuerza impulsora que se encuentra por detrás de la acelerada oferta y demanda de conocimiento comercializable está en la intensificación de la competencia internacional en los negocios y en la industria. En muchos casos, la investigación realizada dentro de la propia empresa ya no es suficiente para satisfacer las exigencias competitivas. Para comercializar el conocimiento, las empresas tienen que buscar nuevos tipos de vínculos con las universidades, los laboratorios gubernamentales y también con otras empresas. En este capítulo exploraremos algunos de los paralelismos existentes entre la búsqueda de economías de escala por parte de la industria, y el alcance y la producción de conocimiento científico y tecnológico mediante organizaciones de investigación. La intensificación de la competencia se encuentra en ambos casos en el centro de la demanda de conocimiento especializado. La combinación de las economías, no sólo de escala sino también de alcance, con la competencia dinámica desplaza el lugar de valor añadido en el proceso de innovación, afectando más estrechamente a las empresas en el modo 2 de producción de conocimiento.

Las economías de escala también aplican la producción de conocimiento en el sistema de investigación académica y gubernamental, especialmente allí donde intervienen grandes y sofisticados sistemas tecnológicos y técnicas racionales de dirección. Pero se han dedicado comparativamente pocas inversiones y existe poca preocupación por distribuir los resultados de la investigación que trascienden a las comunidades de especialistas que trabajan en estos laboratorios. Esta separación institucional de la producción y la

distribución ha creado el mismo lenguaje de transferencia de conocimiento, así como intentos por acercar el mercado y el sector público a las instituciones orientadas hacia la investigación. Se pudieron ignorar, sin embargo, los incentivos que estimulaban la difusión de la investigación mientras prevalecieron las normas y reglas que gobiernan la producción de conocimiento en el modo 1, y mientras se creyó que todo aquel aspecto de la tecnología que desearan obtener los empresarios, lo encontrarían como una corriente de inventos. La situación cambió porque los costes de la investigación aumentaron más rápidamente que la inflación, como resultado del ya conocido factor de sofisticación. Los presupuestos destinados a la investigación se encontraron con tensiones crónicas. El uso de la investigación para propósitos económicos ha vuelto a ocupar una posición central en las políticas científicas y tecnológicas de muchos países, aunque a menudo se pasa por alto que, en muchos sectores avanzados de la ciencia y la tecnología, el conocimiento ya ha sido creado en el contexto de aplicación.

A continuación, exploramos el papel que juega la competencia en la generación de conocimiento. Afirmamos que este papel no ha sido aún ampliamente comprendido. Las empresas que desean competir en el mercado internacional se ven enfrentadas con la competencia como un proceso dinámico, lo que significa que las decisiones e inversiones posteriores se ven limitadas por las anteriores y, en consecuencia, no se pueden anular o, en todo caso, sólo a un alto coste. Además, los criterios de admisión en el juego de la competencia cambian de formas novedosas. Los lazos de colaboración empiezan a jugar un papel cada vez más importante en la forma de comportarse los actores. Finalmente, las reglas que gobiernan la competencia evolucionan según las capacidades de las nuevas tecnologías. El concepto tradicional de competencia descarta la posibilidad de que un comportamiento de rivalidad pueda tener efectos beneficiosos para las empresas individuales. Funcionar en el nuevo ambiente competitivo significa trabajar con regímenes de producción de conocimiento similares al modo 2, basados tanto en la competencia como en la colaboración y en la incesante reconfiguración de recursos, conocimientos y habilidades. A las empresas se les exige elegir pronto las configuraciones concretas de diseño, así como las competencias asociadas dominantes personificadas en la creatividad de su fuerza laboral científica y tecnológica y en la infraestructura de cada empresa en particular. En último término, el éxito de la empresa dependerá del potencial de su creatividad y de la infraestructura de la que se haya dotado en respuesta a la demanda del mercado. Las relaciones de colaboración son bienvenidas porque la acumulación de conocimiento específico para la empresa (así como de inversión de capital) depende de un ambiente más amplio, posiblemente global, en el que se produce el conocimiento (y se invierte el capital en la investigación).

En la última parte de este capítulo echamos un vistazo más atento a los cambios que han ocurrido en la organización de la producción y distribución de las tecnologías, que han mantenido continuas economías de escala al permitir la obtención de ganancias de productividad en el pasado. La crisis actual de la productividad plantea la cuestión de si las tecnologías en que se basa la producción masiva no se estarán acercando quizá a sus límites inherentes y, si este fuera el caso, con qué se las puede sustituir. La alta rentabilidad en los negocios se halla vinculada al uso de conocimientos especializados y a la voluntad de sus clientes para pagar una prima por los servicios o bienes que satisfacen sus necesidades. Las empresas intensivas en conocimientos siguen siendo altamente rentables porque poseen habilidades que no se encuentran en otras partes, incluidas las de intermediación, necesarias para vincular a quienes solucionan un problema con quienes lo identifican.

La futura configuración de la producción de conocimiento debe verse en el contexto de la naturaleza cambiante de la economía global, y en las siempre nuevas configuraciones del conocimiento. En esto juegan un papel crucial los sistemas de tecnología de la información. Al mismo tiempo, se han redefinido las nociones de competencia y tienden a ser borrosas las fronteras de las organizaciones. Quienes solucionan los problemas, quienes los identifican y los intermediarios estratégicos se mueven de un lado a otro. Los recursos de conocimiento se mantienen en diferentes organizaciones y se pueden desplazar entre ambientes que, en un momento dado, son competitivos para pasar a continuación a mantener relaciones de colaboración. Este es otro aspecto de la creciente volatilidad de los mercados. Si la competencia no se ve controlada por disposiciones novedosas que tiendan hacia la cooperación, la volatilidad puede conducir a graves fracasos. Del mismo modo, la competencia por obtener conocimientos expertos socialmente distribuidos en estos foros híbridos, diversifica y expande al mismo tiempo el mercado para esta clase de conocimiento, como ponen de manifiesto las controversias públicas y el crecimiento de foros híbridos en los que se genera y se articula al mismo tiempo la demanda pública de responsabilidad social. En un ambiente así, en el que aumenta tanto la incertidumbre como la volatilidad, la planificación se convierte en sí misma en un experimento y se la debe considerar como parte de un proceso experimental de aprendizaje social a largo plazo.

En el capítulo anterior hemos introducido la noción de un nuevo modo de producción de conocimiento, que hemos dado en llamar «modo 2». Según argumentamos, en el modo 2 se está conectando cada vez más estrechamente la producción de conocimiento científico, tecnológico e industrial. Además, el crecimiento de estas interconexiones tiene el carácter de

un proceso de difusión, cuyo índice de difusión se halla relacionado con la densidad de comunicaciones con la naturaleza, con otros científicos y con la sociedad. A medida que se extiende el nuevo modo, se produce una ampliación o reinterpretación de las normas y valores tradicionalmente asociados con la investigación disciplinar. Como consecuencia de ello, en muchos ámbitos de las ciencias más dinámicas se están disolviendo las fronteras entre las disciplinas, para dar paso a una estructura más abierta donde las variedades de conocimiento y de competencia se combinan y recombinan en configuraciones novedosas.

La idea de un nuevo modo de producción es útil para llamar la atención sobre cómo se está absorbiendo el conocimiento especializado en un proceso más amplio en el que el descubrimiento y la aplicación se hallan más estrechamente integrados. Por el momento sólo hemos considerado el lado de la oferta de este desarrollo. Además, se ha producido una expansión por el lado de la demanda. El mercado para el conocimiento (es decir, el número de lugares donde se lo desea y se lo puede utilizar) es ahora mucho más amplio y diferenciado de lo que ha sido nunca. Ello se debe, en parte, al crecimiento del número de personas que se han calificado en alguna disciplina científica o técnica, y que han recibido formación en los métodos de la investigación empírica. En términos generales, tales individuos tratan de resolver problemas utilizando las estructuras y los métodos que se les han enseñado, así como las fuentes de información con las que ya se han familiarizado. La creciente comercialización de la ciencia se debe al hecho de que quienes poseen habilidades específicas están dispuestos a reunirse, incluso en equipos multidisciplinarios temporales, para trabajar en la resolución de problemas difíciles y desafiantes. De hecho, esa puede ser la única condición bajo la que sean capaces de encontrar trabajo apropiado para su formación y sus habilidades. Alfred North Whitehead observó hace ya muchos años que la brillantez del siglo XIX no fue el descubrimiento de ningún invento en particular, sino el descubrimiento del método mismo de la invención. A finales del siglo XX se ha expandido y acelerado la oferta y la demanda de tales descubrimientos e inventos, al mismo tiempo que se han creado nuevas condiciones y lugares para producirlos.

La aceleración mutua, tanto de la oferta como de la demanda de conocimiento, está siendo impulsada por una intensificación de la competencia internacional en los negocios y en la industria. Las fuentes de esta competencia se derivan, en parte, del creciente número de actores que participan en la escena internacional y que han desarrollado sus capacidades industriales hasta el punto de poder desafiar a las tradicionales éli-

tes empresariales fabriles en el Reino Unido, Estados Unidos, Alemania y, cada vez más, en Japón, haciéndolo así en una amplia variedad de mercados, y particularmente en los de bienes de producción masiva. Esta presión ha provocado la segmentación paulatina de los mercados tradicionales y ha acelerado la búsqueda de un puerto que sea relativamente seguro o de un nicho en el mercado. Pero, al aumentar las capacidades de los recién llegados, empiezan a desaparecer los nichos del mercado, y algunos economistas advierten que el único puerto seguro consiste en destacar en la innovación tecnológica (Thurow, 1992). En el recuadro 2.1 se indica el crecimiento de las empresas de negocios financiadoras de la I + D durante el período 1980-1988. La investigación dentro de la propia empresa ya no es suficiente para hacerla prosperar; el conocimiento especializado se tiene que obtener ahora a partir de una gama de fuentes mucho más amplia.

RECUADRO 2.1

Financiación industrial para la I + D

La mayor parte de la financiación industrial destinada a la I + D se dedica a mantener el trabajo científico dentro de la propia empresa. Pero se ha producido un notable aumento de la financiación exterior destinada a la investigación, especialmente en el sistema de investigación del sector público. Una vez más, esto varía considerablemente de un país a otro, de un sector a otro, e incluso dentro de un mismo sector. Por término medio, sólo el cuatro por ciento del sistema total de investigación del sector público es financiado por la industria, aunque la cifra en Estados Unidos se acerca al ocho por ciento, mientras que, como proporción del gasto en I + D industrial esto representa, también por término medio, aproximadamente el uno por ciento. En algunos países, como Alemania, Suecia y Noruega encontramos el doble de este nivel de financiación.

Parecería por tanto que, en general, la contribución de la industria al sistema de investigación del sector público es marginal, a pesar de las predicciones sobre política de investigación que se publicaron durante la década de 1970 en la prensa y en la literatura. A pesar de todo, el siguiente cuadro muestra un continuo crecimiento en términos reales de la cantidad con la que la industria está financiando el sistema de investigación del sector público.

Empresas de negocios que financian el sistema de investigación del sector público, con precios de 1985, en millones de \$

	1980	1981	1982	1983	1984	1985	1986	1987	1988
Australia		7			9		14		
Francia		26	27	27	33	42	45	82	
Alemania		52		147		159	176	201	170
Italia	9	25	23	5	8	20	16	16	26
Japón	64	67	78	88	117	125	137	158	
Reino Unido	51		57		77	126	119		
EE.UU.	305	344	372	413	486	561	698	763	816

Fuente: Webster y Ektowitz (1991), pág. 21.

Un problema crucial al que se enfrentan las naciones industriales avanzadas se relaciona con este último punto. Las empresas difieren en cuanto a su capacidad para comercializar el conocimiento, mientras que aquellas que lo consiguen disponen de una ventaja competitiva. La comercialización se ha comprendido durante demasiado tiempo en términos de la aplicación y explotación del conocimiento existente. En el nuevo régimen competitivo, el éxito comercial exige la habilidad para generar conocimiento utilizando recursos que no se encuentran en la propia empresa, sino que se hallan distribuidos a lo largo de una vasta red, crecientemente global. En la actualidad, poder comercializar el conocimiento significa que las empresas tienen que jugar un papel en su producción. Tienen que desarrollar nuevos vínculos con las universidades, los laboratorios gubernamentales y con otras empresas. La comercialización es más compleja de lo previsto en el modelo lineal tradicional en el que la ciencia conduce a la tecnología y ésta satisface las demandas del mercado. La tecnología no es un artículo de consumo que puede retirarse de «la estantería»; tampoco se puede garantizar a través de acuerdos de transferencia de tecnología o de propiedad intelectual. Con frecuencia que se la tiene que desarrollar para satisfacer las circunstancias en las que se encuentra una empresa concreta.

Escala y alcance de la producción de conocimiento

La distinción entre economías de *escala* y economías de *alcance* es crucial para comprender la dinámica de la producción contemporánea de

conocimiento. Las economías de escala permiten obtener beneficios mediante la combinación de tecnología y organización, en la que el número de unidades de producción o distribución aumenta mientras que disminuyen los costes por unidad. Las economías de escala se caracterizan por una forma particular de tecnología e interacción en el mercado, que ha sido explotada con éxito durante muchos años y que ha contribuido ampliamente a mantener el crecimiento de las empresas. La búsqueda de economías de escala por parte de la industria ha tenido un paralelismo en la producción de conocimiento científico y tecnológico. Se ha considerado a menudo que la gran ciencia y la gran tecnología están organizadas según una pauta industrializada. La analogía dista mucho de ser exacta, pero tanto en la producción científica como en la industrial, se pueden obtener eficiencias mediante la habilidosa mezcla de una serie de habilidades tecnológicas y especializadas, bajo un régimen de dirección empresarial. Las economías de alcance, por el contrario, obtienen beneficios al configurar repetidamente las mismas tecnologías y habilidades de formas diferentes para satisfacer la demanda del mercado. Las empresas que buscan economías de alcance necesitan tener un acceso continuado a conocimientos de muchos tipos diferentes y, para adquirir ese necesario acceso, se ven atraídas cada vez más hacia su producción.

La creciente comercialización, el aumento de la demanda de conocimiento y la difusión del conocimiento en el modo 2, se hallan vinculadas a través de la competencia dinámica. La intensificación de la competencia todavía supone la generación de nuevo conocimiento. Para satisfacer sus exigencias, las empresas necesitan participar en el proceso y están entrando en nuevas disposiciones de colaboración que tienen muchas de las características de la producción de conocimiento en el modo 2. Estas vinculaciones destacan el papel de las nuevas configuraciones de conocimiento en el proceso de innovación; y esas configuraciones cruzan no sólo las fronteras disciplinares, sino también las institucionales. Inexorablemente, la competencia dinámica desplaza el lugar del valor añadido en el proceso de la innovación hacia una competencia de la empresa en la configuración de los recursos de conocimiento. Tal competencia entre las empresas, que se describe mejor como una búsqueda de economías de escala, las implica más estrechamente en la producción de conocimiento del modo 2. Su implicación es continua y constituye la base de su futura competitividad industrial. Esto, sin embargo, no significa que las economías de escala dejen de ser una fuente de competitividad. Lo mismo que sucede en el modo 1, también en el modo 2 interactúa la necesidad de economías de escala y de alcance. No obstante, las economías de escala dependen cada

vez más de obtener economías de alcance que abarquen el conocimiento producido en el modo 2 y actúen en diferentes partes de la cadena de producción.

