

Eduardo de Bustos y Roberto Feltrero

Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), España

Usuarios e innovación: la apropiación de la tecnología como factor de desarrollo epistémico

Resumen:

La sociedad del conocimiento propicia nuevos modelos de innovación distribuida, autogestionada y autónoma. Dichos modelos surgen, entre otras razones, porque los recursos tecnológicos para la producción del conocimiento están siendo objeto de apropiación por diversos grupos de ciudadanos que los adaptan y transforman para organizar con ellos las tareas de sus comunidades virtuales. Las comunidades de software libre son el ejemplo más significativo, y exitoso, de este tipo de innovación en el campo de la tecnología. En el campo de la investigación científica, la apropiación de las tecnologías digitales por las comunidades de los científicos está poniendo al alcance de los ciudadanos todo tipo de recursos científicos –publicaciones en abierto, bases de datos, software libre científico, etc.– que pueden promover nuevas formas de innovación social también en este campo. Un nuevo modelo de participación e innovación científica que podría ayudar a cerrar las actuales brechas en la producción de conocimiento científico, pues, por un lado, posibilita la independencia y capacidad de las comunidades científicas para acometer los proyectos necesarios en cada contexto y, por otro, acerca la ciencia a los ciudadanos de modo que puedan contar con sistemas y recursos científicos de análisis, crítica y control de los riesgos de la aplicación de los nuevos procesos tecnocientíficos a la vida diaria.

Palabras clave:

innovación social, prácticas tecnocientíficas, epistemología social, software libre, comunidades virtuales, acceso abierto, grid computing, e-science

Abstract:

Knowledge society fosters new models of distributed, self-managed and autonomous innovation. Such models emerge, among other reasons, because the technologically-based resources for knowledge production are, in fact, being appropriated by groups of citizens that tend to adapt and

modify them according to their own needs and tasks within their virtual communities. Free-software communities stand out as the most significant and successful instance of such kind of innovation within the technological field. Within the scientific field, as well, the appropriation of the digital technologies by communities of scientists is also achieving a general widespread availability of scientific sources for all kinds of citizens, by means of open access publishing, open data bases, scientific free-software, etc. All these may well provide new encouragement for social innovation in this field; a new participation model that would help narrow current breaches in knowledge production, making possible, on the one hand, the independent development of scientific capabilities in communities located in diverse regions, for the benefit of their own contextual needs and encouraging, on the other, the proximity between science and citizens so that the latter may count on scientific systems and resources to analyze, criticize and control the risks taken in the implementation, in daily life, of new techno-scientific processes.

Key words:

social innovation, techno-scientific practices, grid computing, social epistemology, free software, virtual communities, open access, e-science

Usuarios e innovación: la apropiación de la tecnología como factor de desarrollo epistémico

Introducción

La aplicación de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en las actividades de producción de conocimiento ha supuesto un importante avance en los procesos de innovación tecnocientífica. Aunque los procesos de innovación han tenido tradicionalmente su origen bien en la comunidad científica, bien en el ámbito de producción empresarial, la creciente implantación de las TIC ha logrado catalizar y acelerar los modelos de transferencia de conocimiento haciendo de la innovación tecnocientífica un nuevo campo en el que las fuentes de la innovación y los actores epistémicos implicados se mezclan y multiplican. La comprensión de las dimensiones epistémicas de dicha aplicación de las tecnologías computacionales debe analizar tanto el papel de los procesos y técnicas que posibili-

tan las nuevas tecnologías como las nuevas prácticas de procesamiento y comunicación de la propia información tecnocientífica que estas tecnologías facilitan. El desarrollo de los procesos de innovación no se debe tan sólo a la potencia de las nuevas tecnologías sino a las posibilidades que ofrecen para la creación de comunidades epistémicas y, subsiguientemente, de comunidades de innovación.

Los modelos de innovación tecnocientífica, sin embargo, no suelen tomar en cuenta que dichas posibilidades tecnológicas también permiten nuevos procesos de innovación desde comunidades y grupos sociales que no pertenecen exclusivamente al ámbito científico o empresarial. El filósofo Javier Echeverría define un concepto amplio de innovación social como: “... las innovaciones (sociales o de otro tipo) serían nuevas actividades y servicios que surgen para satisfacer demandas o problemas (sociales

o de otro tipo) y que son predominantemente desarrolladas por agentes cuyos objetivos son prioritariamente sociales” (Echeverría, 2009: 5). En esta definición se integra el componente “social” tanto como generador u organizador de la innovación, como, y fundamentalmente, por los objetivos y valores sociales que motivan e impulsan estas modalidades de innovación, complementarios o independientes de los objetivos puramente científicos, técnicos o empresariales.

Echeverría plantea que esos procesos de innovación social pueden dar lugar a innovaciones tecnológicas o empresariales. En muchos casos, esta democratización de la innovación se consigue por la participación de los usuarios en procesos de innovación dirigidos por comunidades o iniciativas científicas o empresariales (von Hippel, 2005). Pero, en otros, también se extiende al mismo hecho de la creación y consolidación de la comunidad de innovación. Desde esta perspectiva, resulta mucho más fácil que la comunidad pueda llegar a definir sus propios objetivos y proyectos de manera independiente y autónoma frente a la innovación empresarial.

La tesis que se propone aquí es que todo ello es posible gracias a la apropiación de los recursos tecnológicos de la Sociedad del Conocimiento por parte de diversos colectivos sociales y, más en concreto, a las posibilidades que esas tecnologías ofrecen para la creación y consolidación de comunidades de producción de información y conocimiento (Castells, 1996: 58). Se presenta un análisis de estas herra-

mientas y de los principios y valores que los recursos tecnológicos facilitan y propician, pues éstos son básicos para entender los nuevos procesos de innovación social y la forma en que son capaces de conseguir resultados y productos concretos en el ámbito tecnológico. Como aplicación de los resultados de esta investigación sobre los recursos tecnológicos de las comunidades de innovación social, se proponen los principios y herramientas básicas que van conformando los nuevos procesos de innovación social en el ámbito científico.

