

DE LA CIENCIA ABIERTA A LA TECNOLOGÍA ABIERTA

FROM OPEN SCIENCE TO OPEN TECHNOLOGY

EDUARD AIBAR

Universidad Oberta de Catalunya
eaibar@uoc.edu

PETER DUNAJCSIK-MAXIGAS

Universitat Oberta de Catalunya
maxigas@anargeek.net

RECIBIDO: 23/04/2014

ACEPTADO: 02/06/2014

Resumen: Este artículo analiza algunos de los aspectos más importantes de los movimientos actuales por la ciencia y la tecnología abiertas y su relación con la producción colaborativa. En el terreno de la ciencia, se tratan especialmente los problemas en torno al sistema de publicación y su relación con un proceso más amplio de privatización y mercantilización crecientes de la ciencia. La tecnología abierta se vincula, más que al *software* libre, como es habitual, a los principios de la ciencia abierta. Se analizan diversas instancias de tecnología abierta en el entorno de los *hackerspaces*, a partir de un trabajo etnográfico internacional, y se propone el concepto de artefactos *inacabados* para considerar mejor las implicaciones sociales y políticas de esta nueva manera de acometer el diseño tecnológico.

Palabras clave: ciencia y tecnología abierta, *software* libre, hackerspace, artefactos inacabados.

Abstract: This article discusses some of the most important aspects of current movements for open science and technology and their relationship with peer production. In the realm of science we focus on the issues surrounding the publishing system and link them to a broader process of increasing privatization and commodification of science. Open technology is traced back to open science principles – rather than to free *software*, as usual narratives do. Different instances of open technology are analyzed in the context of *hackerspaces*, through an international ethnographic research, and the concept of *unfinished artifacts* is proposed in order to grasp the social and political implications of this new way to undertake technological design.

Keywords: open science and technology, free *software*, hackerspace, unfinished artifacts.

Introducción

Durante la década de los noventa se extendió en el mundo académico la percepción de que las tecnologías digitales y, en especial, la emergencia de Internet y de la World Wide Web, harían realidad en un breve espacio de tiempo el sueño de convertir la inmensa mayoría de las publicaciones científicas en

documentos fácilmente accesibles a través de la red. Lo cierto es que, en pocos años, la práctica totalidad de las revistas académicas estrenaron versiones digitales — que en muchos casos siguen conviviendo con el formato clásico en papel — que algunas han dejado de lado el papel y sólo se publican en soporte digital y que han surgido muchas nuevas en formato únicamente electrónico.

Sin embargo, el sueño del acceso universal no se ha cumplido en absoluto. De los 1,66 millones de artículos científicos que se publicaron en 2011, sólo un 17% eran accesibles de forma abierta en la World Wide Web (Laakso y Björk 2012). La mayor parte de artículos científicos sólo son accesibles previo pago de la suscripción o por medio de bases de datos muy caras. Los ejemplares en papel de las revistas científicas que antes consultábamos en las bibliotecas aseguraban un cierto grado de descentralización y de acceso amplio. En cambio, con las versiones digitales aumenta el control de las editoriales — a menudo gracias a licencias muy restrictivas (Hess y Ostrom 2007: 14). La digitalización del conocimiento científico se está utilizando en gran parte para restringir su consulta y dificultar la libre circulación de las ideas.

A pesar de que la distribución de buena parte de revistas científicas se hace ahora electrónicamente y, en consecuencia, el coste de este proceso ha bajado muchísimo y, a pesar de que la tarea de edición también se ha simplificado porque los autores utilizan procesadores de textos y deben enviar sus trabajos con formatos digitales muy pautados, esta reducción sustancial del coste real de la publicación no se ha traducido en una disminución del precio de las revistas, sino al contrario. En el periodo 1986-2006 el precio de las revistas científicas ha aumentado un 220%, mientras que el coste de la vida ha subido un 86 %. Las bibliotecas universitarias pueden llegar a pagar 15.000 € por la suscripción a una sola revista. Elsevier el grupo editorial más importante en el ámbito académico, obtuvo en 2010 unos ingresos de 3.200 millones de dólares, con un margen de beneficio del 37%. Otras grandes editoriales académicas como Springer o Wiley & Sons tienen márgenes aún mayores. Además, las editoriales y empresas que agregan información científica obligan actualmente a las bibliotecas a firmar contratos — con licencias muy restrictivas — para acceder a su material digital. Estos contratos suelen forzar las bibliotecas a comprar paquetes enteros de revistas (algunas de muy poco interés), permiten centralizar el control sobre los flujos de la información (anulando algunas de las libertades básicas de los usuarios previstas por las leyes de propiedad intelectual, como la reproducción o la cita) y, en muchos casos, impiden a las bibliotecas hacer préstamos de las obras a usuarios externos o archivar y preservar los contenidos (Kranich 2007).