Distribución de los resultados de la investigación

En el pasado reciente, las empresas trataron de controlar más y más aspectos de sus ambientes respectivos. El crecimiento continuo de los beneficios y la predecibilidad dependieron de que fueran capaces de innovar mediante el empleo de tecnologías, lo que daría economías de escala durante un período considerable de tiempo. Este fenómeno ha sido analizado recientemente por Alfred Chandler (1990), historiador del mundo de los negocios. Según argumenta este autor, las empresas manufactureras han sido principalmente las responsables del crecimiento económico en las economías en vías de desarrollo de todo el mundo. Han aportado la fuerza fundamental para el cambio. Pero, según observa Chandler, lo que con frecuencia se ha pasado por alto al explicar los orígenes de las economías industriales avanzadas es que las empresas que han logrado generar con éxito economías de escala lo han hecho empleando una estrategia de inversiones de tres puntas: en la producción, en la dirección y en la distribución. Señala, en particular, que no habría sido posible asegurarse los beneficios de las grandes inversiones hechas en tecnología y en dirección de la producción, si estas no se hubieran visto apoyadas por inversiones paralelas en la distribución, con el propósito de asegurarse la venta de la producción. Aunque, al principio, la distribución se preocupó fundamentalmente por vender productos estandarizados, se convirtió gradualmente en un conducto crucial para obtener información sobre las cambiantes preferencias de los clientes. El desarrollo de la distribución limitó a su vez la consecución directa de economías de escala, al obligar a las empresas a ampliar la gama de productos que podían producir con una tecnología de producción que seguía siendo la misma a grandes rasgos. Así pues, el contacto con los clientes proporcionó a estas empresas un incentivo para explorar las posibilidades latentes en las economías de alcance.

En la producción de conocimiento también actúan fuerzas similares. La industrialización de la ciencia puede describirse en términos de la adopción de economías de escala y de prácticas de dirección industrial. Organizaciones tales como el CERN, o los laboratorios Brookhaven o incluso la Universidad de California, con sus 150.000 empleados extendidos a través de nueve campus universitarios y tres laboratorios nacionales, consti-

tuyen empresas de investigación grandes y dirigidas empresarialmente, que se pueden comparar con muchas grandes empresas, en términos de los puestos de trabajo creados. La expansión de los resultados de su investigación puede compararse en cierta medida con la aplicación de economías de escala originalmente llevada a cabo en la industria. No obstante, esta analogía no puede llevarse forzosamente demasiado lejos, porque los directores de investigación no aspiran a expandir sus operaciones con objeto de reducir sistemáticamente sus costes y lograr algún coste óptimo por publicación. En este sentido, los laboratorios no suelen competir los unos con los otros, aunque es posible que eso esté cambiando (Martin e Irvine, 1984).

Aunque muchos laboratorios universitarios y gubernamentales funcionan con grandes y sofisticados sistemas tecnológicos, que exigen grandes inversiones y técnicas racionales de dirección, hasta el momento, y con algunas excepciones importantes, se han hecho pocas inversiones en la distribución de los resultados de la investigación que vayan más allá de la comunidad de especialistas a cuyo servicio se han creado estos laboratorios. Tal como indica Chandler, hablando en términos empresariales, tal comportamiento habría sido desastroso para las empresas, ya que, en tal caso, los crecientes stocks de artículos manufacturados no habrían encontrado mercados. No obstante, mientras las universidades y las instituciones gubernamentales de investigación permanecieron relativamente aisladas de los mercados, encontraron pocos incentivos para buscar salidas para los resultados de su investigación, más allá de sus propias comunidades investigadoras. Sólo recientemente, y debido en buena medida a la ralentización del crecimiento, se han visto obligadas estas instituciones a considerar quiénes son sus clientes y si el conocimiento generado y los servicios ofrecidos por ellas pueden venderse o no para generar corrientes independientes de ingresos. En el Reino Unido, el Informe Rothschild (1971), a pesar de su interpretación radical del papel de la investigación financiada por el gobierno, se limitó a estimular a los estamentos investigadores para que encontraran clientes en el sector académico, mientras que la ciencia académica se vio exenta de una implicación directa en el logro de objetivos nacionales. Al mismo tiempo, sin embargo, se dio en Suecia un nuevo énfasis a la investigación sectorial, diseñada para estimular a las universidades a trabajar más estrechamente con el sector público. Otros países también intentaron dirigir sus instituciones, orientándolas hacia la investigación, de modo que se acercaran más al mercado.

La falta de interés y de inversiones en la distribución de los resultados de la investigación ha conducido a muchas de las instituciones científicas

y, en menor grado, también a las tecnológicas, a quedar aisladas en las universidades y las instituciones gubernamentales de investigación, respectivamente. Esta separación institucional creó de hecho el lenguaje de transferencia de tecnología ya que, inicialmente, se consideró que la tarea a realizar consistía en trasladar el conocimiento a través de las fronteras institucionales. Aunque se mantuvieron vínculos amistosos entre la ciencia, la tecnología y la industria, se ha producido un flujo desigual de ideas, teorías y descubrimientos experimentales desde los laboratorios universitarios y gubernamentales. Históricamente, los ejemplos clásicos de fuertes vínculos entre el sector académico y el productivo, incluyen la química en Alemania y las universidades de investigación agraria, así como las universidades que recibieron concesión de terrenos en Estados Unidos durante el siglo XIX.

Más recientemente, en los programas de estructuración de la I + D en Estados Unidos y en la UE, se han realizado renovados intentos por crear fuertes vínculos entre el sector académico y el productivo. Los ejemplos, en Estados Unidos, incluyen la investigación apoyada por los Institutos Nacionales de Salud (NIH), los grandes proyectos militares centrados alrededor del MIT, Berkeley y Stanford, y su posterior adaptación a la economía civil, o los parques científicos, así como las redes y centros de excelencia que se han construido en diversas partes de Europa. Lo más notable aquí no es tanto la intensificación de la interacción entre universidades e industria, sino los intentos de ambas partes por adaptarse a una situación novedosa. En la actualidad, hay una menor iniciativa gubernamental y una mayor iniciativa privada, más relaciones bilaterales antes que unilaterales con empresas específicas. Eso genera nuevos problemas relativos a los derechos de propiedad intelectual y al secreto.

Esta novedosa situación ha surgido en parte debido a los crecientes costes de la investigación, asociados con la necesidad de incorporar nuevas tecnologías en el proceso experimental. Ciertamente, la sofisticación tecnológica ha situado los presupuestos destinados a la investigación bajo una tensión crónica, pero un factor más significativo que el aumento de los costes fue el desfallecimiento del rendimiento económico, reflejado en la caída del crecimiento de la productividad durante la década de 1980. Eso ha vuelto a abrir la cuestión del papel jugado por la financiación gubernamental de la ciencia y la tecnología (C + T), y ha estimulado la búsqueda de soluciones radicales al problema de vincular la producción de conocimiento con la creación de riqueza. Después de una década de dependencia excesiva de las fuerzas del mercado, las políticas científicas y tecnológicas de muchos países están poniendo ahora un mayor énfasis en

la financiación pública de la investigación para propósitos económicos. Tanto la industria como el gobierno empiezan a ver el problema menos como una necesidad de generar conocimiento y más como una necesidad de utilizar aquello de lo que ya se dispone; menos en términos de apoyar la ciencia básica y más en términos de aplicación de conocimiento para la creación de riqueza. Los políticos, por ejemplo, se refieren con frecuencia a las cantidades masivas de información obtenidas por los programas financiados por el gobierno para la observación del planeta mediante satélites. Afirman que sólo se ha analizado una fracción de esa información para darle un uso práctico o comercial. Debería hacerse más para utilizar los datos existentes antes de asignar recursos para desarrollar sistemas altamente sofisticados con los que obtener nuevos datos. Parafraseando el análisis de Chandler, argumentan que se ha hecho una inversión apropiada en producción de conocimiento y en su gestión. Aparece ahora la necesidad de fortalecer la red de distribución mediante el incremento del flujo de conocimiento desde las instituciones de investigación de las universidades y del gobierno hacia los centros de creación de riqueza.

Pero aquí intervienen muchas más cosas. El problema no es tanto el de la aplicación del conocimiento existente a los usos industriales, sino que en la vanguardia de muchos de los sectores avanzados de la ciencia y la tecnología, el conocimiento se genera ahora en el contexto de aplicación. Su modo de producción es lo que hemos descrito como modo 2, en el que la producción de conocimiento ya se ve configurada por las necesidades e intereses de, al menos, algunos de sus consumidores potenciales. Como la producción y la distribución de conocimiento se hallan mucho más estrechamente relacionadas en el modo 2 de lo que estuvieron en el modo 1, que sigue proporcionando muchos de los modelos y metáforas para la transferencia de tecnología, se ha hecho más difícil mantenerse al margen del proceso de producción de conocimiento y esperar a explicar sus resultados más tarde. En resumen, tanto el sector académico como el industrial tienen que convertirse en participantes en la producción de un conocimiento que tenga potencial para crear riqueza. Esto supone el establecimiento de un nuevo contrato social para las instituciones que han financiado la investigación científica.

La intensa competencia internacional está obligando a los gobiernos a reconsiderar la función de sus inversiones en C + T, y a las empresas a ser participantes más activos en la producción de conocimiento. Al hacerlo así, ambos extienden con efectividad el ámbito y la influencia del modo 2. En la sección siguiente se analizará el papel constitutivo que juega el conocimiento en el proceso competitivo. La competencia es, esencial-

mente, un proceso de descubrimiento, lo que supone cada vez más la generación de un conocimiento que satisfaga las necesidades de los consumidores.

Competencia dinámica y producción de conocimiento

Todavía no se ha comprendido ampliamente el papel que juega la competencia en la generación de conocimiento. Las doctrinas dominantes de la teoría económica han desarrollado una noción de competencia que no reconoce que la naturaleza de la misma cambia según las circunstancias históricas. En la actualidad, la competencia se experimenta como una fuerza dentro de un proceso de cambio continuo, en el que se genera conocimiento no sólo sobre el propio mercado, sino también sobre el mundo físico y las tecnologías que lo configuran. Las decisiones e inversiones posteriores se ven limitadas por las anteriores e invertir su curso o bien no es posible, o supone altos costes económicos y sociales. Estos son los elementos clave de la competencia dinámica.

En la industria, competencia significa rivalidad, lo que supone a su vez comportarse de modo diferente a como lo hacen otras empresas, de una forma que proporcione ventajas competitivas y altere el equilibrio prevalente entre los productores rivales. No obstante, el concepto tradicional de competencia parece descartar la posibilidad de que el comportamiento de rivalidad pueda tener efectos beneficiosos sobre las empresas individuales. Las acciones emprendidas por las empresas para incrementar su competitividad, como las reducciones de precios, la mejora en la calidad del producto y las campañas de publicidad, se ven como imperfecciones que disminuyen la competencia, introducen elementos de monopolio y reducen la eficiencia. Esta paradoja, según la cual se juzga que el comportamiento competitivo tiene efectos anticompetitivos, se encuentra en la raíz de la dificultad para tratar de encontrarle sentido a la competencia. La sencilla cuestión que se plantea aquí es que no se puede comprender el proceso competitivo en términos de equilibrio, sino sólo en términos de un proceso de cambio impulsado por el comportamiento diferencial. Una situación puede describirse como competitiva, debido precisamente a que las empresas se esfuerzan por ser diferentes.

La competencia se compara a menudo con una carrera. Cualquier carrera tiene tres elementos: los competidores y sus comportamientos, un conjunto de reglas que determinan lo que se considera como comportamiento legítimo, y los criterios que definen el éxito o el fracaso. Pero, en

la competencia dinámica, estos tres elementos evolucionan de una manera bastante impredecible. Los criterios de admisión pueden cambiar para incluir a recién llegados, como los laboratorios universitarios y gubernamentales. El comportamiento de los actores depende cada vez más de los lazos de colaboración, y los conjuntos de reglas cambian a través de las capacidades de las nuevas tecnologías. Así pues, y aunque en principio no cambian los criterios que definen el éxito y el fracaso, los medios por los que se obtiene el éxito están cambiando a través del papel jugado por la adquisición de conocimiento.

Como sucede en cualquier carrera, existe un orden de participantes. Lo mismo sucede en la competencia económica. La posibilidad de competencia depende de una divergencia de puntos de vista a través de instituciones competitivas por lo que se refiere a las estrategias apropiadas con respecto a los productos, los precios y los modos de producción. Los mecanismos mediante los que surgen las oportunidades para comportarse de modo diferente, y las formas en que reaccionan las instituciones competidoras ante ellos, no sólo son aspectos fundamentales para la competencia, sino también para las estrategias adoptadas con el propósito de influir sobre los resultados.

Pero ¿cómo funciona este comportamiento diferencial? En un ambiente dinámicamente competitivo, las personas que actúan en el mundo de los negocios trabajan con regímenes de producción de conocimiento muy similares a los que hemos descrito como pertenecientes al modo 2. La necesidad de generar conocimiento de diversas clases para seguir siendo competitivo o, por expresar el tema de otra forma, la situación competitiva las impulsa a tratar de explotar sus bases de conocimiento en direcciones particulares, acuciadas por lo que están haciendo sus competidores y por sus percepciones de los cambios en las necesidades de los consumidores. Habitualmente, una empresa tiene que elegir una configuración de diseño concreto y una competencia dominante asociada, que se desarrollan al principio del proceso de innovación. El futuro éxito de la empresa depende mucho de la sabiduría de esa elección fundamental y de la capacidad de su competencia dominante para explotar su potencial en respuesta a las demandas del mercado. Del mismo modo que la naturaleza plantea cuestiones a la ciencia, el mercado está planteando continuamente cuestiones a la empresa. Las innovaciones son las respuestas. Esas respuestas se elaboran de una forma exploratoria en la que la empresa aplica sus competencias a la articulación de su base de conocimiento. Tal como hemos indicado en el capítulo anterior, esta base de conocimiento se halla conectada de muchas formas diferentes con las comunidades de practi-

cantes científicos y tecnológicos que aportan un recurso distribuido del que puede extraer información un número creciente de diferentes personas y comunidades.

Para la empresa, aquí hay muchas más cosas implicadas de lo que habitualmente se suele dar a entender al emplear el término «asignación racional de recursos». La tecnología de una empresa no se genera solamente en el proceso económico, sino que el ritmo y la dirección de su desarrollo se establecen pronto sobre el proceso de innovación, mediante la elección de una configuración de diseño. Como consecuencia de ello, se especializa desde el principio la competencia dominante de la fuerza laboral y de la infraestructura de una empresa, de una subunidad o de una línea de producción, y su base de conocimiento se halla altamente estructurada y es específica. La capacidad de cada unidad para entrar en un nuevo mercado, o para responder a las señales emitidas por los ya existentes, se ve siempre limitada, aunque no totalmente determinada por las decisiones iniciales y por la creatividad de la fuerza laboral. En la competencia dinámica, la innovación tecnológica es tanto una cuestión de recursos como de recursividad.