El ejemplo más significativo y exitoso de innovación social basada en los recursos de las TIC es, sin duda, el movimiento del software libre. Las comunidades de software libre han demostrado que, gracias a los sistemas de producción distribuida y comunicación propiciados por Internet, es técnica y humanamente posible la innovación y el desarrollo tecnológico acordado y dirigido por los propios usuarios mediante un modelo de producción de conocimiento autónomo, transparente y participativo. En estas comunidades, frente a la distinción usuario/diseñador, se proponen sistemas de participación abierta en los que todos, en función de su conocimiento e interés, puedan ser, al mismo tiempo, usuarios y diseñadores de estos recursos tecnológicos.

Desde un punto de vista filosófico, ético y epistemológico, la propuesta de las comunidades de software libre es coherente con los objetivos de un desarrollo tecnológico público,

transparente, abierto y participativo. Valores que no contradicen los objetivos comerciales o empresariales pues, como se demuestra en los modelos de negocio del software libre y de código abierto, suponen un motor para la extensión de la cultura científica y tecnológica y, con ella, un impulso a la innovación.

El mundo de la investigación científica también participa de algunas de estas novedades pero aún continúa siendo un espacio en el que es difícil imaginar o plantear los modelos y el papel de la innovación social en el conjunto de la innovación tecnocientífica. El objeto de este estudio es analizar las condiciones y recursos tecnológicos e informacionales mínimos para la emergencia de modelos de innovación social tecnocientífica y su papel en una sociedad en la que los productos tecnocientíficos son parte integrante de nuestra vida diaria.

I. Comunidades virtuales de innovación social y tecnológica

La llamada Sociedad de la Información pone a disposición de un creciente número de individuos, colectivos y entidades herramientas tecnológicas que les permiten producir información y conocimiento por sus propios medios. El uso y la redefinición de estos recursos tecnológicos por los propios usuarios han desencadenado la aparición de nuevos sistemas de producción colaborativa de conoci-

miento mediante el uso de las tecnologías computacionales en Red. El movimiento del software libre es, sin duda, el mejor ejemplo de estas nuevas metodologías pues ha sido pionero a la hora de diseñar y ajustar sus propias prácticas metodológicas para la creación colaborativa de información y conocimiento –en este caso, conocimiento tecnológico– gracias a la mediación de las herramientas y el contexto tecnológico de la sociedad del conocimiento.

Los modelos de innovación en el mundo del software libre han sido objeto de estudio desde consideraciones éticas (Himmanen, 2002), sociológicas (Castells, 2001; Raymond, 2001), epistemológicas (Iannaci, 2005) y, también, desde el punto de vista de una teoría sobre la innovación social distribuida. Relacionado con este último aspecto, por ejemplo, von Hippel (2005: 97-102) destaca los modelos de innovación provenientes del modelo de desarrollo de código Open Source (código abierto) implantado por muchas empresas de desarrollo de software. En este análisis de von Hippel se destaca que la participación de los usuarios en este modelo se basa en su aportación a los procesos de evaluación del software producido por cada empresa. Los usuarios prueban los desarrollos, buscan errores y hacen todo tipo de sugerencias sobre líneas de desarrollo. Dentro de la participación de los usuarios en la innovación empresarial, este análisis deja de lado el papel ineludible-

mente innovador de los usuarios que, por ejemplo, programan extensiones para los conocidos paquetes de software como la suite de aplicaciones Open Office o el navegador Firefox¹. En este caso, los usuarios son fuentes directas de innovación sobre un producto pues añaden funcionalidades a dicho producto no previstas por los fabricantes y, en muchos casos, ni siquiera controladas o verificadas por el propio fabricante. Pero el caso más interesante de estos procesos de innovación de las comunidades de usuarios es cuando los usuarios buscan convertirse en alternativa a las fuentes de innovación empresarial o institucional (von Hippel, 2001) y diseñar sus propios productos.

La propuesta de este artículo es analizar las condiciones y recursos técnicos e informacionales necesarios para la aparición de procesos de innovación que se generan de manera autónoma y autogestionada por las propias comunidades de innovación social. Para ello, el ejemplo a estudiar no es el de las comunidades de evaluación paralelas antes explicadas, sino las comunidades productoras de software libre dirigidas y gestionadas por los propios usuarios y diseñadores. Estos proyectos son producto de iniciativas individuales o colectivas que, de una u otra manera, se autoorganizan dando lugar a las comunidades de software libre. La más conocida, sin duda, es la comunidad creada en torno al proyecto inicial del programador finlandés Linus Torvalds para crear el núcleo (kernel) del popular sistema operativo GNU/Linux,

y en sus principios y prácticas se basa el siguiente análisis.

La comprensión de los elementos que permiten la aparición de comunidades de innovación en el mundo del software libre debe hacer referencia a un aspecto epistemológico esencial para la constitución de estas comunidades autogestionadas: el estudio del uso de las herramientas tecnológicas de mediación en la producción y comunicación del conocimiento². La mediación de las tecnologías computacionales es esencial para la organización de las tareas de producción colaborativa de software. Participación abierta, autogestión, automatización y autoorganización son principios organizativos de las comunidades de software libre que sólo son posibles gracias a la tecnología. Para formar una comunidad de innovación, es necesario dotarla de los recursos tecnológicos que propicien la producción colaborativa de conocimiento. Las propiedades de las tecnologías computacionales propician la adopción de dichos principios y prácticas, así como también posibilitan su apropiación por los usuarios, lo que permite rediseñarlas cuando es necesario para ajustar sus posibilidades funcionales a ciertos principios colaborativos. Las prácticas de las comunidades de innovación en el mundo del software libre hay que entenderlas, pues, desde esas herramientas que se repasan y resumen a continuación.