El crecimiento exponencial y desorbitado de los precios de las revistas científicas ha motivado que la mayor parte de bibliotecas académicas hayan

tenido que reducir considerablemente tanto el número de suscripciones como el de adquisiciones de libros. La progresiva transferencia del control de la publicación de las sociedades científicas (entidades sin ánimo de lucro) hacia empresas editoriales privadas ha tenido como consecuencia, además de este aumento del precio de la página publicada — que algunos estudios calculan en seis veces —, una crisis patente en el sistema de publicación científica y un cuestionamiento del rol que tienen las universidades en el proceso, puesto que no sólo financian la investigación de sus profesores y la ceden gratuitamente a editoriales privadas, sino que luego se la vuelven a comprar a través de sus bibliotecas a precios astronómicos.

En enero de 2012 un grupo de científicos tomó la iniciativa de organizar un boicot a Elsevier para denunciar esta situación insostenible y promover el acceso abierto a la información científica. Bajo el lema *The Cost of Knowledge* los académicos que lo deseen pueden comprometerse a dejar de actuar como revisores, autores o editores en las revistas de este grupo¹. En septiembre de 2013 más de 13.000 científicos se habían sumado a la iniciativa.

La privatización creciente del conocimiento científico

Los economistas destacan el carácter difícilmente *excluíble* de algunos bienes comunes — la dificultad de excluir a alguien de uso o disfrute. No se trata, sin embargo, de una característica intrínseca del bien sino que depende de dos factores externos. En primer lugar, de la tecnología, que puede hacer posible la excluibilidad, como ha ocurrido, por ejemplo, con el espectro electromagnético (que los Estados segmentan y venden al mejor postor). En el caso del conocimiento, y pese a lo que en principio creíamos o esperábamos, las tecnologías digitales están posibilitando su excluibilidad e impidiendo el acceso a muchas personas. En segundo lugar, depende del control institucional (legal, político) a que están sometidos. En la actualidad diversas instituciones, desde gobiernos a grandes corporaciones, están fomentando el uso de patentes y otros mecanismos legales de propiedad intelectual para aumentar el carácter excluíble del conocimiento científico. Ante esto, y como veremos a continuación, muchos científicos intentan preservar el acceso libre a los resultados de sus investigaciones. Desgraciadamente, sus instituciones, las universidades y centros de investigación, actúan de manera inconsistente y un tanto errática en ambas direcciones: si por un lado presionan a sus investigadores para que patenten sus

¹ <http://thecostofknowledge.com/>

resultados – y aumenten su valor comercial –, por otro les piden que cuelguen sus artículos en repositorios abiertos (Pestre 2008: 113 y ss).

El caso de las patentes merece una atención destacada. A principios de los ochenta se ampliaron de forma espectacular las condiciones de lo que podía ser patentado. Por una parte, se concedieron derechos de propiedad industrial a resultados de investigaciones cada vez más fundamentales. Por otro, se empezaron a patentar resultados de investigaciones financiadas públicamente y que podían haber sido publicados en revistas científicas. La situación actual es que “las regulaciones que restringían las patentes (...) se han relajado mucho, y el resultado ha sido que ha aumentado considerablemente la posibilidad de controlar el uso comercial de los saberes científicos” (Pestre 2008: 101). En efecto, el abanico de objetos a patentar se ha ensanchado enormemente: desde *software* informático de todo tipo hasta bancos de datos electrónicos, algoritmos matemáticos o métodos de gestión empresarial. Es, sin embargo, en el ámbito biomédico donde el proceso ha sido más polémico. En 1980 se aceptó la patente de una bacteria concebida en un laboratorio y en 1988 la de un ratón modificado genéticamente. De hecho, más del 84 % del ADN humano está hoy afectado por patentes que son propiedad de varias instituciones, tanto públicas como privadas (Rosenfeld y Mason 2013). La sobreutilización de patentes puede provocar que se ralentice el proceso de innovación, se encarezca la investigación fundamental y se reduzca el número de contribuidores potenciales², dado que el coste que los investigadores tienen que pagar para acceder al conocimiento anterior puede llegar a ser mayor que el valor que pueden extraer de sus contribuciones (Benkler 2006: 40; Bertacchini 2012).