RECUADRO 2.2

La economía de la producción de conocimiento

Lo que hace que el mercado sea superior es precisamente que organiza la actividad económica alrededor de la *información*.

De un modo creciente, cada vez se obtienen menos beneficios de las fuentes tradicionales: la tierra, el trabajo y el capital (dinero). Los principales productores de riqueza son la información y el conocimiento.

Todavía no comprendemos plenamente cómo se comporta el conocimiento como un recurso económico; todavía no disponemos de experiencia suficiente para formular una teoría y ponerla a prueba. Lo único que podemos decir, por el momento, es que necesitamos esa teoría. Necesitamos una teoría económica que sitúe el conocimiento en el centro del proceso de producción de riqueza. Tal teoría, por sí sola, puede explicar la economía actual. Explicaría, por ejemplo, cómo funciona la economía japonesa y, sobre todo, por qué funciona. Explicaría por qué los recién llegados, especialmente en los campos de alta tecnología, pueden arrollar el mercado casi de la noche a la mañana y expulsar a todos los demás competidores, por muy atrincherados que estén, como hicie-

ron los japoneses con la electrónica de consumo y el mercado automovilístico estadounidense.

Por el momento, no hay señales de que haya aparecido ningún Adam Smith o un David Ricardo del conocimiento. Pero ya han empezado a aparecer los primeros estudios sobre el comportamiento económico del conocimiento.

Esos estudios dejan claro que la economía basada en el conocimiento no se comporta de la misma forma que la economía, tal como asume la teoría actual. En consecuencia, sabemos que la nueva teoría económica, la teoría de una economía basada en el conocimiento, será bastante diferente a la teoría económica actual, ya sea keynesiana o nekeynesiana, clásica o neoclásica.

Una de las suposiciones básicas de los economistas es que la «competencia perfecta» es el modelo para la asignación de recursos, pero también para la distribución de las recompensas económicas. La competencia imperfecta es bastante común en el «mundo real». Pero se supone que es el resultado de la interferencia exterior con la economía, es decir, de monopolio, de protección de patentes, de regulación gubernamental, etcétera. Pero, en la economía del conocimiento, la competencia imperfecta parece ser inherente a la propia economía. Las ventajas iniciales obtenidas a través de la pronta aplicación y explotación del conocimiento (es decir, a través de lo que se ha dado en llamar la «curva de aprendizaje») se hacen permanentes e irreversibles. Eso significa que ni la economía de libre comercio ni el proteccionismo funcionarán por sí mismos como políticas económicas. La economía del conocimiento parece exigir que ambas se encuentren en equilibrio.

Otra de las suposiciones básicas de los economistas es que una economía se halla determinada por el consumo o por la inversión. En la economía del conocimiento, ninguno de estos dos aspectos parece tener el control. No existe la menor evidencia de que el aumento del consumo en la economía conduzca a una mayor producción de conocimiento. Pero tampoco existen pruebas de que una mayor inversión en la economía conduzca a una mayor producción de conocimiento. Al menos, los períodos que median entre un aumento del consumo y de la producción de conocimiento, o entre el aumento de la inversión y la producción de conocimiento, parecen ser tan prolongados que desafían a todo análisis y seguramente lo son como para basar la teoría o la política económica en esa correlación, sea esta la que fuere.

Igualmente incompatible con la teoría económica tradicional es la ausencia de un denominador común de clases diferentes de conocimiento. Diferentes parcelas de terreno dan cosechas distintas, pero su precio

viene determinado por esas diferencias, es decir, por la cantidad de la producción. Cuando se trata de nuevo conocimiento, en cambio, lo hay de tres clases. Está primero la continuidad en la mejora del proceso, el producto o el servicio; los japoneses, que hacen las cosas lo mejor que pueden, llaman a esto *Kaizen*. Luego está la explotación continua del conocimiento existente para desarrollar productos, procesos y servicios nuevos y diferentes. Finalmente, está la verdadera innovación.

Estas tres formas de aplicar el conocimiento para producir un cambio en la economía (y también en la sociedad) necesitan ser elaboradas conjuntamente y al mismo tiempo. Todas son igualmente necesarias. Pero sus características económicas (sus costes, así como sus impactos económicos) son cualitativamente diferentes. No es posible cuantificar el conocimiento, al menos por el momento. Naturalmente, podemos calcular cuánto cuesta producirlo y distribuirlo. Pero no podemos decir todavía cuánto se produce y, de hecho, ni siquiera sabemos lo que puede significar «rendimiento económico sobre el conocimiento». Y, sin embargo, no podemos disponer de una teoría económica a menos que exista un modelo capaz de expresar los acontecimientos económicos en relaciones cuantitativas. Sin eso no hay forma de tomar una decisión racional, y la economía trata precisamente de tomar decisiones racionales.

Pero, por encima de todo, la cantidad de conocimiento, es decir, su aspecto cuantitativo, no es tan importante como la productividad del conocimiento, es decir, su impacto cualitativo. Y eso se aplica tanto al viejo conocimiento, y a su aplicación, como al nuevo.

Fuente: Drucker (1993)

La acumulación de capital tiene lugar dentro de la empresa, en la medida en que supone la creación de conocimiento tecnológico, pero el índice de dicha acumulación se halla relacionado con la medida en que la empresa tenga acceso al conocimiento generado por otros. Eso hace a su vez que las empresas busquen relaciones de colaboración de muchos tipos: para formar consorcios (como, por ejemplo, Sematech), para participar en programas internacionales (como, por ejemplo, Eureka), y para tratar de unirse a redes de diversos tipos en virtud de su reconocida competencia. La naturaleza del modo 2 es tal que, en estas asociaciones, interactúan con los científicos y los tecnólogos en una amplia gama de instituciones que trabajan sobre problemas similares o relacionados. La pauta de acumulación de conocimiento puede ser específica de la empresa, pero

eso no debería hacernos perder de vista el hecho de que la acumulación de conocimiento no puede separarse del ambiente más grande, y posiblemente global, en el que se está produciendo ese conocimiento. En el recuadro 2.2 se perfilan algunas de las implicaciones que rodean el aumento de la importancia de la información y el conocimiento para la teoría económica.

Aunque este análisis de la competencia dinámica se ha hecho en buena medida en términos de la unidad tradicional de producción, es cada vez más aplicable a instituciones antiguamente no económicas si es que éstas quieren entrar en el juego de la competencia dinámica.

La comercialización de la investigación

Las microestructuras de las comunidades científicas y tecnológicas ejercen una influencia formativa sobre las formas en que una empresa puede establecer una base de conocimientos. Esta influencia se ejerce a través de la formación de los individuos y de proporcionarles una orientación; es decir, con una predisposición para utilizar ciertas tecnologías, para formular problemas y buscar soluciones de acuerdo con formas preestablecidas.

Para sobrevivir, una empresa se tiene que especializar. Una cuestión clave es qué proporciona el centro de atención para configurar la base de conocimientos de una empresa, de tal modo que permita la creatividad necesaria para asegurar su supervivencia y crecimiento. Esencialmente, es la configuración de diseño lo que encarna las competencias especializadas, el conjunto de principios que definen el propósito, el modo de funcionamiento, los materiales de construcción y los métodos de fabricación importantes para algún artefacto o servicio.

Las configuraciones de diseño permiten la producción de una amplia gama de productos y determinan si son apropiados o no para diferentes segmentos del mercado. A través de la articulación de una configuración concreta de diseño se pueden alcanzar sustanciales economías de escala por el lado de la producción, así como una corriente de mejoras técnicas por el lado de los productos (como, por ejemplo, la serie 700 de la Boeing, o los casettes de la Phillips). Una vez elegida, la configuración de diseño encierra a la empresa en un conjunto de elecciones. Aunque eso puede ser rentable, también puede impedir que la empresa pase a nuevas configuraciones de diseño, corriendo así el riesgo de verse superada por las tecnologías en las que la empresa no posee competencia. Sólo si una empresa es

lo bastante fuerte como para imponer su configuración de diseño sobre el mercado, puede hallar una recompensa en hacerlo así. IBM, por ejemplo, que originalmente estuvo encerrada en otras configuraciones de diseño, tuvo que establecer un equipo independiente para fabricar ordenadores personales y competir de hecho consigo misma.

Las configuraciones de diseño, así como los productos, juegan un papel fundamental porque forman los núcleos alrededor de los cuales se organiza la competencia. Las empresas intentan imponer constantemente la agenda tecnológica, tratando de establecer su configuración de diseño como dominante en un mercado. Que la configuración de diseño para la música grabada sea el disco de larga duración (LP), la cinta de cassette o el disco compacto (CD), importa mucho más a la industria que el precio de estos productos. Las configuraciones de diseño son miniparadigmas que imponen las condiciones y limitaciones tecnológicas dentro de las cuales tiene que actuar la empresa. Se eligen y se desarrollan a la luz de las competencias dominantes de la empresa, incluidas aquellas que se derivan de diversas comunidades científicas y tecnológicas.

La empresa, sin embargo, no es simplemente un laboratorio tecnológico. Debe tener también una visión comercial. Eso lo aporta la agenda estratégica, que proporciona una estructura general dentro de la cual se pueden conectar las posibilidades internas y externas. Bajo condiciones similares, las empresas diferirán en cuanto a su rendimiento tecnológico porque tienen agendas estratégicas diferentes, que funcionan al separar los desarrollos tecnológicos deseables de los indeseables.

Actualmente, la comercialización de la investigación se halla menos organizada alrededor de la traducción de los descubrimientos a nuevos productos, que alrededor de buscar configuraciones de diseño que tengan el potencial para ser desarrolladas de una variedad de formas. Al tratar de establecer su configuración de diseño en el mercado, las empresas adoptan un comportamiento de rivalidad. Tratan continuamente de descubrir formas de interactuar más efectivamente con su medio ambiente. Al extender sus configuraciones de diseño en formas que sintonicen con los mercados de un modo más exacto que sus competidores, su rendimiento se ve mantenido a lo largo de un amplio período de tiempo. A medida que los mercados se segmentan y pasan a demandar más soluciones técnicamente sofisticadas, las empresas tienen que participar más directamente en la producción de conocimiento, lo que supone su participación en un esfuerzo de colaboración más amplio. Ese comportamiento de colaboración, aunque estimula el compartir costes y riesgos, socava los esfuerzos por apoderarse de segmentos del mercado. Así pues, mantener un equili-

brio entre colaboración y competencia se ha convertido en un desafío fundamental.

La nueva economía de la producción

La organización de la producción y la distribución alrededor de tecnologías capaces de ofrecer una corriente de aumentos de productividad, ha estado guiada por una búsqueda continua de economías de escala. Las ganancias de productividad, de las que dependían el aumento de los niveles de vida, exigían que cada trabajador estuviera más y más apoyado por la tecnología, habitualmente en forma de maquinaria de alto rendimiento o de plantas de procesado. Obtener un beneficio comercial de esas tecnologías significó que el proceso de producción tuvo que descomponerse en miríadas de rutinas organizativas relativamente simples. Al asumir este enfoque, las empresas se enfrentaron repetidamente con la competencia a través de la imitación. Así pues, el rendimiento de las empresas dependió críticamente de los costes salariales. Cada vez que se podían copiar fácilmente las tecnologías de producción en masa, el proceso de producción terminó por emigrar a aquellas empresas, regiones o naciones donde los salarios eran más bajos. En algunos casos, las empresas intentaron satisfacer la aparente inevitabilidad de los aumentos de salarios trasladando a otros lugares sus actividades de producción. No obstante, las economías caracterizadas por salarios bajos, hacia las que se trasladó la producción, pronto adquirieron su propio impulso de desarrollo. Muchos antiguos líderes industriales perdieron el control sobre lo que estaban acostumbrados a fabricar (Dertouzas *et al.*, 1989). Como consecuencia de este proceso de difusión, la producción de muchos productos estandarizados, desde motores de coches hasta neveras, se puede realizar ahora en numerosos lugares repartidos por todo el mundo. Esto no sólo ha provocado una intensificación de la producción, sino que ha planteado serias dudas acerca del futuro del paradigma de la producción en masa y de su capacidad para mantener crecientes niveles de vida (Piore y Sobel, 1984). En el pasado también se plantearon dudas similares que demostraron finalmente ser infundadas, porque las tecnologías de producción en masa generaron otro salto adelante en la productividad a través de la aplicación de nociones tales como la fabricación y la producción contenidas, de acuerdo con las demandas del mercado (Womack *et al.*, 1990). Pero persisten las dudas acerca de si las tecnologías sobre las que se basa la producción en masa no se estarán acercando a su límite inhe-

rente, y si no se necesitará buscar acaso otras fuentes más radicales de crecimiento de productividad para mantener el actual nivel de vida.

Una clave para la respuesta la encontramos al considerar lo que está sucediendo dentro de los principales lugares de producción repartidos por toda la economía internacional. En la mayoría de las industrias, las ganancias más elevadas se obtienen cuando el conocimiento especializado se puede aplicar a la solución de problemas, de tal modo que las soluciones sugieran también una gama de nuevas posibilidades. El conocimiento al que nos referimos aquí no está estrechamente preocupado por solucionar los problemas que surgen dentro de una configuración de diseño dada. La configuración de diseño evoluciona y se hace más y más fija y, por lo tanto, es susceptible de imitación. Como resultado de ello, los productos que son una expresión de la configuración de diseño pueden ser copiados por parte de otras empresas que no han soportado los costes de su desarrollo, pero que pueden funcionar con salarios más bajos. Cuando la imitación representa una amenaza, la innovación se presenta como una estrategia para expandir el potencial de una configuración dada, dirigiéndola hacia nuevas configuraciones que dependen de la adquisición y uso de conocimiento y que no puedan ser copiadas con facilidad. Según Reich (1991), la búsqueda de innovaciones no imitables, dependientes del conocimiento, está ocurriendo actualmente a lo largo de toda la industria manufacturera, tanto en las empresas grandes como en las pequeñas, tanto si son recientes como antiguas, o si las tecnologías que emplean son de vanguardia o maduras. En otras palabras, el conocimiento ya es un recurso clave en un régimen caracterizado por la imitación. Las industrias tradicionales de servicios también están experimentando una transformación rápida basada en la utilización de conocimiento especializado. Los servicios de telecomunicaciones se transforman gracias al uso del procesado de la información, vinculando los edificios inteligentes y a los empleados en diferentes lugares a través de redes de comunicación especializadas. Los servicios de transportes, como carretera, ferrocarril, cargo aéreo y marítimo se hallan integrados a nivel mundial a través de redes y servicios de transporte especializado. Las empresas financieras también ofrecen una amplia gama de servicios interconectados, como banca, seguros e inversiones, especializados para satisfacer las demandas de sus clientes.