Las comunidades de software libre han elaborado y aplicado los principios y recursos

tecnológicos más directamente derivados de la naturaleza de su actividad –la escritura de código– y de las herramientas utilizadas para sus intercambios de información –los computadores conectados en Red–. La continua evolución de este tipo de tecnologías obliga a la práctica de actualizar y renovar constantemente el software y, con ello, la de todos los conocimientos asociados. Es un principio común entre los programadores el de “liberar código, mucho y rápido” que exige una publicación y distribución instantánea del conocimiento producido para acelerar, entre otras cosas, su verificación por otros desarrolladores y por los usuarios. Los métodos tradicionales de difusión del conocimiento no sirven para estas labores pues los desarrolladores de software no pueden esperar, por ejemplo, a que una revista se imprima y se distribuya. Por otro lado, la exigencia de una participación lo más amplia posible anima a que se comparta con la comunidad directamente el producto desarrollado, el código, y no solo una descripción del trabajo llevado a cabo.

Para poder articular esta participación masiva en los proyectos de software libre, es imprescindible, en primer lugar, desarrollar herramientas para la gestión y el control del elemento fundamental de producción en dichas comunidades: las fuentes del código³. Las conocidas CVS (*Concurrent Version System*) o *BitKeeper* permiten, junto con diversos módulos software de gestión de errores, que cualquier interesado obtenga el código

en desarrollo y lo pruebe, evalúe y en su caso, ofrezca mejoras. A continuación, es necesario compartir la documentación que acompaña a cada proyecto. Para este cometido por una parte existen las herramientas para la gestión y elaboración colaborativa de la documentación elaborada en forma de documento completo y estable de cada proyecto (*Docbook* es una muy conocida). Por otro lado, esta documentación más formal se complementa con la documentación sobre los problemas novedosos y en discusión que se puede encontrar de manera más difusa en las correspondientes herramientas de comunicación síncrona y asíncrona a través de Internet –listas de correo, foros, *wikis*, etc.– que son fundamentales para la comunicación entre los participantes en cada proyecto. Estas herramientas propician sistemas de comunicación horizontal sobre diferentes aspectos de cada proyecto. Las distintas formas de comunicación y participación se estructuran y estratifican en función del conocimiento e intereses de los participantes. Un fenómeno muy importante derivado de la horizontalidad de la comunicación es la aparición espontánea de comunidades de ayuda y asistencia a todos los niveles en las que los desarrolladores se acercan a los usuarios mediante la resolución de dudas técnicas o la discusión sobre posibles nuevas funcionalidades.

Estas posibilidades tecnológicas de almacenamiento casi ilimitado de información y de

revisión continua y sencilla de lo almacenado permite abrir la participación en los proyectos a un gran número de personas a través de la red basándose en el principio de *participación abierta* que ha sido una de las aportaciones más importantes de las comunidades de software libre. Aunque existen diferentes modelos de comunidad de desarrollo, para casi todas ellas es importante que todos puedan probar, evaluar y participar en la toma de decisiones de cada proyecto. La opinión de todos los desarrolladores y usuarios es importante, pues de cualquiera de ellos puede venir una buena idea, o una buena crítica, para mejorar el proyecto (von Hippel, 2001). Evidentemente, este sistema puede provocar, y de hecho provoca, cierto “ruido” por las aportaciones malintencionadas o simplemente erróneas de tantos individuos. En este sentido, también las comunidades de programadores de software libre han sido pioneras en el desarrollo de principios y mecanismos para marginar las aportaciones malintencionadas y destacar las relevantes (Crowston y Howison, 2005). A pesar de las dificultades, el principio de participación abierta es irrenunciable para la creación de un sentimiento de pertenencia a la comunidad y de compromiso con sus objetivos y valores, fundamentales para estimular la participación voluntaria y desinteresada en el proceso de innovación.

Finalmente, quizá uno de los instrumentos tecnológicos más definatorios de la comunidad

de software libre en su conjunto sean los centralizadores de servicios. La sitios de Internet como *Sourceforge* (<http://www.sourceForge.net>) o *Freshmeat* (<http://freshmeat.net>), integran y ponen a disposición de cualquier programador, o comunidad de programadores, las herramientas tecnológicas de comunicación necesarias para que todo el proceso de desarrollo de su software tenga un sitio en la red y sea visible para todos los desarrolladores o usuarios interesados. Estos centralizadores también ofrecen lugar para albergar las páginas Web del proyecto o gestores dinámicos de contenido con los que dar publicidad al proyecto y ponerlo a disposición de todos los usuarios, servicios de subida y descarga de software, servicios de noticias e, incluso, servicios de atención personalizada para cada usuario.

Tanto los servicios de centralización de las herramientas de trabajo colaborativo o las propias redes P2P (*Peer to Peer*, es decir, para compartir archivos y recursos entre usuarios) son ejemplos de que la mediación de la tecnología en las comunidades de software libre hace que sea posible hacer pública y compartir toda la información técnica relativa a cada etapa del proceso, así como toda la información relativa a todos los procesos de planificación, discusiones técnicas, evaluación, toma de decisiones, etc. Este es un aspecto muy importante de la mediación tecnológica puesto que posibilita que cualquier interesado pueda obtener todas las herramientas necesi-

rias para comprender, aprovechar, usar, reutilizar o modificar cualquier recurso tecnológico casi en cualquiera de sus etapas de desarrollo. Esta es una condición esencial para posibilitar y acelerar la innovación, puesto que la construcción de nuevos desarrollos o la mejora de los actuales se hace directamente sobre los que ya existen, minimizando el esfuerzo y conocimiento necesarios para llevar a cabo una innovación.