Esta situación se explica a menudo como resultado de la progresiva contaminación de una ciencia supuestamente “pura” por parte de intereses económicos o políticos. Sin embargo, la distinción entre *ciencia pura* y *ciencia aplicada* o híbrida (porque se mezcla con intereses industriales o políticos) es espuria, porque la ciencia moderna, como mínimo desde los siglos XVI y XVII, siempre ha recibido el apoyo de los poderes políticos, económicos y militares (Latour 1992: 156). La ciencia pura es un mito creado durante la segunda mitad del s. XIX para preservar una cierta imagen de autonomía precisamente en el momento en que las universidades se abren radicalmente a las técnicas y a la industria. Durante el periodo 1870-1970 la ciencia se convierte, por una parte, en un elemento central de los dispositivos de innovación y en una herramienta

² Si consideramos dos disciplinas emparentadas, como la química computacional y la biología computacional (genómica), la explosión reciente de la segunda se debe a que en ella la práctica totalidad de recursos (bases de datos, programas informáticos e, incluso, ordenadores) son libres o de acceso no restringido.

esencial de la producción masiva. Por otro, la ciencia es asumida por los Estados como instrumento militar y como medio para constituir el Estado-nación.

Durante este período se produce un reparto de tareas entre la ciencia abierta y pública (producida en las universidades y grandes instituciones científicas nacionales) y la privada (en las empresas), y se alcanza un cierto equilibrio entre ambas, gracias en parte a un sistema de patentes relativamente moderado (David 2008). A partir de los años 80 del siglo XX, sin embargo, la doctrina neoliberal comienza a extenderse a muchos gobiernos invadiendo también las políticas sobre la ciencia y la cultura. Por un lado, las transformaciones que hemos destacado en el ámbito de los derechos de autor y del derecho de patentes van en esta dirección; por otra, la presión para que las universidades se adapten al mercado es cada vez más fuerte. De hecho, durante las últimas décadas las universidades – particularmente las estadounidenses y las británicas – se han convertido en los primeros agentes del desarrollo industrial y, en el camino, han abandonado su misión de proveedoras de ciencia abierta. Se han lanzado a promover patentes de todo tipo y a firmar acuerdos de licencia exclusiva con agentes económicos privados – especialmente en los EE.UU., gracias a la Bayh Dole Act de 1980, que permite a las universidades patentar resultados de la investigación realizada con fondos públicos (Pestre 2008: 104).

Sobre todo en los EE.UU., los grandes grupos industriales han penetrado con mucha fuerza en las grandes universidades: han invertido mucho dinero en investigación a cambio de obtener privilegios en la adquisición y la comercialización de los resultados. Cada vez más, las universidades (y los gobiernos) consideran las ideas generadas por sus profesores como bienes comerciales a capitalizar en el mercado y a sus estudiantes como futuro capital humano para las empresas (Schweik 2007: 300).

Ciencia, neoliberalismo y cercamiento digital

Este proceso de privatización creciente del conocimiento científico está teniendo consecuencias muy importantes en los temas y objetos de investigación. Se dejan de lado las cuestiones a largo plazo (que no pueden producir rentabilidad inmediata) o aquellos problemas, como las enfermedades raras, que no afectan a un número potencialmente lucrativo de enfermos/clientes (Lave, Mirowski y Randalls 2010). En términos globales, estamos pasando a un nuevo régimen de convivencia entre la ciencia abierta y la privada en que la primera se convierte en servidora de la segunda (Pestre 2008: 116). Las barreras al acceso y al uso de la información científica tienen como único objetivo favorecer la apropiación

privada del valor de la investigación científica y su conversión en un bien de consumo más. Además, las políticas científicas de corte neoliberal están convirtiendo la ciencia en un ámbito donde la competitividad entre los científicos prevalece sobre la cooperación (Quintanilla 2012).