Estos negocios, basados en el conocimiento, son altamente rentables no sólo gracias a su capacidad para configurar el conocimiento, sino también debido a la voluntad de sus clientes para pagar una prima por aquellos servicios que satisfagan sus necesidades. Las empresas intensivas en

conocimiento siguen siendo muy rentables porque poseen habilidades que no se encuentran en todas partes. Mientras que la competencia a nivel mundial presiona sobre los beneficios en todo aquello que sea uniforme, rutinario y estandarizado, es decir, que se pueda producir en cualquier parte, las empresas de éxito en los países industrialmente avanzados responden produciendo más productos y servicios especializados (y, por lo tanto, más rentables), capaces de satisfacer con mayor exactitud las necesidades de sus clientes. Paradójicamente, la difusión de las tecnologías de la producción en masa y la creciente competencia que la sigue, constituyen una de las fuentes principales de la creciente comercialización del conocimiento.

Otra cuestión que ha observado Reich, entre otros, es que en las empresas que utilizan el conocimiento se requieren diferentes conjuntos de habilidades si quieren que el conocimiento especializado que generen sea el apropiado. Se necesitan habilidades para solucionar problemas y, en particular, la habilidad para conjuntar cosas de formas únicas, ya se trate de moléculas, de chips semiconductores, de nuevas aleaciones, de códigos de software, guiones de cine, inversiones de fondos de pensiones u ofertas vacacionales. Este conjunto de habilidades es distinto al que posee quien identifica el problema, cuya función consiste en ayudar a los clientes a comprender sus necesidades y cómo estas pueden quedar satisfechas por los productos comercializados. Además, se necesitan habilidades de intermediación para vincular a quienes solucionan los problemas con quienes los identifican, así como para conjuntar la necesaria combinación de recursos, tanto humanos como físicos.

El surgimiento del modo 2 refleja cambios fundamentales, tanto en la oferta como en la demanda. Las formas se hallan estrechamente vinculadas a esta última, con el crecimiento en la demanda para toda clase de conocimientos especializados. Este crecimiento dual conduce a la multiplicación de los contextos de aplicación en los que se puede llevar a cabo la producción de conocimiento en el modo 2. Por el lado de la oferta, puede ser necesaria la formación especializada adquirida por medios convencionales, pero eso ya no es suficiente. Cuando la producción de conocimiento se lleva a cabo en una diversidad de contextos de aplicación, son cruciales las nuevas habilidades para configurar los recursos del conocimiento (intermediación), así como para la identificación y solución de problemas. De modo similar, y dentro del proceso de innovación, las empresas de todas clases se convierten en fuentes de demanda de conocimiento especializado, debido a que la competencia ofrece una prima a todo aquello que no sea imitable. Según la ley de Say, la demanda crea su

propia oferta. Como consecuencia de ello, es muy probable que surja un cuadro de empresas cuya ventaja competitiva radique precisamente en su capacidad para configurar y utilizar el conocimiento, particularmente en las economías industriales avanzadas. Puesto que estas habilidades no surgen espontáneamente y van a disfrutar de una creciente demanda, tales desarrollos plantean un desafío a los sistemas actuales de educación superior, que quizá se hallan mejor adaptados a producir conocimiento dentro del modo 1 que a configurarlo en el modo 2.

Las nuevas economías de producción a las que nos referimos al principio de esta sección, se pueden interpretar como un desplazamiento desde la búsqueda de economías de escala hacia la búsqueda de economías de alcance dentro de las economías desarrolladas de occidente. Las economías de alcance se derivan de la habilidad de las empresas para configurar sus recursos humanos, y particularmente el conocimiento, de forma novedosa. Eso les proporciona una ventaja comparativa con respecto a aquellas otras que se limitan a adoptar y adaptar los procesos de producción en economías caracterizadas por salarios bajos. La dinamo de las economías de escala radica en la habilidad para configurar estos recursos no sólo singular sino continuamente. Esta exigencia genera una expansión menos constante de la demanda de conocimiento, lo que estimula a su vez la difusión del modo 2 por el lado de la oferta.

Configuración del conocimiento

Esta descripción de la naturaleza cambiante de la innovación en la economía global tiene importantes implicaciones para la futura configuración de la producción de conocimiento. Mientras que el valor solía ser añadido por tecnologías en desarrollo que permitirían economías de escala, esas economías necesitan ahora verse aumentadas o sustituidas por economías de alcance que surjan de la aplicación de habilidad y percepción en la configuración de los recursos, y particularmente de los recursos de conocimiento, haciéndolo de formas novedosas y no sólo singular sino continuamente.

Para cualquier nación dada, el agregado de estos recursos constituye su sistema de innovación. Abarca tanto a las instituciones que producen el conocimiento científico y tecnológico tradicional y la base de conocimiento de sus industrias, como a la capacidad emprendedora de su público, de los sectores privados y de los valores cultivados en sus escuelas y universidades. En la nueva economía global, altamente competitiva, la

carga del rendimiento nacional depende ahora de la habilidad para configurar estos recursos de formas novedosas. Los sistemas de innovación nacional no ofrecerán lo que prometen a menos que se encuentren formas para gestionarlos, mejorarlos y extenderlos a través de redes de trabajo y de otras aventuras conjuntas que sean de colaboración en un momento dado, y de competencia en otro. Gestionar el sistema nacional de innovación se refiere esencialmente a desarrollar los recursos humanos. En consecuencia, sus directores tendrán que poseer habilidad para solucionar e identificar problemas y para la intermediación estratégica.

En este sentido, la ventaja competitiva radica sólo parcialmente en las bases de conocimiento propias de las empresas individuales. Debido a la necesidad de elegir ya desde el principio las configuraciones de diseño, estas bases de conocimiento tienden a ser entidades altamente estructuradas, y se hacen todavía más estructuradas a medida que el proceso de innovación sigue las líneas del éxito comercial. Las economías de alcance se encuentran en la posterior elaboración de esta base de conocimiento mediante la utilización creativa de los recursos de conocimiento mantenidos en parte por la propia empresa, pero también en parte por otras organizaciones. Como consecuencia de ello, los directores estratégicos realizan incursiones para llevarse el personal de otras empresas, se implican en redes y alianzas estratégicas y establecen acuerdos de colaboración con universidades y con las empresas consultoras del sector privado.

En el proceso de innovación siempre ha sido importante el acceso a una información exacta y actualizada. Pero, en el régimen emergente, el proceso de generación, adquisición y difusión de la información se verá más y más mediatizado por los sistemas de tecnología de la información. La velocidad de transmisión de la información ha aumentado. El uso de los ordenadores, la transmisión vía satélite, etcétera, permiten disponer instantáneamente del conocimiento de nuevos datos y descubrimientos científicos, del estado medioambiental, de los flujos y reflujos de las operaciones en el mercado de valores, del surgimiento de tendencias sociales y de nuevas preferencias de los consumidores. Buena parte de esa información se almacena en bancos de datos computarizados vinculados entre sí en nidos de redes entrelazadas. El acceso a esos bancos de datos se ha ampliado. Ya no se necesitan grandes organizaciones jerárquicas para crearlos o utilizarlos.

La participación en el creciente flujo de información significa algo más que tener ordenadores más potentes o acceso barato y fácil a las terminales. La competencia en la innovación está siendo redefinida en términos de la capacidad para solucionar problemas mediante la selección de

datos y habilidades relevantes y de su organización apropiada. Cuando la información es abundante, quizá demasiado, la competencia no se deriva de ser capaz de generar todavía más, sino de la percepción obtenida al disponer en formas novedosas lo que ya existe. Esto significa, cada vez más, conectar series de datos previamente independientes extraídos de diferentes bancos de datos. Esta noción de competencia puede llegar a definir el significado de lo «imaginativo». Si esta interpretación es correcta, surgirá un nuevo cuadro de especialistas como aquellos dedicados a solucionar e identificar los problemas, a los que nos hemos referido antes.

El efecto que tienen estos desarrollos consiste en difuminar las fronteras de las organizaciones, crear ambigüedad en cuanto al territorio adecuado de lo que es interno y lo que es externo. El trabajo de los directores ejecutivos, además de mantener las responsabilidades anteriores, se ha desplazado a lo largo de las últimas décadas de gestionar los recursos internos a gestionar las fronteras. Y su trabajo incluirá de modo creciente la gestión del ambiente externo. Esto no encuentra demostración más clara que en el ámbito de la producción de conocimiento. Quienes solucionan problemas, quienes los identifican y los intermediarios estratégicos tienen que trabajar constantemente con recursos de conocimiento mantenidos en otras organizaciones, como universidades, laboratorios gubernamentales, asesorías y otros negocios. Aunque hay muchas diferencias, los directores de educación superior empiezan a funcionar de un modo similar. Tienen que convertirse en socios activos dentro de un juego muy complejo de producción de conocimiento. Un elemento crucial de ese juego es la habilidad para retroceder y avanzar entre ambientes que en un momento dado son de colaboración y al siguiente pueden ser competitivos (véase el capítulo 3).

Nuevas dimensiones del control de calidad

Tal como hemos analizado en el capítulo 1, los sistemas de producción del conocimiento científico y tecnológico dependen fuerte e inherentemente del control de calidad. Mientras la ciencia fue un mercado relativamente simple e interno de productos bien conocidos, aunque novedosos (por ejemplo, los científicos), el control de calidad pudo depender y ser ejercido principalmente por los miembros de la élite científica, sobre una base bastante informal. El proceso se iniciaba ya con la educación y la selección de los estudiantes, y era controlado posteriormente a través del reclutamiento por parte de la comunidad científica y por parte

de sus élites, gracias a los mecanismos de revisión a cargo de los propios colegas.

Cuando el mercado se expandió y pasó a depender de la financiación externa, habitualmente estatal, este proceso informal de revisión por parte de los colegas no se vio sustituido, sino más bien suplantado por formas más burocráticas de control de calidad, ejercidas a través de comités, comisiones y diversos procedimientos. Se mantuvo la afirmación de excelencia científica como el criterio fundamental y avasallador para juzgar el conocimiento producido y, por tanto, al productor de ese conocimiento. En consecuencia, esta cadena se convirtió en un mecanismo importante para proteger la autonomía del sistema de la ciencia a la vista de las demandas planteadas por el Estado y/o la industria. Se estableció de hecho una tendencia hacia un procedimiento más rutinario y formalizado tanto *ex ante* como *ex post* de la evaluación. Pero, en la práctica, se mantuvo la dificultad de decidir acerca de las prioridades sobre la base de una clara distinción entre criterios internos y externos. Ahora ya se admite, en general, que los criterios internos de excelencia científica son necesarios *per se*, pero no constituyen un criterio suficiente de selección para establecer las prioridades de investigación. Ahora hay otros criterios que influyen sobre el sistema de financiación. Estos exigen, tanto en sí mismos como en combinación con otros criterios de selección, nuevos procedimientos para la evaluación. Por tanto, estas formas de evaluación necesitan abarcar muchas fases, al menos en principio, desde la producción de conocimiento, pasando por su comercialización, hasta su verdadero rendimiento en los diversos mercados, no todos ellos comerciales, puesto que se tienen que identificar aquellos puntos estratégicos de intervención que permitan ejercer el control de calidad e introducir los cambios que se requieran.

Complejidad tecnológica y volatilidad del mercado

De una forma similar, se necesitan nuevos procedimientos para establecer el control de calidad en la tecnología, tanto de los verdaderos productos, como de los procesos mediante los que se han fabricado. El problema no es principalmente técnico, o de encontrar la clase de métodos correctos o establecer los procedimientos adecuados. Se trata más bien de aprender a manejar la complejidad, de desarrollar procedimientos que dejen espacio para la planificación experimental y que preserven las oportunidades para la retroinformación, con objeto de permitir la intervención a tiempo para cambiar el curso de los acontecimientos, si ello

fuera necesario. Este problema se intensifica debido a la complejidad de la producción de conocimiento en el modo 2. Por ejemplo, los proyectos a gran escala dotados de un significativo componente tecnológico o científico, tienen que afrontar evaluaciones más o menos continuas. Así lo hacen las empresas y los gobiernos implicados en su gestión. El número de participantes en la producción de conocimiento va en aumento, como ocurre con el número de «centros» dedicados a abordar un problema concreto. Además, todo el proceso es sensible a los cambios que se producen inevitablemente en los ambientes social, económico y técnico. El resultado es volatilidad y una creciente incertidumbre.

Parece haber quedado atrás la época en que la planificación significaba la puesta en práctica, basada en la investigación de las operaciones, de una serie de pasos lineales y secuenciales con opciones incluidas y árboles de defectos. La conceptualización, selección y realización de opciones futuras se halla imbuida cada vez más de incertidumbres, o sólo se puede afirmar experimentalmente en el curso de la realización de la investigación. Por ejemplo, en el control masivo de las mujeres para detectar el cáncer de mama, no hay forma de mejorar la efectividad de los procedimientos de comprobación si no se empieza por alguna parte. Sin embargo, el principio puede no ser muy efectivo, o incluso ser contraproducente. Se necesitan muchos más acoplamientos sueltos para detectar posibles errores. Se tiene que introducir una serie de mecanismos de retroinformación, así como de control constante. La cuestión clave es que todas estas clases de procesos de control son esencialmente experimentales. La acumulación de incertidumbre o, por otra parte, de conocimiento contingente, es de tal calibre que no se puede tener en cuenta en el proceso inicial de planificación.

La creación de conocimiento cuando se persigue al mismo tiempo la producción y la evaluación ofrece un buen ejemplo de comercialización transversa. Bajo estas condiciones se está produciendo una nueva clase de conocimiento que, una vez creado, tiene una creciente demanda. Aunque es posible identificar de forma rudimentaria el núcleo de experiencia y habilidades, buena parte de ese nuevo conocimiento depende necesariamente mucho del contexto, por lo que probablemente sólo se lo encontrará en ciertas configuraciones. Este nuevo conocimiento es comercializable. La demanda del mismo demuestra la creciente volatilidad de los ambientes que surgen tanto dentro de la producción de conocimiento en el modo 2, como fuera de ella, en otros mercados, comerciales o políticos. La volatilidad de los mercados puede asumir ciertas formas características y hallarse sujeta, por ejemplo, a modas y manías, pero la volatili-

dad del ambiente, en general, es más un resultado de procesos vinculados a la internacionalización y globalización por un lado, y a las tensiones y desequilibrios inherentes en la producción de conocimiento del modo 2 por el otro. Si, por ejemplo, no se controla la competencia mediante acuerdos que permitan e incluso fomenten la cooperación, la situación no hace sino aumentar la volatilidad de los ambientes y producir la clase de desmoronamiento que aparece como una amenaza en la actual discusión sobre la escasa contribución de Japón a la ciencia básica. Si Japón no juega un papel más activo en la generación de la ciencia básica del mundo (es decir, si no demuestra más colaboración), algunas naciones pueden verse obligadas a comportarse de un modo más aislacionista (es decir, más competitivo) y negar a su vez el acceso a los resultados de la investigación apoyada públicamente. Cuando la investigación se produce cada vez más a nivel global, esta clase de discusiones no hacen sino aumentar la volatilidad del ambiente. El resultado inevitable es una disminución neta en la producción de conocimiento que hace más lento a su vez el ritmo de la innovación.