La capacidad de innovación de estas comunidades tiene su base, por tanto, en la organización tecnológica de modelos de producción de software en los que se comparten tanto los resultados como el proceso mismo de producción. Dicha organización es la condición básica para que las comunidades virtuales consigan sustituir la organización jerárquica típica de las innovaciones empresariales por un modelo de innovación basado en una cooperación abierta y participativa. La validez y eficiencia de estos recursos tecnológicos, y de sus principios asociados, para la producción participativa y abierta de conocimiento se demuestra tanto en el mundo del software libre, como en nuevos modelos de producción de conocimiento en la Red. Sin duda, la famosa enciclopedia colaborativa Wikipedia es el mejor ejemplo de la aplicación y el éxito de estas nuevas tecnologías y metodologías cooperativas para la producción de conocimiento. La producción de conocimiento científico ya presenta, dentro de las propias comunidades

científicas, características y recursos tecnológicos que facilitarían la aplicación de este modelo de innovación abierta y participativa.

II. Prácticas tecnocientíficas y nuevos recursos tecnológicos para la innovación

La apropiación de los computadores y sus tecnologías asociadas por parte de los científicos ha supuesto pequeños y grandes cambios metodológicos y epistemológicos para la ciencia. Cambios pequeños, en la medida en que las grandes máquinas de cálculo, los supercomputadores o las bases de datos científicos han servido para acelerar y mecanizar un gran número de procedimientos de investigación. Pero grandes cambios desde el punto de vista de la filosofía de la ciencia, pues el desarrollo de las técnicas de análisis y experimentación mediante modelos de simulación computacional, la ciencia "automatizada" mediante sistemas inteligentes expertos o las disciplinas emergentes que son posibles y están basadas exclusivamente en los nuevos recursos informáticos, como la bioinformática, ha supuesto cambios metodológicos y nuevas oportunidades epistemológicas para los científicos (Feltrero, 2005, 2007). Por todo ello, la denominación *e-Science* empieza a conformarse como un nuevo campo de estudio para la filosofía de la ciencia (FECYT, 2004). Los ele-

mentos y prácticas distintivos de este nuevo campo de estudio son el uso de recursos computacionales a gran escala, la posibilidad de consulta de grandes bases de datos heterogéneas y distribuidas y el uso de plataformas digitales para compartir esos datos y para organizar las tareas de la comunicación científica. Elementos distintivos que, también, transforman las posibilidades de comunicación y producción colaborativa de conocimiento en las propias comunidades científicas, pues posibilitan la creación de nuevas comunidades virtuales y distribuidas de investigación.

De entre todos estos nuevos modelos tecnológicos asociados a la *e-science*, es interesante destacar el impulso institucional que, últimamente, está recibiendo el llamado *grid computing* (Foster y Iamnitchi, 2006). Los grandes supercomputadores, como el del acelerador de partículas europeo, necesitan una estructura distribuida de conexión y procesamiento para poder acometer sus tareas sobre las ingentes cantidades de datos que se manejan en los millones de sensores e instrumentos que forman esos experimentos. Una buena malla de computadores necesita una estructura y un software específicos para llevar a cabo el reparto efectivo de los análisis entre todos los computadores que manejan esos datos y, también, entre los grupos de investigadores que se encargan de cada tarea. Sólo mediante la suma coordinada de todos esos recursos se pueden acometer tareas que implican datos y recursos

computacionales del rango de lo *tera* y de comunidades de decenas de equipos de investigación trabajando coordinada y simultáneamente sobre esos recursos.

El diseño implícito de las comunidades virtuales de investigación que se forman alrededor de estas redes de grandes computadores se está tomando como ejemplo para comenzar a coordinar los recursos computacionales de centros de investigación y universidades de diversos países. Es cierto que la mayoría de las posibilidades del *grid computing* hace tiempo que son ya habituales en comunidades de científicos conectadas por Internet. Los investigadores han intercambiado informalmente las claves de sus grandes computadores de cálculo para compartirlos o han organizado espontáneamente sus servidores *ftp* de recursos o sus sistemas de comunicación en la red. La novedad de estas nuevas propuestas sobre *grid computing* radica en los diseños de software y redes específicas para compartir los recursos entre los diversos centros para que estas mallas de computadores funcionen como completos entornos para compartir datos, procesos, recursos y herramientas computacionales de una manera más organizada. De esta manera, comunidades investigadoras distribuidas están empezando a compartir supercomputadores, espacios de almacenamiento, aplicaciones de software, sensores con todo tipo de datos dinámicos y toda la información imaginable proveniente de laboratorios com-

puterizados a través de una infraestructura basada en un software que proporciona estándares de gestión y comunicación. Las instituciones y los individuos que estén autorizados a acceder a esa malla conformarán una comunidad virtual de investigación distribuida.

Los modelos de mallas computacionales no se reducen a los grandes equipos informáticos de las grandes instituciones investigadoras. También se usa la denominación de *grid computing* para los experimentos de computación distribuida que involucran voluntarios que ceden, mediante un software determinado, tiempo de proceso de su computador personal para tareas científicas⁴. En este caso, la participación es abierta aunque limitada. El voluntario pone a disposición de la comunidad científica parte de sus recursos de cómputo, pero tiene una participación o influencia nula en el curso de la investigación científica. No obstante, son buenos ejemplos de nuevos modelos de comunicación de la ciencia pues los sitios correspondientes ofrecen todo tipo de información científica que despierta el interés, y la participación, de los interesados.

Las mallas de computadores, institucionales o con sistemas de aportación voluntaria de tiempo de procesamiento, son ejemplos de una infraestructura previa y hasta cierto punto jerarquizada de computación distribuida. Pero el ejemplo paradigmático de computación distribuida es la propia Internet. Para tratar de organizar este tipo de grandes comunidades

que comparten recursos en Internet, una de las propuestas más exitosas ha sido la creación de software para compartir archivos, los llamados servicios P2P. Como en el caso del *grid computing*, estas redes tratan de aglutinar, poner en común y coordinar recursos computacionales. La diferencia radica en el grado de descentralización, en el tipo de comunidades que se adhieren a ellas y, sobre todo, en las condiciones de esa participación. Mientras que el software de las mallas institucionales impone una centralización jerárquica que determina quién, cómo y cuándo puede acceder a los recursos, la descentralización es la característica básica de las redes P2P.