Producción de conocimiento en foros híbridos

El papel jugado por las controversias públicas tiene un interés particular por lo que se refiere a la generación de mercados para los conocimientos y las experiencias novedosas. Las controversias públicas crean lugares de encuentro para la discusión. Debido a que son muchos y muy diversos los actores implicados, estos lugares de encuentro se pueden considerar como foros híbridos. Frecuentemente, las controversias conducen al establecimiento de investigaciones sobre cuestiones de política pública, regulación y toda una serie de otros temas sociales y éticos. Se reúne el nuevo conocimiento, una parte del cual se basa en los resultados de desarrollos científicos y tecnológicos anteriores que se han convertido gradualmente en una causa de preocupación pública. Por ejemplo, las nuevas formas de conocimiento, como el análisis de riesgos, la valoración de la tecnología o el crecimiento de diversas especialidades en la ciencia medioambiental, son respuestas a la preocupación pública por la seguridad de edificios altos, a los efectos adversos del tráfico o a los efectos del calentamiento global de la tierra. Gracias a estas controversias, se desarrollan mercados para tecnologías alternativas y se establecen centros de atención para nuevas agendas de investigación (Cambrosio *et al.*, 1992). En estos foros híbridos no sólo existe una demanda de más conocimiento, sino también, como ya hemos indicado, una especificación de las con-

diciones bajo las que se llevará a cabo y cómo será evaluado. La producción de conocimiento en el modo 2 contiene, como un elemento intrínseco, una estructura lo bastante abierta como para acomodar estas crecientes demandas de responsabilidad social. El conocimiento en ciertos ámbitos, y particularmente en aquellos relacionados con los temas medioambientales y la elección entre opciones tecnológicas, se produce en estrecha asociación con las demandas de participación pública en la toma de decisiones a nivel internacional, nacional y local. La competencia por la experiencia socialmente distribuida en estos foros híbridos diversifica y expande por lo tanto su mercado.

El papel jugado por las controversias y por la creación de foros híbridos también se puede reinterpretar a la luz del aumento más general de la incertidumbre y la volatilidad del ambiente. Allí donde deja de funcionar la clase de procesos de planificación experimental descritos anteriormente, o donde estos no logran la aceptación social, pueden brotar controversias públicas. Estas son, por lo tanto, una respuesta a lo que ya ha ocurrido, pero también, en parte, procesos de aprendizaje a largo plazo basados en el experimento y la aplicación social.

Escala, alcance y el nuevo modo de producción de conocimiento

Ahora es posible presentar una visión general del proceso de producción de conocimiento. En primer lugar, tanto el conocimiento como los lugares de sus posibles aplicaciones experimentan un aumento a través de un proceso en el que se está difundiendo un nuevo modo de producción del mismo, el modo 2. La producción de conocimiento en el modo 2 se caracteriza por una más estrecha interacción entre los modos científico, tecnológico e industrial de producción de conocimiento, por el surgimiento de agrupamientos más o menos transitorios de expertos, agrupados a menudo alrededor de grandes proyectos de diversas clases, y por la ampliación de los criterios de control de calidad, así como por el aumento de la responsabilidad social. En segundo lugar, la producción de conocimiento en el modo 2 se ve emparejada, por el lado de la demanda, por el crecimiento de nichos de mercado para el conocimiento especializado. Este conocimiento se obtiene mediante la configuración y reconfiguración creativa de la competencia para satisfacer las sofisticadas necesidades de los consumidores. Aunque esta descripción no se aplique a empresas enteras, sobre todo si son grandes empresas que fabrican numerosos

productos, caracteriza las actividades relacionadas con la investigación que se lleva a cabo en ellas. También ayuda a explicar la creciente intensidad de la competencia. Y ese es precisamente el tercer elemento. La difusión de la producción de conocimiento en el modo 2 por un lado, y la diferenciación del mercado por el otro lado, está siendo impulsada por la intensificación de la competencia internacional. Esta competencia dinámica no se limita a reasignar los recursos existentes, sino que, a través de la experimentación, trata de descubrir configuraciones de conocimiento que permitan obtener una ventaja comercial y que ésta pueda conseguirse de una forma recurrente. Dentro de este proceso se crea nuevo conocimiento que proporciona la base para el siguiente conjunto de avances. La competencia dinámica es, en sí misma, una respuesta por parte de las naciones industriales avanzadas a la recuperación económica de muchos países desde el final de la Segunda Guerra Mundial; una respuesta a la difusión de las tecnologías de producción en masa basadas en economías de escala en un creciente número de países industrializados, y también una respuesta a la globalización de la competencia en la investigación y el desarrollo. Como resultado de todo ello, el lugar de la producción de valor añadido se ha desplazado a aquellas partes del proceso que exigen un conocimiento especializado que no se puede replicar fácilmente. Del mismo modo que el laboratorio científico fue la forma organizativa que alimentó las ideas y los inventos a través de los filtros de las economías de escala hasta llegar a las tecnologías de la producción en masa, también los agrupamientos transitorios de investigadores del modo 2 producen de forma creciente el conocimiento especializado que, a través de las economías de alcance, terminará por caracterizar a las industrias del conocimiento del futuro.

Referencias

- CAMBROSIO, A., LIMOGES, C. y HOFFMAN, E. (1992), «Expertise as a network: a case study of the controversies over the environmental release of genetically engineered organisms», en N. STEHR y R. V. ERICSON (eds.), *The Culture and Power of Knowledge: Inquiries into Contemporary Societies*, Nueva York y Berlín, Walter de Gruyter.
- CHANDLER, A. D., JR. (1990), *Scale and Scope: The Dynamics of Industrial Capitalism*, Cambridge, MA, Harvard University Press.
- DETOUZAS, M. L., LESTER, R. K. y SOLOW, R. M. (1989), *Made in America: Regaining the Productive Edge*, Cambridge, MA, MIT Press.

- DRUCKER, P. F. (1993), *Post Capitalist Society*, Oxford, Butterworth-Heinemann. (*La sociedad postcapitalista*, Madrid, Apóstrofe, 1993.)
- INFORME ROTHSCHILD (1971), *The Organisation and Management of Government Research and Development*, Cmnd. 4814, Londres, HMSO.
- MARTIN, B. R. e IRVINE, J. (1984), «CERN: past performance and future prospects I – CERN's position in world high-energy physics», *Research Policy*, 13, 183-210.
- PIORE, M. J. y SOBEL, D. F. (1984), *The Second Industrial Divide: Possibilities for Prosperity*, Nueva York, Basic Books.
- REICH, R. (1991), *The Work of Nations: Preparing Ourselves for 21st Century Capitalism*, Londres, Simon and Schuster.
- THUROW, L. (1992), *Head to Head*, Nueva York, William Morrow.
- WEBSTER, A. y EKTOWITZ, H. (1991), *Academic-Industry Relations: A Second Academic Revolution?*, Londres, Science Policy Support Group.
- WOMACK, J. P., JONES, D. T. y ROOS, D. (1990), *The Machine that Changed the World*, Nueva York, Maxwell Macmillan International.

3. Masificación de la investigación y de la educación

Resumen

Después de la Segunda Guerra Mundial, todos los países industrializados han experimentado un rápido crecimiento en el desarrollo de una educación superior masificada. En este capítulo exploramos algunas de las características más sobresalientes que ha asumido el alto nivel de participación en la educación secundaria y superior formal, y algunas de las consecuencias que ello ha tenido para los sistemas de educación superior. Se han observado otros cambios en el carácter y en las aspiraciones del cuerpo estudiantil, en el currículum, en los modos de gobernación, en las relaciones entre estudiantes y profesores, en las formas de financiación y en las relaciones de las universidades con otras instituciones de la sociedad. Además, la expansión de la educación superior masificada ha empezado a afectar a muchas otras instituciones de la sociedad, contribuyendo a realizar el trabajo básico para una mayor difusión a lo largo de toda la sociedad, especialmente del conocimiento y de las habilidades técnicas y científicas. La educación superior masificada también ha creado un creciente mercado para nuevos productos comerciales, además de apuntalar la amplia distribución de la iniciativa y la innovación en la economía. Otro efecto ha sido el de la creación de un mercado para la educación continua, y un aumento de la capacidad de la fuerza laboral para responder al rápido cambio tecnológico.

El crecimiento de las pautas de masificación en la investigación se parece y difiere a un tiempo del que ha ocurrido en la educación. La mayor parte de la investigación sigue siendo considerada como una actividad de élite, aunque sea llevada a cabo por gran número de personas, y exija una socialización intensa en una disciplina académica. Pero las nuevas pautas de investigación en el modo 2 que emergen en y junto a las universidades, se hallan relacionadas con el proceso de masificación de la educación superior y son un vástago de la misma. Suponen el establecimiento de estrechas

relaciones de trabajo entre personas situadas en instituciones diferentes, e incluye típicamente a personas relacionadas con el mundo de los negocios, a abogados especializados en el derecho de patentes, a ingenieros de producción y otros especialistas situados fuera de la universidad. La investigación en el modo 2 también exige diferentes pautas de financiación para la investigación tradicional basada en la disciplina. A la zaga de todos estos desarrollos, ha surgido toda una serie de nuevas disposiciones institucionales, que vinculan de diferentes formas al gobierno, la industria, las universidades y los grupos privados de asesoramiento. La investigación tradicional, basada en la universidad, se ha visto amenazada de forma notable por la invasión de la industria y por la mentalidad de generación de beneficios.

En la sección principal de este capítulo, identificamos diez cambios que han acompañado a la masificación de la educación superior. Empiezan con una diversificación de funciones de la universidad, que puede ir desde la investigación más especializada hasta la clase de formación más utilitaria. Como consecuencia de ello, la distinción entre el núcleo de la institución y la periferia es ahora menos clara. Lo que también ha cambiado espectacularmente es el perfil social de las poblaciones estudiantiles. En las ciencias humanas y sociales, este cambio ha tenido una influencia a veces poderosa sobre la reconfiguración del contenido intelectual de los currículos. Los sistemas de educación superior también han mostrado tendencia a no verse ya dominados por las artes y las ciencias, temas a los que se ha superpuesto la educación para las profesiones y para la formación profesional. Al mismo tiempo, sin embargo, las instituciones de educación superior se han inclinado hacia la investigación en su orientación básica, aumentando aún más las tensiones ya existentes entre enseñanza e investigación. Pero, junto al creciente puesto destacado que ocupa la investigación, ha tenido lugar un cambio igualmente importante. El énfasis se ha alejado de la investigación libre para centrarse más en la solución de problemas y, más en general, en la dirección de la investigación orientada hacia los problemas. También se ha producido un extendido declive que ha pasado desde la producción primaria de datos e ideas a las reconfiguraciones de datos y aportes capaces de producir nuevos resultados. Otro cambio se refiere a la ampliación de la responsabilidad. Los profesores universitarios ya no disfrutaban de un alto estatus, y las universidades forman parte de una red más grande y densa de instituciones de conocimiento, que se extiende hasta la industria, el gobierno y los medios de comunicación. Una cuestión abierta se refiere al futuro papel de la tecnología en la enseñanza, es decir, hasta qué punto se llevará a cabo la enseñanza también a larga distancia, a través de los ordenadores, los vídeos y la televisión. En último término, aunque no por ello menos importante, observamos un cambio decisivo hacia fuentes múltiples de financiación para la educación superior, cuyas consecuencias pueden seguir va-

rias direcciones diferentes. El último de los diez cambios se relaciona con el desarrollo organizativo de la universidad moderna. Las facultades, por ejemplo, se han convertido en grandes centros administrativos, antes que intelectuales, mientras que la verdadera unidad académica se encuentra ahora en el curso o en el equipo de investigación. La especialización ha llevado a las universidades a abandonar la mayoría de las aspiraciones morales y culturales que trascienden la acumulación de la experiencia intelectual y profesional. Aquí exploramos las consecuencias de estos cambios para el acceso masivo a la educación superior.

Las nuevas disposiciones institucionales de las instituciones de enseñanza superior y los nuevos lugares de producción de conocimiento en lo que ha dado en llamarse la universidad ampliada, han conducido a la adopción de modelos de gestión más efectivos. En ellos, y a diferencia de lo que sucedía en las antiguas universidades, la planificación estratégica ya no se ve inhibida por el gobierno colegial, ni por decisiones duras ofuscadas por la necesidad de asegurarse un consenso. Estas disposiciones también prometen una mayor flexibilidad en las respuestas. Este rechazo parcial de la colegialidad ha inducido a la universidad a acercarse más a un modelo de gestión similar al de la gran empresa. Las grandes empresas privadas han adoptado a su vez algunos de los principios de la colegialidad. Sin embargo, la actual revolución de la gestión que se está produciendo en la universidad forma parte de una paradoja. Precisamente cuando la universidad se ha convertido en una institución centrípeta más eficiente, el conocimiento producido por la misma se ha hecho más incoherente y centrífugo. La desintegración y la reorganización de la producción de conocimiento dentro de la universidad puede adoptar varias formas, también contradictorias, que exploraremos más adelante.

Así pues, la educación superior continúa su transformación, impulsada por cambios en la producción del conocimiento y en las pautas de diseminación. La masificación de la educación superior también forma la base a partir de la cual pueden surgir industrias del conocimiento, en contraste con las industrias basadas en el conocimiento. Para esta clase de nuevas industrias el conocimiento es el artículo con el que comercian. El sistema de la educación superior proporciona un flujo continuo de personal formado para la industria, aumenta el nivel general de familiaridad con la ciencia y la tecnología a lo largo y ancho de la sociedad. El resultado es una multiplicación del número de lugares donde la investigación se ha convertido en una actividad reconocible y profesional. Este proceso, sin embargo, lleva consigo su propia inestabilidad. Muchos graduados continúan desarrollando habilidades especializadas fuera de las universidades y se encuentran ahora en posición de comprender lo que están haciendo los investigadores universitarios. En el futuro, las universidades abarcarán sólo una parte del

sector que produce el conocimiento, y ya no se encontrarán en una posición lo bastante fuerte como para determinar lo que debe considerarse como excelente.

Con la intensificación de la competencia económica internacional, aumentan las preocupaciones acerca de si se obtiene suficiente beneficio económico de la investigación universitaria, lo que se ve a menudo como una cuestión de transferencia de tecnología. Actualmente se multiplican los mecanismos de transferencia, se desarrollan rápidamente los programas de vinculación entre las universidades y la industria, crece el patrocinio industrial de la investigación, y las universidades participan de un modo creciente en el desarrollo regional. En la producción de conocimiento en el modo 2, también cambia la naturaleza de la transferencia de tecnología, de tal modo que la vieja visión de una transferencia lineal se está viendo sustituida por una noción más interactiva. Si el intercambio de tecnología pasa de la periferia de la universidad a su centro, es muy probable que genere una serie de cambios significativos, que exploramos brevemente hacia el final del capítulo.