Por otro lado, las prácticas de comunicación de los resultados científicos también se están transformando gracias a las nuevas posibilidades tecnológicas. La revolución digital hace tiempo que llegó a las publicaciones científicas. La publicación de los resultados científicos en Internet está cambiando tanto las prácticas editoriales como las actitudes de los científicos a la hora de poner sus trabajos a disposición de sus colegas. Algunos ejemplos como el veterano repositorio de artículos científicos ArXiv (<http://es.arxiv.org/>), muestran que algunas comunidades científicas han usado desde el primer momento las posibilidades de las tecnologías computacionales para organizar las prácticas de comunicación, revisión y mejora de sus artículos científicos con una política de acceso abierto a todos los textos y

discusiones paralelas. Las innegables ventajas epistemológicas y sociales de las publicaciones digitales en acceso abierto (Feltrero, 2006) y, sobre todo, las relativas a la mejora de su factor de impacto (Pringle, 2004), han causado que muchas revistas comerciales se planteen la posibilidad de abrir el acceso a alguno o todos sus contenidos, así como que muchas instituciones fomenten la creación de revistas de acceso abierto o de los llamados repositorios institucionales.

La aplicación de los recursos computacionales en las prácticas científicas está dando lugar a nuevas comunidades virtuales de científicos que están en disposición de llevar a cabo muchas de sus labores mediante los instrumentos, los datos y la información que circula a través de la Red. Este tipo de prácticas hace que los resultados de la investigación científica puedan ser objeto de consulta, revisión, uso y modificación por un número cada vez mayor de científicos. En el siguiente apartado se estudiará si es posible que estos recursos tecnológicos puedan llegar a propiciar la innovación social en el ámbito de la investigación científica.

III. Hacia nuevas comunidades sociales de innovación científica

Hoy en día, las instituciones científicas están adoptando modelos tecnológicos similares a los de las comunidades de software libre,

desde el acceso abierto a la información y el conocimiento científico, hasta la implantación de herramientas para compartir los recursos computacionales de las distintas instituciones y de los voluntarios en la red mediante el *grid computing*. Todas estas prácticas desencadenan nuevas propuestas epistemológicas bajo los conceptos de *Open Science* o *Free Science* (Bezroukov, 1999; Kelty, 2005; Willinsky, 2005) que inciden, principalmente, en cuestiones sobre valores, ética y dimensiones sociales de la investigación científica. Por ejemplo, Willinsky (2005) apuesta por el acceso abierto a las publicaciones científicas para poder hablar de una *Open Science*, mientras que Kelty (2005), impone como condición para una nueva "*Free Science*" el uso de software libre en aquellos campos en los que la mediación del software sea parte del proceso de producción de conocimiento, pues ese software sería verificable y contrastable de la misma manera que el resto de las herramientas y resultados científicos. De una manera más general, y conectando cuestiones sobre las posibilidades y ventajas para la innovación y la fiabilidad de las prácticas de las comunidades de software libre, Dalle y David (2005) apuestan por las prácticas epistémicas abiertas como concepto clave de una nueva *Open Science*. Para completar estos análisis, quizá es conveniente examinar si estas prácticas pueden propiciar la emergencia de comunidades sociales de innovación científica y, en su caso, qué nuevas prác-

ticas o recursos tecnológicos serían necesarios para catalizar procesos de innovación comunitaria cooperativa y abierta similares a los del modelo de las comunidades de software libre.

A pesar de los nuevos recursos tecnológicos en la investigación y comunicación de la ciencia, aún existen grandes diferencias entre estas nuevas prácticas y los principios de las comunidades de software libre. Es el caso, sobre todo en lo que se refiere al grado de descentralización y a las condiciones de la participación. Mientras que el software de las mallas institucionales impone una centralización jerárquica que determina quién, cómo y cuándo puede acceder a los recursos, la descentralización es la característica básica de las redes de las comunidades de software libre. Esto supone grandes ventajas tecnológicas, pues ofrecen infraestructuras multipropósito, buenos mecanismos frente a los fallos, sus protocolos son escalables e, incluso, son capaces de autoconfigurarse (Foster y Iamnitich, 2006), aunque, obviamente, plantean otro tipo de problemas en lo referente a los límites del acceso a la información.

Por otro lado, a pesar de la creciente adopción de la política de Acceso Abierto a los textos científicos, sin embargo, apenas se están trasladando las prácticas de revisión abierta de dichos textos y resultados propias de otras comunidades de producción del conocimiento en Red. El sistema de publicación, aún en acceso abierto, conserva los sistemas de selección y

validación del conocimiento mediante los equipos editoriales y de revisores de cada revista. La participación en estos sistemas de revisión previa a la publicación es, por tanto limitada y cerrada. En los últimos tiempos, sin embargo, diversas iniciativas han apostado por trasladar el principio de participación abierta también a los sistemas de revisión, confirmación y validación del conocimiento científico⁵. Aún cuando sea difícil conseguir que la comunidad científica se involucre en estas nuevas prácticas, los valores y las ventajas epistémicas y sociales de la apertura de la discusión a todo tipo de comunidades epistémicas y, por tanto, de motivaciones, conocimientos y objetivos, no puede sino ser enriquecedora para todos (Feltrero, 2006).

Pero la diferencia entre las actuales comunidades científicas y las comunidades de software que plantea más dificultades para la emergencia de modelos de innovación cooperativa y abierta estriba en el propio sistema de comunicación de los resultados científicos. Aunque es cierto que existen paralelismos en los modelos de comunicación de ambas comunidades (Bezroukov, 1999; Kelty, 2005; Willinsky, 2005), no es menos cierto que estos análisis se olvidan de una diferencia fundamental que se apunta en Schweik y Semenov (2003): las comunidades científicas *comparten los resultados* de sus prácticas para la elaboración del conocimiento, mientras que las comunidades de software libre *comparten todos los elementos y subproductos del proceso* de pro-

ducción colaborativa de ese conocimiento. En efecto, mientras que las comunidades científicas comparten sólo los resultados finales de las investigaciones en forma de artículos científicos, en las comunidades de software libre se comparte toda la información técnica relativa a cada etapa del proceso, así como toda la información relativa a todos los procesos de planificación, discusiones técnicas, evaluaciones, toma de decisiones, etc.