El desarrollo de la educación superior masificada en las sociedades industriales modernas después de la Segunda Guerra Mundial, mostró un rápido crecimiento de matriculaciones, tanto en números absolutos como en la proporción del tradicional grado de edad. Eso se vio precedido o acompañado por un gran incremento en el número de alumnos jóvenes, procedente primero de la clase media y después de la clase media baja y de la clase obrera, a los que se permitió e incluso se animó a continuar sus estudios secundarios después de haber alcanzado la edad de transferencia al sector productivo. Eso exigió, en casi todas partes, introducir una reforma de la educación secundaria, y crear una escuela secundaria global en lugar, o junto a las escuelas secundarias tradicionales de élite. Una creciente fracción de esta población nueva tuvo la oportunidad o se vio motivada para calificarse, con el propósito de ingresar en alguna forma de educación superior, ya fuera pasando los exámenes de ingreso (como por ejemplo los exámenes de nivel A en el Reino Unido), o bien obteniendo el requisito del certificado de aprobación escolar (como por ejemplo el *baccalaureat* en Francia).

Por detrás de este gran aumento de la participación en la educación secundaria y superior formales, hubo una serie de fuerzas más o menos independientes: la democratización de la política y de la sociedad que siguió a la Segunda Guerra Mundial; el crecimiento del sector público, que exigió más trabajadores de cuello blanco y graduados universitarios; una creciente economía industrial que empleó a trabajadores más altamente

capacitados y educados; la difundida convicción de que el fomento del desarrollo económico dependía de la mano de obra educada, y especialmente de los científicos e ingenieros; y, finalmente, el atractivo mismo de la educación como un importante elemento del nuevo estado del bienestar, que mantiene y legitima a las sociedades democráticas.

El crecimiento en el número de estudiantes que buscan una educación de tipo universitario tuvo una serie de consecuencias para los sistemas de educación superior. En primer lugar, se produjo un crecimiento en las viejas universidades de élite; vino a continuación la creación de nuevas universidades para atender la creciente demanda; se produjo después la expansión de formas no universitarias de educación postsecundaria que ofrecían titulaciones diferentes, o incluso ninguna titulación, y finalmente se produjo la asimilación de los nuevos sectores dentro del sistema que concedía las titulaciones, así como la inclusión, tanto en las viejas como en las nuevas universidades, de nuevas facultades y departamentos que representaban asignaturas anteriormente excluidas de las mismas, preparando así a los estudiantes para nuevas profesiones o semiprofesiones.

Todo esto supuso cambios en el carácter y en las aspiraciones del cuerpo estudiantil, en el currículum, en los modos de gobernación, en la relación entre estudiantes y profesores, en las formas de financiación y en las relaciones de las universidades con otras instituciones de la sociedad. Durante este período, todas las formas de educación superior admitieron a más estudiantes de primera generación procedentes de los estratos sociales más bajos, muchos de los cuales fueron estudiantes de edad madura, que permanecieron más tiempo en las instituciones, preparándose para algo más que para desempeñar el viejo puesto de funcionario o las antiguas profesiones; se trató a menudo de estudiantes casados, con trabajos en el exterior y con menores expectativas de que una titulación pudiera garantizarles el derecho a asegurarse una carrera profesional. Después de alguna resistencia, el currículum empezó a reflejar este cambio de naturaleza en el cuerpo estudiantil y en sus intereses culturales y ocupacionales. Mientras tanto, las formas más antiguas de la élite de la educación superior sobrevivieron junto con las más recientes formas masificadas, ya fuera en asignaturas de élite, en la medicina, el derecho, las lenguas clásicas, los seminarios avanzados o los estudios de postgrado.

Las nuevas instituciones de educación superior masificada han empezado a afectar a todas las demás instituciones de la sociedad, tanto al crear grandes poblaciones de científicos e ingenieros que se han distribuido a lo largo de la economía y han empezado a desempeñar trabajos antiguamente realizados por técnicos, como al producir un creciente número de

graduados no técnicos que transforman los puestos de trabajo antiguamente ocupados por no graduados. La educación superior masificada también ha creado un creciente mercado para nuevos productos culturales de todo tipo, y una población votante preparada para apoyar la posterior expansión de la propia educación superior y de aquellos aspectos del estado del bienestar que emplean a sus graduados y sirven a sus intereses. El sistema de la educación superior también ha apuntalado una más amplia distribución de iniciativas e innovaciones en la economía en diversos países, pero particularmente en Estados Unidos, lo que ha permitido el crecimiento explosivo de pequeñas industrias de servicios y de alta tecnología.

Entre los efectos más significativos de la educación superior masificada, que tiene una importancia especial para la distribución del conocimiento, se encuentra el gran aumento que se ha producido en el mercado de la educación continua, lo que ha conducido al surgimiento de una sociedad de la enseñanza, en la que es posible estudiar durante toda la vida, así como asistir a cursos de formación y reformación, que una gran parte de la población percibe ya como garantizada. Esta predisposición para aprender, aumenta mucho la capacidad de una fuerza laboral para responder al rápido cambio tecnológico y es al menos tan importante como las innovaciones que lo apoyan, o como los mercados competitivos que lo impulsan. En este sentido, al menos, se ha comprendido la lección de la historia; una fuerza laboral de artesanos organizados alrededor de hábitos y habilidades tradicionales es el enemigo del cambio tecnológico, del mismo modo que la educación continua es su amigo.

En las sociedades industriales avanzadas, la educación y la formación tienen la tarea paradójica de preparar a la gente para desempeñar trabajos difíciles de forma competente, al mismo tiempo que induce a las personas a aceptar que tendrán que cambiar sus trabajos y habilidades con rapidez y frecuencia. Eso les exige poseer no sólo la formación y las habilidades y hábitos adecuados, sino también que se les inculquen actitudes sociales positivas hacia el cambio. Podemos ver claramente ambas cosas en sectores de la población que no los poseen, como por ejemplo los obreros de las industrias pesadas tradicionales, o los mineros, que se han enorgullecido de sus habilidades en una ocupación de clase obrera valorada, que se mantiene durante toda la vida. Esos obreros, muchos de los cuales se encuentran ahora en las listas de parados de larga duración, han sido las verdaderas víctimas del rápido cambio social, como lo han sido sus comunidades ocupacionales. La moderna educación superior masificada enseña a la gente a no entregarse demasiado estrechamente a una sola ocu-

pación o conjunto de habilidades. Prepara a las personas para la probabilidad de que ambas cosas puedan cambiar con frecuencia, y les enseña que deben viajar con rapidez. Para hacerlo, se tiene que poseer ilustración, tanto en las habilidades como en las actitudes. La única habilidad que no se queda obsoleta es la de aprender nuevas habilidades. Esta dinámica de la educación superior debilita muchos lazos sociales y vínculos institucionales que, si no cambian, dificultarán la movilidad social, ocupacional y geográfica. Pero esos cambios también han debilitado los lazos familiares, con consecuencias todavía no desveladas para la estructura caracteriológica de la segunda generación de hombres y mujeres postindustriales.

El crecimiento de las pautas de masificación en la investigación se parece y difiere a la vez de las existentes en la educación. Para empezar, la investigación es, de forma inherente, una actividad de élite, incluso cuando la lleva a cabo un gran número de personas. Es realizada en su mayor parte por personas que han tenido una educación superior de élite, al menos en sus estudios de postgraduado. En el pasado, el reconocimiento de la competencia para investigar surgió a partir de una intensa socialización en una disciplina académica. La mayor parte de la investigación sigue conservando su carácter, pero las nuevas pautas de investigación en el modo 2, que surgen en y junto a las universidades, se hallan relacionadas ahora con la masificación de la educación superior y son un resultado de la misma. Estas nuevas formas de investigación suponen estrechar las relaciones de trabajo entre personas situadas en diferentes instituciones, no todas las cuales necesitan ser investigadores. Se producen, por tanto, frecuentes interacciones entre científicos investigadores que trabajan en la universidad y personas relacionadas con el mundo de los negocios, con capitalistas de empresas de vanguardia, con abogados especializados en el derecho de patentes, con ingenieros de producción y también con ingenieros y científicos de investigación que trabajan fuera de la universidad.

La misma investigación forma parte, con mayor probabilidad, de un programa nacional dirigido hacia la consecución de algún objetivo socio-técnico, que puede haber surgido originalmente a partir de una línea de investigación académica. En consecuencia, es muy probable que sea sensible a sus posibilidades comerciales, y puede verse iniciada o desarrollada a partir de la toma de conciencia de tales posibilidades. Quizá no se informe de la misma de una forma tradicional, a través de conferencias y publicaciones científicas, y quede confinada a informes que sólo circulan entre los patrocinadores comerciales; puede suponer el tener que compartir instalaciones y tecnología de tipo académico e industrial; es muy

probable que sea transdisciplinar y que sea realizada por personas de lealtades disciplinares e institucionales ambivalentes.

Este estilo de investigación tiene consecuencias visibles para el conjunto de la sociedad y plantea problemas éticos y políticos que exigen a su vez la intervención de personas con formación o sensibilidad especial hacia estos temas, tanto en la generación de los programas de investigación como en su evaluación. Como consecuencia de ello, los científicos sociales participan cada vez más y de forma directa en los equipos de investigación. La investigación en el modo 2 exige pautas de financiación diferentes a las que se aplican en la investigación tradicional basada en la disciplina. Depende menos de la financiación del gobierno central o de fundaciones sin ánimo de lucro, y bastante más de las empresas, industrias y grupos de presión social directamente implicados, aunque el gobierno central puede añadir su dinero al de las universidades y la industria privada en el caso de que quiera fomentar la investigación en ámbitos específicos.

La conducta de la investigación en el contexto de aplicación, así como su naturaleza de distribución significan que la ciencia contemporánea no puede permanecer fácilmente encerrada en los confines de los departamentos universitarios o de los centros académicos. Esto está conduciendo al surgimiento de toda una serie de nuevas disposiciones institucionales, que vinculan de formas diferentes al gobierno, la industria, las universidades y los grupos privados de asesoramiento. La tradición de la investigación basada en la universidad se ve amenazada por la invasión de la industria y por la mentalidad y los valores de ésta, tendentes a la obtención de beneficios. Por otro lado, los investigadores situados en países con tradiciones de investigación no universitaria experimentan la necesidad de vincular más estrechamente sus instituciones investigadoras con las universidades, para estar más abiertos a la innovación y a la competencia intelectual. El movimiento que se ha producido en la investigación, que ha pasado desde la universidad a otras formas de organización en las que la universidad sólo es otro participante más, encuentra un paralelismo en la formación académica. Al margen de las instituciones educativas establecidas se ha desarrollado una industria del conocimiento que mueve miles de millones de dólares, respondiendo así de modo más directo y con frecuencia más efectivo a las necesidades de la industria y del mercado de trabajo. Eso está conduciendo a la erosión del monopolio del que han disfrutado las universidades a la hora de ofrecer formación académica y de otorgar titulaciones educativas que constituyan una buena moneda de cambio en el sector privado.

Pautas de masificación en la educación superior

Actualmente está en marcha una profunda transformación de la producción de conocimiento tanto dentro como fuera de las universidades, que depende y contribuye a un mismo tiempo a la masificación progresiva de la educación superior. En esta sección identificaremos los principales elementos de esa transformación, con la intención de destacar cómo afectan probablemente a la producción de conocimiento, no sólo en las ciencias y la tecnología, sino también en las ciencias sociales y las humanidades. La masificación de la educación superior, que se ha producido en la mayoría de los países industrializados, se ha visto acompañada por diez cambios.

Diez cambios

Diversificación de funciones. En la mayoría de los sistemas de educación superior, la educación subgraduada y la formación postgraduada se han hecho comparativamente menos importantes, a medida que se han destacado otras actividades, como el estudio a tiempo parcial y la educación continua de profesionales maduros. Las universidades atienden cada vez más a una creciente variedad de funciones, que van desde la investigación más abstracta hasta la fuerza de formación más utilitaria. El resultado ha sido que la distinción entre el núcleo de una institución y su periferia se ha hecho menos clara. Algunas funciones y actividades tradicionales, como las asociaciones de estudiantes y sus actividades culturales, se encuentran situadas ahora más en la periferia que en el núcleo. La misión total de la educación superior se ha hecho más borrosa y diversa, más difícil de definir y defender.

Perfil social de las poblaciones estudiantiles. Los estudiantes ya no son predominantemente varones, y no proceden tampoco, mayoritariamente, de las clases medias altas y profesionales, del mismo modo que tampoco están destinados a ocupar puestos de élite en la sociedad y la economía. En lugar de eso, proceden ahora de una base social mucho más amplia, el equilibrio entre los sexos es más igualitario, y la mayoría de los graduados pasan a ocupar ahora no puestos de liderazgo, sino que se unen al vasto cuadro asalariado de mandos intermedios de los servicios públicos y de las grandes empresas privadas. A medida que la educación superior se convierte en una experiencia más común, los estudiantes se alejan con menor frecuencia de sus familias y hogares. En lugar de eso, se quedan a

menudo donde están, y enriquecen sus vidas en sus propias comunidades, en lugar de servir de refresco a las élites metropolitanas. El mayor equilibrio existente entre mujeres y hombres, combinado con el crecimiento del feminismo, ha ejercido una poderosa influencia en la reconfiguración de los perfiles intelectuales de muchas personas, especialmente en las ciencias humanas y sociales. Esto constituye un buen ejemplo de cómo el cambiante perfil social de la educación superior tiene efectos radicales sobre lo que sus miembros piensan que vale la pena estudiar y enseñar. La democratización en cuanto a los orígenes y los destinos de los graduados también significa que las habilidades nucleares y los valores liberales de la educación superior están siendo reinterpretados de formas diferentes por parte de grupos que aportan a la universidad las corrientes y conflictos culturales y políticos del conjunto de la sociedad. A medida que la producción de conocimiento se aleja de la universidad, para acercarse al conjunto de la sociedad, penetra en los diversos valores de ésta. Estas dos tendencias hacen cada vez más borrosas las fronteras de la universidad.

Educación para las profesiones. Los sistemas modernos de educación superior ya no se ven dominados por las artes y las ciencias. A estos temas nucleares se les han superpuesto las capas de la educación profesional, primero por parte de las profesiones liberales, luego por parte de las profesiones técnicas, y principalmente de las numerosas ramas de la ingeniería y de las ciencias técnicas que acompañaron a las sucesivas oleadas de industrialización, incluida la última oleada de las ciencias de la información; llegaron después las profesiones asistenciales, estimuladas por el crecimiento del estado del bienestar, y más recientemente por el nuevo impulso de las profesiones empresariales, centradas en los negocios, la dirección y la contabilidad. La siguiente oleada bien puede ser la de las ciencias medioambientales. Los efectos intelectuales del cambio de la educación liberal a la formación profesional se han observado a menudo, pero es posible que sus efectos acumulativos sólo empiecen a ser decisivos ahora en la reconfiguración de la educación superior.

Tensiones entre enseñanza e investigación. Paradójicamente, y aunque la educación superior se ha movido hacia un sistema masificado de enseñanza de gran número de estudiantes, su orientación fundamental se ha inclinado hacia la investigación. Se considera que el producto de las instituciones de élite es el conocimiento, en forma de publicaciones científicas y de instrumentos tecnológicos, antes que en el modo de formar a las

mentes jóvenes. La mayoría de profesores, incluso los pertenecientes a instituciones que no forman parte de la élite, han reconfigurado en consecuencia sus ambiciones profesionales. La aceleración de la producción de conocimiento en la empresa investigadora sirve para destacar el carácter provisional de todo conocimiento. Resulta cada vez más difícil mantener un currículum subgraduado coherente, lo que debilita aún más la preocupación tradicional de las universidades por aportar mentes debidamente formadas a la sociedad.

Crecimiento de la investigación orientada hacia los problemas. Junto a la creciente importancia de la investigación, se ha producido un cambio igualmente importante en cuanto a su carácter. Se ve cada vez menos impulsada por la curiosidad, y está cada vez menos financiada por presupuestos generales que la educación superior pueda gastar libremente como quiera; se desarrolla más y más en forma de programas específicos, financiados por instituciones externas con propósitos definidos. Este cambio también se ve reflejado en un cambio de la visión de la investigación universitaria. El énfasis se ha alejado de la investigación libre, para centrarse en la solución de problemas, prestando quizá muy poca atención a la definición y articulación de los problemas. También se ve reflejado en una cambiante economía de la investigación; los proyectos se ven limitados por especificaciones de un equipo tecnológico cada vez más caro, así como por las habilidades especializadas de los investigadores. Resulta difícil obtener apoyo para una investigación que no sea consciente de los costes, lo que conduce a una racionalización del empleo de equipo y personal. El resultado es una restricción, tanto actual como intelectual, impuesta sobre las posibilidades de investigación, y que supone su concentración sólo en ciertos lugares.

Declive de la producción de conocimiento primario. En muchos campos de la investigación, el énfasis se ha desplazado desde la producción primaria de datos e ideas a su configuración en pautas novedosas y a su diseminación hacia diferentes contextos. Una razón que explica este fenómeno es que la investigación primaria se ha hecho muy cara porque exige acceso a equipo sofisticado y a un personal muy experto. En las ciencias sociales y las humanidades se ha producido un alejamiento de las monografías, que son más costosas, para acercarse más a las obras de síntesis, más fáciles de producir. Otra razón que lo explica es que las avanzadas tecnologías de la información permiten que los resultados de la investigación sean accesibles y ubicuos con mayor rapidez. Los investigadores ac-

tivos ya no necesitan agruparse físicamente en los lugares de producción del conocimiento primario. Finalmente, la reconfiguración del nuevo conocimiento puede ser, desde el punto de vista intelectual, un proceso tan excitante como la producción primaria.

Ampliación de la responsabilidad. Otro cambio en la educación superior es que ha pasado de estar dirigida hacia el interior a estar dirigida hacia el exterior, no en el sentido de la célebre caracterización que hizo David Riesman del Estados Unidos de la postguerra, sino en relación con la autoimagen de las universidades como instituciones autónomas. En buena medida, se percibieron a sí mismas como instituciones autocontenidas y autoreferenciales. Esta visión todavía se ve reflejada en ciertas prácticas, como la revisión por parte de los colegas y la posesión vitalicia del puesto académico. Los profesores universitarios disfrutaron en otro tiempo de un alto estatus social. En la actualidad, la educación superior aparece bajo una luz diferente. Las universidades forman parte de una red de instituciones de conocimiento que es mucho más amplia y densa, y que se extiende hasta la industria, el gobierno y los medios de comunicación. Han visto reducidas tanto su autonomía como su posición de monopolio. Eso se ve reflejado en la disminución del estatus social de los profesores de educación superior, así como en sus relaciones con otros grupos profesionales y con el mercado. El conocimiento se genera ahora a través de la sociedad, antes que en instituciones autocontenidas.

Tecnología para la enseñanza. A los antiguos estudiantes se les enseñaba en aulas y laboratorios, con el profesor delante y formando, idealmente, pequeños grupos. En el futuro, es muy probable que se les enseñe también mediante ordenadores, vídeos, televisión y a distancia. Un resultado de ello bien pudiera ser que la educación subgraduada se transforme, para mejorar, si la nueva tecnología estimula el aprendizaje independiente, y para empeorar si crea un ambiente alienado y antihumano, o conduce a formas mecánicas de aprendizaje. Otro resultado puede ser el de debilitar aún más los ya de por sí débiles vínculos entre enseñanza e investigación. La enseñanza y la investigación pueden darse en lugares diferentes, y ser financiadas desde fuentes separadas. Intelectualmente, pueden crecer separadamente debido a que la enseñanza asistida por la tecnología necesita estar altamente estructurada, mientras que la investigación se ocupará cada vez más de un conocimiento indeterminado.

Fuentes múltiples de financiación para la educación superior. Aunque el Estado sigue siendo la fuente predominante de financiación de la educa-

ción superior en la mayoría de los países altamente industrializados, lo más probable es que la financiación a base de subsidios en bloque se vea sustituida por un enfoque dirigido más hacia la consecución de objetivos concretos, especialmente en la investigación y en la educación subgraduada, mediante la asignación de mecanismos que imiten al mercado. Al mismo tiempo, los ingresos no estatales serán cada vez más importantes, y será el propio Estado el que fomente ese cambio. Estos cambios en las pautas de financiación tendrán como resultado importantes consecuencias intelectuales que reforzarán la separación entre investigación y formación. El objetivo de la financiación de la investigación conducirá probablemente a una investigación más orientada hacia el cumplimiento de misiones. Por otro lado, el mayor pluralismo de la financiación también contribuirá a crear una mayor diversidad intelectual, contrarrestando quizá otras tendencias prevaletentes.

La eficiencia y el ethos burocrático. El último de los diez cambios en la educación superior es el menos tangible, pero quizá sea el más importante. Tiene dos aspectos. El primero de ellos es el proceso fácilmente comprensible de la especialización y la fragmentación que ha acompañado hasta ahora a la división y subdivisión del conocimiento. Este fenómeno cognitivo ha marcado el desarrollo organizativo de la universidad moderna. Las facultades se han convertido en categorías organizativas, antes que intelectuales; incluso los departamentos se ven como grandes unidades administrativas, en lugar de como centros intelectuales. La verdadera unidad académica es ahora el curso o el equipo de investigación. El segundo aspecto se relaciona con la presión de una especialización implacable, que ha conducido a las universidades a abandonar la mayoría de las aspiraciones morales y culturales que trasciendan a la acumulación de experiencia intelectual y profesional.

Consecuencias para el acceso masivo

Tomados en conjunto, estos diez cambios estimularán probablemente una mayor demanda de acceso a la educación superior. Subrayan tendencias experimentadas rutinariamente por estudiantes, profesores universitarios, administradores e investigadores, por igual. El alejamiento de una población estandarizada de subgraduados no es nuevo. Ingresar en la educación superior se está convirtiendo rápidamente en algo tan automático como permanecer en la escuela después de pasar por la educación obligatoria. Es irreversible el cambio del perfil del estudiante, que se aleja

de los varones de clase media para acercarse a una población estudiantil más equilibrada en términos de género y clase.

Tampoco se invertirá el cambio desde las artes y ciencias tradicionales hacia los cursos vocacionales, aunque los estudiantes de mañana tengan ambiciones más difusas o ninguna. Los cursos vocacionales pueden asumir algunas de las funciones generales previamente realizadas por los cursos académicos. En otro tiempo, los estudiantes eran socializados en la cultura intelectual prevaleciente a través de los clásicos, y más recientemente a través de la historia o la economía. Ese mismo papel puede cumplirse de un modo similar en el futuro a través de los estudios empresariales, teñidos quizá con un matiz económico, en los que se combinen los dos grandes entusiasmos actuales: el de la empresa y el del medio ambiente.

El desplazamiento desde la enseñanza a la investigación se verá complicado probablemente por el movimiento hacia un mayor acceso masivo. La cientificación de las nuevas asignaturas, al proporcionarles bases de investigación respetables, continuará estimulando la investigación. La incorporación de nuevas instituciones a la universidad ampliada puede estimular sus ambiciones investigadoras, en forma de una investigación en la acción vinculada con la enseñanza y con la práctica profesional. No obstante, la necesidad de concentrar la financiación para la investigación, especialmente en el segmento de costes elevados, fomentará el surgimiento de instituciones dedicadas principalmente a la enseñanza.

Pero el cambio en las prioridades impulsadas por la curiosidad hacia las prioridades impulsadas por la solución de problemas en la investigación, y el declive de la producción de conocimiento primario, se verá todavía más estimulado por el crecimiento de un sistema masificado de educación. También sucederá lo mismo con el desplazamiento desde una autonomía referencial de las universidades hacia la concesión de un mayor énfasis a la responsabilidad, dentro de una red más densa de otras instituciones de conocimiento. Cuando los sistemas educativos incluyan a otras instituciones y agencias públicas y privadas, con funciones más mundanas, será más difícil mantener los privilegios especiales a los que pudo aspirar la educación superior cuando todavía se hallaba dominada por las universidades tradicionales.

Los cambios ocurridos en la pauta ahora predominante de la educación subgraduada, la difusión de las nuevas tecnologías de la enseñanza, sobre todo en Estados Unidos, y el declive relativo de la enseñanza en pequeños grupos y delante del profesor, también se verán estimulados probablemente por el acceso masivo, debido sobre todo a cuestiones de costes. Sigue abierta la cuestión de en qué medida entrarán las nuevas tecnologías

a formar parte de la educación superior y cómo se mezclarán con las formas de enseñanza más tradicionales.

En un sistema de más amplio acceso, también se acelerará el movimiento hacia la financiación plural. La mayoría de los gobiernos fomentan a las instituciones educativas para que obtengan ingresos privados adicionales y todos los gobiernos han tenido que reinterpretar sus responsabilidades para con la educación superior. Estas ya no se ven principalmente en términos fiduciarios, como una obligación de interés público por mantener un saludable sistema de educación superior por razones científicas, culturales y cívicas. En lugar de eso, los gobiernos se consideran cada vez más como el cliente más grande y poderoso, que compra puestos de enseñanza para los estudiantes y encarga investigaciones útiles. A primera vista, parece que esta tendencia va a continuar, a medida que el sistema se mueve hacia el acceso masivo. Pero también se puede argumentar que cada vez será más difícil definir la educación superior en términos de cliente-contratista, a medida que ésta asuma algunas de las características universales que poseen la escuela obligatoria y la educación y la formación casi obligatoria. Entonces volverá a aumentar la presión para satisfacer expectativas menos utilitarias y para recuperar algo de su calidad cívica perdida.

La transición será un proceso muy complejo. En lugar de producirse un solo flujo fuerte, habrá corrientes cruzadas, remolinos e incluso resacas. La masificación no conduce directamente a un buen mundo nuevo o a un gran mundo malo; sus consecuencias son ambiguas. Explicar estas tendencias exclusivamente en términos socioeconómicos, políticos y organizativos, como suele ser el caso, conduce a la incapacidad para reconocer su complejidad y su ambigüedad inherentes. Raras veces se examinan estos elementos en relación con el desplazamiento de los valores intelectuales y con las construcciones alteradas del conocimiento. Cualquier análisis que se haga de las instituciones de educación superior, debe basarse tanto en una perspectiva desde el interior, lo que afecta a la naturaleza científica del conocimiento, como en una perspectiva desde el exterior, es decir, desde las presiones ejercidas y las expectativas abrigadas por el conjunto de la sociedad.

Colegialidad, gestionabilidad y fragmentación del conocimiento

Ya no se puede considerar el conocimiento como discreto y coherente, con su producción definida por reglas claras y gobernado por rutinas

establecidas. En lugar de eso, se ha convertido en una mezcla de teoría y práctica, de abstracción y agregación, de ideas y de datos. Las fronteras entre el mundo intelectual y su ambiente se han hecho difusas, en la medida en que la ciencia híbrida combina elementos cognitivos y no cognitivos en formas novedosas y creativas. En el orden socioeconómico se han producido cambios similares, debido en parte al impacto de la tecnología. Las organizaciones grandes y rígidas se han visto arrolladas por los nuevos medios de comunicación y producción que ahora son más frágiles y menos formales. El impacto de la postindustrialización ha reflejado y reforzado el desplazamiento hacia la confusión en el mundo intelectual.

En esto, la masificación de la educación superior es un fenómeno clave. Para comprender el conocimiento, es necesario comprender las instituciones en las que se produce. La universidad, o más exactamente la universidad ampliada, sigue siendo la más importante de estas instituciones. Pero la universidad tradicional, dedicada principalmente a la formación de élites académicas y profesionales y a la investigación pura, sólo es ahora una pequeña parte de la difusión de la educación superior y de los sistemas de investigación que poseen la mayoría de los países avanzados.

Tampoco es siempre la parte más importante. Han surgido instituciones alternativas que rivalizan con las universidades, como los (antiguos) politecnos en Inglaterra, a los que en otro tiempo se consideró firmemente como instituciones de segundo nivel; la llamada aula corporativa ha asumido una mayor importancia a medida que han aumentado las necesidades de formación de las empresas orientadas hacia el conocimiento; la I + D ha florecido en un ambiente industrial. Todos estos ámbitos de actividad intelectual, o la mayoría de ellos, pueden quedar razonablemente incluidos en la universidad ampliada. Las ventajas que tienen estos nuevos lugares de producción de conocimiento, en comparación con las universidades tradicionales, son de dos tipos. En primer lugar, ofrecen modelos de gestionabilidad más efectivos; en estos centros, y a diferencia de lo que ocurría en las viejas universidades, la planificación estratégica no se ve inhibida por el gobierno colegial de la institución, ni por las duras decisiones ofuscadas por la necesidad de asegurarse el consenso. En segundo lugar, prometen una mayor flexibilidad de respuesta para una cultura empresarial que mira hacia delante, y que se muestra escéptica ante las demarcaciones tradicionales, las taxonomías y jerarquías que abarrotan la vieja cultura académica.

La dirección más estrecha y la mayor flexibilidad destacan dos tendencias importantes. La primera es el efecto de la revolución que está teniendo lugar en la dirección a lo largo de toda la educación superior; este

rechazo parcial de la colegialidad ha sido más marcado en las nuevas instituciones de conocimiento aparecidas en la periferia, pero durante la década de 1980 se extendió rápidamente hacia el núcleo de las viejas instituciones. El resultado es que la universidad se ha acercado mucho más a una pauta de organización industrial, con equipos de directores ejecutivos y planes estratégicos, directores de línea y centros de costes. Del mismo modo que las universidades se han acercado más a un modelo de dirección empresarial, las empresas privadas también se han hecho más colegiadas; las grandes jerarquías rígidas de los directores de línea han mostrado tendencia a verse sustituidas por redes de equipos de directores vinculados de un modo más flexible, sobre todo en las industrias más orientadas hacia el futuro, y particularmente en aquellas que destacan en la creación de una sociedad de la información o del conocimiento.

A pesar de esta convergencia, el efecto sobre la universidad ha sido profundo. Esta revolución en la gestión no sólo ha establecido una estructura organizativa más estrecha, sino que ha creado en el centro mismo de la universidad, en su administración, una energía de gestión que compite, al tiempo que complementa, la energía académica de sus departamentos constituyentes y de sus equipos de investigación. Esta nueva energía se ha combinado con la administración más antigua y lenta de la educación superior, para producir instituciones que reflejan la creciente complejidad de la universidad moderna y su importancia tanto para la producción de conocimiento como para el mantenimiento de la nación. Juntas, han redefinido la universidad en términos organizativos, antes que normativos.