La posibilidad de que algo similar pueda llevarse a cabo en las comunidades científicas pasa por la implantación de los sistemas tecnológicos de comunicación de todos los datos y elementos de la investigación científica. Una primera iniciativa es de tipo institucional y la promueven los servicios de biblioteca de los grandes centros de investigación. Si el acceso abierto se está llevando a cabo mediante la creación de repositorios digitales institucionales que aglutinan los artículos y trabajos de investigación, el paso siguiente para completar las labores de almacenamiento de las nuevas bibliotecas digitales sería que dichos repositorios incluyesen los datos más relevantes de las investigaciones. Habida cuenta que esos datos siempre se encuentran en algún tipo de formato digital, estas iniciativas están valorando la creación de DATASET⁶, es decir, conjuntos organizados y catalogados de datos generados por equipos de investigación que puedan ser consultados, usados y, en su caso, corregidos, por todos los integrantes de una comunidad inves-

tigadora de una universidad o centro de investigación. Los esfuerzos para llevar a cabo este tipo de iniciativa se basan, por un lado, en la mecanización de los procesos de obtención de datos. En este sentido, comparten proyectos y tecnologías con los proyectos de *grid computing*, pues la transmisión automática de datos que se lleva a cabo en estos proyectos puede ampliarse con el envío y almacenamiento de esos datos en los repositorios digitales correspondientes. Por otro lado, deben llevar a cabo un esfuerzo mucho más dificultoso y complejo a la hora del diseño de las ontologías de datos que permitan su catalogación⁷.

La segunda iniciativa debería involucrar a toda la comunidad científica de modo que se valorase la participación de los equipos de investigación en la construcción de este tipo de grandes repositorios científicos accesibles para todos. Imaginemos por un momento un servidor llamado (<http://www.science.org>) que, respetando siempre el acceso y la participación abierta, centralizase y gestionase todos los datos científicos, todas las revistas de investigación, todas las discusiones y debates científicos y todo tipo de recursos computacionales e informacionales relacionados con la investigación científica. No se trataría de una utopía pues, como se explicó anteriormente, algo similar se ha conseguido con los proyectos de software libre. Significaría más bien una propuesta coherente con los objetivos de una investigación científica pública, transparente, abierta y

participativa. Además, como también se ha demostrado en la producción de software libre y de código abierto, supondría un motor para la extensión de la cultura científica y, con ella, de la innovación.

Finalmente, la producción y popularización de software libre científico puede suponer una nueva forma de acercar la investigación científica a los ciudadanos y de lograr que participen en ella, no como meros observadores o evaluadores de sus resultados, sino como productores de conocimiento científico. De la misma manera que no es estrictamente necesario dominar todo tipo de lenguajes de programación para participar en un proyecto de software libre, pues los diversos niveles funcionales del software abren múltiples posibilidades de modificarlo o innovar sobre él, el software científico puede ayudar a simplificar los procedimientos científicos de manera que ciudadanos “aficionados” puedan colaborar y participar en los diversos proyectos de investigación. Las propuestas más populares en este sentido⁸ inciden en la construcción de redes colaborativas para compartir y emplear parte de los recursos computacionales de los usuarios en las tareas computacionales de algunos proyectos científicos (<http://www.worldcommunitygrid.org>). Por otro lado, páginas de Internet como, por ejemplo <http://www.alchem.org> ofrecen enlaces a multitud de programas de software libre científico que acercan las posibilidades de lle-

var a cabo ciertos estudios científicos al simplificar complejas y tediosas tareas de cálculo o análisis.

IV. El rol de la innovación social en la tecnociencia

El modelo tecnológico propuesto permite acercar y simplificar el conocimiento científico para las comunidades científicas y para los ciudadanos. En el primer caso, la ventaja social de un modelo como éste es que las nuevas comunidades científicas globales emergentes pueden tener una gran repercusión a la hora de solucionar problemas locales. En el primer capítulo de Willinsky (2006) se pone de manifiesto que el acceso abierto a las publicaciones científicas puede significar el cierre de algunas brechas de conocimiento que se establecen entre las comunidades científicas europeas y norteamericanas y las del resto de los países. Willinsky alude al problema de justicia social que se origina cuando las líneas prioritarias de las grandes comunidades de investigación se marcan en función de los problemas e intereses sociales de los países más avanzados. La creación de comunidades virtuales globales que compartan toda la información y datos científicos permite, a su vez, que los grupos locales de científicos tengan a su disposición todo el conocimiento y herramientas necesarias para desarrollar los proyectos importantes y prioritarios en cada

país o región, pudiendo así generar una innovación local que proporcione respuestas a los problemas e inquietudes sociales locales.

Pero el modelo presentado permite también que los propios ciudadanos, independientemente de su pertenencia a comunidades científicas, puedan crear comunidades de innovación social en investigación científica y tecnocientífica totalmente autónomas. Uno de los ejemplos más significativos de esta posibilidad es el de la bioinformática, como era de esperar por la naturaleza informática y computacional de la disciplina. La creación de comunidades de “biohackers” está dando lugar a comunidades de expertos que se plantean problemas científicos sobre la creación de organismos modificados genéticamente. Estas comunidades comparten las publicaciones y resultados sobre este campo científico, las bases de datos sobre las secuencias genéticas, los diseños de las partes celulares que van consiguiendo y, por supuesto, toda una panoplia de recursos de software de simulación que les permite elaborar y predecir el comportamiento de las secuencias de ADN, los organismos genéticamente modificados y las posibles mutaciones posteriores. Paralelamente, y debido a la importancia social de este tema, aparecen foros y lugares de Internet en los que tanto los “biohackers” como todos los ciudadanos interesados se plantean y discuten los problemas éticos y sociales asociados a la ingeniería de organismos genéticamente modificados⁹.

Aunque en bioinformática, debido a la naturaleza de esta disciplina, pueda llegar a ser posible que la innovación social se equipare a la capacidad de innovación de las comunidades científicas, en muchas disciplinas dicha equiparación será muy difícil por la complejidad del trabajo experimental necesario. Aún así el rol de estas comunidades de innovación social en ciencia y tecnociencia puede resultar más que interesante precisamente por la capacidad de estas comunidades de plantearse sus propios problemas y objetivos científicos. El siguiente ejemplo aclara este rol eminentemente social. Cuando los problemas de salud causados en China por la leche adulterada por melamina y sus productos derivados crearon alarma social debido a la posible exportación de esos productos a otros países, la especialista en computación Meredith L. Patterson, se planteó la posibilidad de usar los conocimientos y las herramientas de la comunidad de biohackers para producir un detector de melamina¹⁰. Su idea fue tratar de desarrollar una bacteria modificada genéticamente de tal forma que, al añadirla a un producto contaminado con melamina, dicha bacteria tomase su color a verde. En este caso, la innovación trata, claramente, de resolver un problema social. Puesto que ni los fabricantes de alimentos ni los test del gobierno ofrecían las suficientes garantías de la ausencia de melamina en los productos derivados de la leche, los ciudadanos pasaron a la acción para desarrollar por sí mismos un producto científico capaz de ofrecerles esa seguridad.

Esta es, quizá, la función más importante de la innovación social en ciencia y tecnociencia: permitir a los ciudadanos contar con las herramientas suficientes para poder ejercer un control activo, efectivo y autónomo sobre las innovaciones tecnocientíficas que les afecten en su vida diaria. Este modelo, no sólo abre la “caja negra” que el conocimiento científico supone para la ciudadanía en general, haciendo explícitos y transparentes tanto su metodología como sus resultados, sino que propicia modelos de innovación en los que, al igual que en el caso de software libre, los propios ciudadanos estén en disposición de generar sus propios productos y procesos de control de manera autónoma. Como en el caso del software libre, o probablemente de manera mucho más significativa, estas capacidades de innovación pueden servir de inspiración e influencia para que todo tipo de iniciativas, empresariales o institucionales lleven a cabo esas ideas, propuestas o reclamaciones de la ciudadanía, con lo que ésta podría influir en las líneas de investigación de una manera más directa y activa y, en definitiva, servir como motor de la cultura e innovación científicas.

V. Conclusión

Las prácticas científicas en el siglo XXI no pueden ser analizadas sin tomar en cuenta el papel metodológico y epistemológico de las tecnologías computacionales por las posibili-

dades que ofrecen para la constitución de comunidades científicas virtuales. Se ha mostrado que dicho papel epistemológico propicia y facilita un modelo de innovación distribuida colaborativa y transparente frente a modelos empresariales de innovación competitiva, opaca y excluyente.

Las posibilidades de dicho modelo social y tecnológico pueden ser aprovechadas para democratizar de manera efectiva la innovación en investigación científica, tanto entre las comunidades científicas de todos los países, como de cara a los propios ciudadanos. Desde este punto de vista, asegurar el acceso abierto a todos los datos y resultados de la investigación científica en formato digital, proponer sistemas de revisión abierta y participativa e incrementar la producción de software libre que reduzca la complejidad de las tareas de investigación pueden ser las herramientas para crear un nuevo contexto tecnológico e informacional para la investigación científica. Dicho contexto facilita la participación de todos los científicos y de todos los ciudadanos interesados en las labores de producción de conocimiento científico.

Más allá de la participación de los usuarios en los procesos de decisión sobre las líneas de investigación, la sociedad reclama cada vez más un mayor grado de control del riesgo asociado a los nuevos productos tecnocientíficos. El tipo de participación directa en los procesos de innovación que se ha pro-

puesto puede redundar no sólo en la democratización de la innovación tecnocientífica, sino en nuevas fuentes de innovación, los propios ciudadanos, que pueden ampliar el rango y los objetivos de la investigación científica, garantizando así también la relevancia de sus resultados para la sociedad en su conjunto y, con ella, su propia supervivencia.