Aquí parece encontrarse una paradoja. Precisamente en el momento en que la universidad se ha convertido en una institución centrípeta más poderosa, el conocimiento, que es su bien principal, se ha hecho difuso, opaco, incoherente, centrífugo. Esto ha adoptado tres formas. La primera es la incesante subdivisión del conocimiento de mayor sofisticación científica. Muchas de las actuales subdisciplinas creativas se han formado mediante la asociación de fragmentos previamente desconectados de otras disciplinas. Estos nuevos campos de investigación tienden a ser volátiles y restringidos, cualidades que socavan la idea de una cultura intelectual más amplia y coherente. La segunda es que se ha terminado por aceptar definiciones más amplias del conocimiento, debido en parte a la erosión de las viejas ideas de respetabilidad académica, y en parte al impacto de las nuevas tecnologías. Las nuevas disciplinas han asumido el currículum de la universidad ampliada a medida que han ido cayendo los tabúes, mientras que la tecnología no sólo ha creado nuevas profesiones

que exigen nuevas habilidades, sino que también ha afectado radicalmente a lo que es posible hacer en las disciplinas ya establecidas. Una disciplina abarcadora como la tecnología de la información se extiende ahora desde los conceptos más abstractos de la inteligencia artificial, que aborda ideas fundamentales sobre la mente y la lógica, hasta habilidades de formación rutinaria en el uso cotidiano de los ordenadores. Eso ha abierto el camino a una revolución de la cuantificación, no sólo en las ciencias naturales y aplicadas, sino también en las ciencias humanas y sociales. La tercera forma de desintegración es la diversidad deliberadamente descentralizada y la incoherencia asociada con el postmodernismo. El postmodernismo se ha convertido en una especie de *patois* subintelectual, y ha terminado por crear, ciertamente, una formidable industria editora por derecho propio.

Estas tres formas son contradictorias en sus detalles. Puede asumirse, por ejemplo, que la subdivisión de la ciencia en fragmentos expertos representa el triunfo del positivismo, y que el postmodernismo significa su muerte. Pero las tres han tenido el efecto común de hacer casi imposible el hablar sensatamente sobre la totalidad del conocimiento. La ciencia ya no tiene un único ramal, ningún método compartido, no hay en ella preocupaciones comunes, ni valores que compartan sus diversas ramas.

Sin embargo, lo que parece ser una contradicción entre la coherencia institucional y la incoherencia intelectual, o la competencia entre valores de gestión y valores académicos por la posesión del alma de la universidad, puede ocultar en el fondo una complementariedad más profunda. El desarrollo de una gestión institucional más fuerte y la coordinación más organizada de los sistemas de educación superior, puede compensar la desvaneciente coherencia de la ciencia. A medida que las disciplinas van siendo menos capaces de proporcionar una estructura firme, se ha tenido que fortalecer a las instituciones para proporcionar un andamiaje externo que compense el debilitamiento de la fortaleza interna. Si el centro ya no se mantiene, surge la necesidad de que las instituciones sean organizaciones poderosas, dirigidas por directores mercenarios.

Esta dicotomía, sin embargo, quizá no ofrezca una descripción suficientemente sensible. Una explicación más exacta podría resaltar la creciente interpenetración de la práctica académica y de dirección dentro de la educación superior. En ámbitos como la educación continua, la transferencia de tecnología y los programas especiales de acceso para los que se encuentran en desventaja social, no puede establecerse una separación fácil entre sus aspectos intelectuales y administrativos. Estas actividades híbridas se ven configuradas tanto por las fuerzas centrífugas que reflejan

la diversidad y la incoherencia de la ciencia moderna, como por el carácter centrípeta de la educación superior moderna, con su mayor rigidez por el lado de la gestión.

No se trata, pues, de que la creciente fortaleza institucional de la universidad haya compensado simplemente la desintegración de una cultura intelectual común, o de los valores y reglas compartidos por todas las ramas de la ciencia. Se trata más bien de que los valores académicos y la práctica de la gestión se han combinado de formas insólitas y volátiles. Se desmoronan las viejas demarcaciones entre universidades tradicionales y otras instituciones de educación superior porque ambas se hallan abarcadas dentro del concepto de universidad ampliada. En ella se han debilitado las nítidas distinciones entre los actores académicos y legos en la producción de conocimiento, ya que estos últimos juegan un papel clave como intermediarios e incluso como creadores de la ciencia; también se han debilitado entre los profesores y estudiantes porque, con el creciente número de estudiantes maduros y de cursos llamados de post-experiencia, estos últimos pueden poseer habilidades y conocimientos alternativos. Al desmoronarse estas demarcaciones, se han empezado a cuestionar otras más fundamentales, como las existentes entre teoría y práctica, ciencia y tecnología e incluso conocimiento y cultura. Estas transformaciones organizativas e intelectuales no son fenómenos separados, ni siquiera paralelos, sino que se trata de fenómenos contingentes.

Transición a las industrias del conocimiento

La dinámica de estos cambios señala hacia una transformación continua de la educación superior. En el núcleo de este proceso se encuentra el conocimiento y sus modos de producción y diseminación. Se están produciendo cambios fundamentales, sobre todo por lo que se refiere a qué significa ciencia, y a cómo se produce, se disemina y, en último término, se absorbe por parte de la sociedad. Se están produciendo importantes clases de conocimiento, no tanto por parte de los científicos, los tecnólogos o los industriales, como por los analistas simbólicos, personas que trabajan con los símbolos, conceptos, teorías, modelos y datos producidos por otros en diversos lugares, que ellos configuran en nuevas combinaciones.

La distinción entre los que crean el conocimiento y los analistas simbólicos que lo configuran, subraya la distinción entre las industrias basadas en el conocimiento y las industrias del conocimiento. Las industrias

basadas en el conocimiento intentan comprender y mejorar el funcionamiento de un proceso fabril concreto. Se preocupan principalmente por el producto y su proceso de desarrollo. En contraste con ello, las industrias del conocimiento son las que comercian con ese mismo bien, es decir, con el propio conocimiento. El conocimiento se produce en una variedad de lugares (universidades, equipos de reflexión, laboratorios gubernamentales), pero una vez creado se encuentra disponible para su reutilización en alguna otra combinación. En las industrias del conocimiento se añade valor mediante el uso reiterado de conocimiento, al reconfigurarlo con otras formas de conocimiento para solucionar problemas o para satisfacer una necesidad. Las empresas de las industrias del conocimiento compiten entre sí en términos del ingenio con el que son capaces de configurar el propio conocimiento. Su recurso es la fuente definitiva de su ventaja comparativa así creada.

La masificación de la educación superior aporta la base desde la que han podido brotar las industrias del conocimiento. La difusión de la educación superior por toda la sociedad ha tenido el efecto de aportar un flujo continuo de mano de obra formada para el sistema industrial. La investigación ya se había convertido en una de las funciones centrales de las universidades, inicialmente en las instituciones de élite, y gradualmente en las demás. Este proceso, que en un principio fue lento, pero que más tarde ha ido adquiriendo impulso, no sólo aumentó el nivel general de familiaridad con la ciencia y la tecnología, y con los métodos y procedimientos de la ciencia, sino que también multiplicó de una forma enorme el número de lugares donde se llevaba a cabo la investigación como una actividad reconocible y profesional.

Este proceso conlleva una cierta inestabilidad. Al aportar un creciente número de graduados científicamente preparados, las universidades trabajan continuamente en desventaja propia, al procurar el aumento permanente del número de personas capaces y formadas, que luego trabajan fuera de las propias universidades, en relación con las cifras de quienes permanecen dentro de ellas.

Muchos graduados continúan desarrollando sus habilidades especializadas fuera de los muros de la universidad, y se encuentran ahora en posición no sólo de comprender lo que están haciendo los investigadores universitarios, sino incluso de emitir juicios sobre su calidad e importancia. En el futuro, las instituciones de educación superior, las universidades en particular, abarcarán sólo una parte, y quizá pequeña, del sector productor de conocimiento. Ya no se encuentran en una posición lo bastante fuerte, ni científica, ni económica ni políticamente, como para de-

terminar qué deberá considerarse como excelente en la enseñanza o la investigación. (La responsabilidad (es decir, la demanda social de calidad, rendimiento y valor para el dinero empleado) supone ahora un complejo proceso social de legitimación. La adaptación a estas nuevas presiones está cambiando la organización y la estructura tradicionales del sistema universitario.

La investigación científica se ha convertido en intrínseca de la noción de una universidad. La mayor parte de la investigación universitaria sigue siendo de una ciencia muy pequeña, en la que se reúnen un profesor y unos pocos estudiantes graduados. Juntos, constituyen un núcleo de actividad investigadora, formando así el grupo de investigación. Por otro lado, esta disposición es vulnerable; los estudiantes se gradúan y se marchan si la universidad no puede ofrecerles un puesto de trabajo o becas continuadas. Los estudiantes nuevos, más jóvenes, todavía no han demostrado su valía como colaboradores y constituyen por tanto un recurso incierto. Para superar la vulnerabilidad asociada con el tamaño pequeño y la elevada movilidad, los grupos de investigación se hacen oportunistas en su búsqueda de financiación para la investigación. Si no pueden asegurarse una financiación a largo plazo, tienen que rellenar ese hueco a corto plazo mediante contratos más orientados hacia la solución de problemas o con trabajos de asesoría. En tal caso, quizá se tengan que ajustar las prioridades de la investigación, y hacerlo así con frecuencia y rapidez. Por otro lado, el grupo investigador es muy flexible. Se ha legitimado la práctica, que incluso se espera, de que los profesores trabajarán sobre una amplia gama de temas, dependiendo de su curiosidad, intereses científicos, competencia y habilidad para obtener la financiación necesaria.

Desde la perspectiva del sistema general de investigación, la necesidad de encontrar financiación exterior anima a los profesores y, por lo tanto, a las universidades, a mostrarse sensibles ante las demandas sociales. La flexibilidad también permite a los grupos investigadores cambiar de campos de investigación y penetrar rápidamente en nuevos ámbitos que les parezcan atractivos. Desde la perspectiva de la industria este es un bien valioso, y constituye una de las razones por las que se sigue considerando a las universidades como lugar primordial para la adquisición de competencia en investigación básica. Así pues, la formación de jóvenes investigadores forma parte integral del proceso investigador, y la oferta de mentes jóvenes e inquisitivas procedentes de las universidades asegura a la industria un suministro continuo de personas competentes, formadas en las últimas habilidades y técnicas. La industria, por lo tanto, tiene intereses creados por lo que se refiere al mantenimiento de esa reserva, de modo

que esté lo más llena posible, y fluya de ella la corriente más adecuada de jóvenes preparados. Por el momento, ha podido conseguirlo con muy poco coste para sí misma.

Con la intensificación de la competencia internacional, empieza a ser preocupante la obtención de un beneficio económico a partir de la investigación universitaria y, más en general, de la investigación financiada con medios públicos. Esto se ve menos en términos de necesidad de nuevo conocimiento, y más en términos de comercialización de lo que ya se tiene disponible; por lo tanto, se trata menos de una cuestión de investigación que de transferencia de tecnología. Esta transformación es una de las de mayor alcance que hemos descrito, ya que supone atraer a las universidades hacia el corazón mismo del proceso comercial. Las universidades han dejado de ser la lejana fuente de invención y creatividad que fueron antaño, para convertirse en parte de la identificación y solución de problemas y de la intermediación estratégica que caracterizan a las industrias del conocimiento. Aunque los pequeños equipos universitarios dedicados a la investigación son vulnerables a la movilidad de los jóvenes investigadores, su fuerza radica en las redes de conocimiento a las que tienen acceso, gracias a la competencia y la flexibilidad con las que pueden abordar nuevos problemas. Estos valores los hacen atractivos para la industria, y las recompensas potenciales son tan grandes e importantes para la propia universidad, como institución, que ningún presidente, rector o vicerrector puede permitirse el lujo de dejar la cuestión totalmente al capricho de los profesores individuales.

La naturaleza cambiante de la transferencia de tecnología

La investigación en la industria siempre es problemática, aun cuando las condiciones sean mucho mejores que en muchos laboratorios universitarios, ya que tiene que mantener sus objetivos en armonía con la estrategia general de la empresa. Resulta particularmente difícil de mantener el compromiso con la investigación básica. Se halla constreñida por límites de tiempo y sujeta a evaluaciones frecuentes y rigurosas, a la vista de los cambios de fortuna de la empresa. Al hacerse más cara, y hallarse sometida a consideraciones estratégicas y financieras, la investigación tiende a estrechar su base. Como consecuencia de ello, y para ser competitiva, la industria necesita un creciente acceso al conocimiento generado en otras partes. Una vía consiste en unirse con otras empresas en la investigación precompetitiva. Esta clase de colaboraciones, sin embargo, siguen

siendo infrecuentes. Las universidades continúan representando la opción preferida, y ello por numerosas razones. No obstante, se tienen que cumplir una serie de prerequisites. La proximidad geográfica es importante, ya que facilita los intercambios de información y los contactos informales necesarios antes de que se pueda iniciar cualquier cooperación más estrecha. Los contactos estrechos y la confianza se tienen que mantener durante todo el período de colaboración. Allí donde eso se hace a largo plazo y de una forma sistemática, la colaboración cuenta con una mayor posibilidad de tener éxito. La necesidad de adaptación mutua está particularmente clara en el caso de la transferencia de tecnología.

En la década de 1980 se produjo una divisoria en la historia de la transferencia de tecnología en las universidades de Estados Unidos y de la Europa occidental. Tradicionalmente, la transmisión de conocimiento desde las universidades a la industria, se había producido a través de procesos tradicionales, como la contratación de graduados, la publicación de resultados de la investigación universitaria en publicaciones profesionales y la consulta al personal universitario. A finales de la década de 1970 se multiplicaron los nuevos mecanismos de transferencia: se crearon o reorganizaron las oficinas universitarias de patentes, se probaron nuevos enfoques para obtener valor de la propiedad intelectual, como la propiedad por acciones, se desarrollaron notablemente los programas de colaboración, y el patrocinio industrial de los grupos de investigación y de las universidades se ocupó rápida y crecientemente de los planes regionales de desarrollo.

Lo que está ocurriendo no es sólo un aumento en el volumen de la actividad, sino una transformación en la práctica misma de la transferencia de tecnología. A medida que se hizo más difusa la distinción entre investigación básica y aplicada en la producción de conocimiento en el modo 2, se tuvo que reconsiderar la noción misma de transferencia de tecnología. Ahora ya no se la puede entender como una transmisión de conocimiento desde la universidad al receptor, que se produce fácil y habitualmente, sin casi seguimiento. Ya no se trata de una carrera de relevos, en la que el testigo se pasa limpia y rápidamente de un corredor a otro. La transferencia de tecnología se parece más a un partido de fútbol, en el que la universidad sólo es un miembro más del equipo. Para marcar necesita de la ayuda de todos los demás compañeros del equipo. El balón se pasa constantemente de un jugador a otro, y entre ellos puede haber hombres de negocios, representantes de empresas de capital riesgo, abogados especializados en derecho de patentes, ingenieros de producción y muchos otros, además del propio cuadro de profesores universitarios. Esa es