Referencias bibliográficas

- BEZROUKOV, N. (1999). "Open Source Software Development as a Special Type of Academic Research (Critique of Vulgar Raymondism)". *First Monday*, 4 (10). http://firstmonday.org/issues/issue4_10/bezroukov/index.html
- CASTELLS, M. (1996). *La era de la información: Economía, sociedad y cultura*. Vol. 1: *La sociedad red*. Madrid: Alianza Editorial.
- CASTELLS, M. (2001). *La Galaxia Internet*. Barcelona: Plaza y Janés.
- CROWSTON, K. y HOWISON, J. (2005). The social structure of Free and Open Source software development. *First Monday*, 10 (2). http://firstmonday.org/issues/issue10_2/crowston/index.html
- DALLE, J. M. y DAVID, P. A. (2005). "Allocation of Software Development Resources in Open Source Production Mode". En J. Feller, B. Fitzgerald, S. A. Hissam y K. R. Lakhani (eds.), *Perspectives on Free and Open Source Software* (pp. 297-328). Cambridge, Mass.: MIT Press.
- ECHEVERRÍA, J. (2009). "Avanzamos en al Sociedad del Conocimiento. ¡Innovemos!". *Telos*, 77
- FECYT (ed.). (2004). *Libro Blanco de la e-Science en España*. Madrid: FECYT.
- FELTRERO, R. (2005). "The role of computers in scientific research: a cognitive approach". En L. Magnani y R. Dossena (eds.), *Computing, Philosophy and Cognition* (pp. 87-98). Londres: King's College Publications.
- FELTRERO, R. (2006). "Publicaciones Científicas en Formato Digital. Ventajas Epistemológicas y Sociales del Acceso Abierto". En F. Martínez y L. Peris-Viñe (eds.), *Actas del V Congreso de la Sociedad de Lógica y Filosofía de la Ciencia* (pp. 413-419). Granada.
- FELTRERO, R. (2007). "Cognición y Computadores en las Prácticas Científicas: la Mente Científica Extendida". *Ludus Vitalis*, 27, 87-102.
- FOSTER, I. y IAMNITCHI, A. (2006). *On Death, Taxes and the Convergence of Peer-to-Peer and Grid Computing*. Department of Computer Science, University of Chicago. Disponible en: http://people.cs.uchicago.edu/~anda/papers/foster_grid_vs_p2p.pdf [2007, Octubre].
- GONZÁLEZ-BARAHONA, J., ROBLES, G. y SEOANE, J. (2003). *Introducción al Software Libre*. Disponible en: <http://curso-sobre.berlios.de/introsobre/sobre-all.pdf> [2005, Noviembre].
- HIMMANEN, P. (2002). *La Ética del Hacker y el Espíritu de la Era de la Información*. Barcelona: Destino.
- IANNACI, F. (2005). *The Social Epistemology of Open Source Software Development: the Linux case study*. Unpublished Submitted Dissertation, London School of Economic and Political Science, Londres.
- KELTY, C. (2005). "Free Science". En J. Feller, B. Fitzgerald, S. A. Hissam y K. R. Lakhani (eds.), *Perspectives on Free and Open Source Software*. Cambridge, Mass.: MIT Press.
- PRINGLE, J. (2004). Do open access journals have impact? *Nature (Web Focus)*. <http://www.nature.com/nature/focus/accessdebate/19.html>
- RAYMOND, E. (1998). The Cathedral and the Bazaar. *First Monday*, 3 (3). <http://www.firstmonday.org>
- RAYMOND, E. (2001). *The cathedral and the bazaar: Musings on Linux and open source by an accidental revolutionary*. Nueva York: O'Reilly.
- SCHWEIK, C. M. y SEMENOV, A. (2003). "The Institutional Design of Open Source Programming: Implications for Addressing Complex Public Policy Management Problems". *First Monday*, 8 (1) http://www.firstmonday.org/issues/issue8_1/schweik/index.html
- SHAH, N. H., JONQUET, C., CHIANG, A. P., BUTTE, A. J., et al. (2009). Ontology-driven indexing of public datasets for translational bioinformatics. *BMC Bioinformatics*, 10 (Suppl 2). <http://www.biomedcentral.com/1471-2105/10/S2/S1>
- SUMNER, T. y BUCKINGHAM Shum, S. (1998). "From Documents to Discourse: Shifting Conceptions

- of Scholarly Publishing”, *Proc. CHI 98: Human Factors in Computing Systems* (pp. 95-102). Los Angeles, CA: ACM Press: NY.
- SUMNER, T., BUCKINGHAM Shum, S., WRIGHT, M., BONNARDEL, N., *et al.* (2000). *Redesigning the Peer Review Process: A Developmental Theory-in-Action*. Ponencia presentada en: COOP’2000: Fourth International Conference on the Design of Cooperative Systems, Sophia Antipolis, Francia.
- VON HIPPEL, E. (2001). *Open Source Shows the Way: Innovation by and for Users - No Manufacturer Required!* MIT Site. Disponible en: <http://opensource.mit.edu/papers/evhippel-osuserinnovation.pdf> [2007, 10/10].
- VON HIPPEL, E. (2005). *Democratizing Innovation*. Cambridge, Ma: MIT Press.
- WILLINSKY, J. (2005). “The unacknowledged convergence of open source, open access, and open science”. *First Monday*, 10 (8) http://firstmonday.org/issues/issue10_8/willinsky/index.html
- WILLINSKY, J. (2006). *The access principle: the case for open access to research and scholarship*. Cambridge, Mass.: MIT.

Notas

- 1 Para más información, consultar: [http://en.wikipedia.org/wiki/Add-on_\(Mozilla\)](http://en.wikipedia.org/wiki/Add-on_(Mozilla)).
- 2 Para más información, ver: González-Barahona, Robles y Seoane, 2003, capítulos 7 y 8; Raymond, 1998, Iannaci, 2005 pág. 366.
- 3 Una descripción más exhaustiva de todos estos recursos tecnológicos se puede encontrar en el manual sobre software libre más popular en lengua castellana (González-Barahona *et al.*, 2003).
- 4 Se puede encontrar información de estos proyectos y una recopilación de los mismos en: http://en.wikipedia.org/World_Community_Grid.
- 5 Para una propuesta conceptual y tecnológica ver la página del proyecto JIME en <http://www-jime.open.ac.uk> y sus propuestas conceptuales en: Sumner y Buckingham Shum, 1998; Sumner, Buckingham Shum, Wright *et al.*, 2000. También algunas revistas comerciales han experimentado con el *open peer-review*, por ejemplo, Nature: <http://www.nature.com/nature/peerreview/debate/nature05535.html>.
- 6 Una primera aproximación a las cuestiones generales de estas iniciativas institucionales se puede encontrar en: http://www.consorciodrono.es/noticias_eventos/evento11.html.
- 7 Para más información, consultar: Shah, Jonquet, Chiang *et al.*, 2009.
- 8 Algunos ejemplos de las propuestas más "populares" son el proyecto: <http://www.climateprediction.net>, impulsado por la BBC para elaborar modelos computacionales que puedan predecir los efectos del cambio climático o el proyecto SETI@home que propone el uso de software colaborativo para analizar las señales provenientes del espacio en busca de vida inteligente.
- 9 Uno de los proyectos más conocidos, y que integra los aspectos técnicos y éticos, es el de la comunidad DIYbio: <http://diybio.org>.

¹⁰ Un resumen de esa historia se puede consultar en: <http://abcnews.go.com/Health/ColdandFluNews/wireStory?id=6527921>.