El jurista norteamericano James Boyle sostiene que estamos viviendo un segundo movimiento de *cercamiento* (Boyle 2003). El primero, y más conocido, comenzó en el s. XVI en Inglaterra, cuando las tierras y pastos comunales fueron progresivamente convertidos en propiedad privada de terratenientes. A finales del XVIII el proceso había culminado en una enorme concentración de la propiedad de la tierra en manos de la aristocracia y, paralelamente, en una gran masa de trabajadores desocupados y desposeídos que proporcionaron mano de obra barata a las fábricas de la nueva sociedad industrial –dos ingredientes básicos para el nuevo régimen capitalista. Según Boyle, estamos viviendo un segundo movimiento de cercamiento, esta vez no sobre bienes materiales sino sobre bienes comunes intelectuales e intangibles. En el caso del conocimiento científico, tanto el fortalecimiento y expansión de las leyes de propiedad intelectual, como el uso de las tecnologías digitales son las herramientas básicas de un proceso que abarca, obviamente, todos los ámbitos de la cultura. Las razones políticas y económicas de este segundo movimiento de cercamiento son complejas y múltiples. Hardt y Negri (2009: 139) destacan que la acumulación capitalista en la actualidad es cada vez más externa al propio proceso de producción y se basa, en cambio, de manera creciente, en la expropiación directa de bienes comunes. No sólo los bienes comunes naturales, sino también los artificiales (el conocimiento y la cultura en general) que, además, son a la vez productos y medios de producción.

Aunque el primer movimiento de cercamiento ha hecho desaparecer casi toda la tierra comunal con el resultado de que la superficie del planeta está en la actualidad dividida casi en su totalidad entre propiedad privada y estatal, en el terreno de la cultura la mayor parte de bienes son todavía comunes: desde el lenguaje hasta la mayor parte del conocimiento científico y la inmensa mayoría de la cultura heredada. El proceso de privatización y mercantilización de la cultura – incluyendo la privatización de la enseñanza pública a todos los niveles– es el nuevo horizonte del neoliberalismo, y la ciencia también está sufriendo las consecuencias.

Producción colaborativa y ciencia

Uno de los principios de la ideología neoliberal es no sólo que la gestión privada es más eficiente que la pública o estatal, sino que la gestión de los bienes comunes por parte de la comunidad es insostenible y siempre conduce al fracaso. El argumento básico es la llamada *tragedia de los comunes*: la explotación comunal de un bien limitado (pastos, bosques, agua) siempre conlleva su sobreexplotación y, finalmente, su agotamiento (Harvin 1968). Un corolario de esta tesis es que la única alternativa a la propiedad privada de un bien es la propiedad pública, es decir, la gestionada por los gobiernos o las administraciones públicas –en ambos casos, mediante estructuras jerárquicas más o menos centralizadas.

Últimamente, sin embargo, diferentes economistas –entre los que figura la premio Nobel Elinor Ostrom– han demostrado que la gestión colectiva de bienes naturales no tiene necesariamente un fin trágico. Sus trabajos han identificado, mediante estudios empíricos de muchos casos reales, los rasgos básicos de una forma de gobernanza descentralizada y horizontal que puede gestionar con éxito los recursos naturales comunes y preservarlos del desastre ecológico, sin la intervención del Estado o de la gestión privada (Ostrom 1990). La misma Elinor Ostrom y algunos de sus colaboradores han comenzado, en los últimos años, a analizar bajo el mismo prisma un nuevo tipo de fenómenos surgidos en el universo digital que han sido agrupados bajo el concepto de *producción colaborativa* o producción entre iguales³. Las iniciativas de *software* libre o Wikipedia son ejemplos canónicos de esta nueva manera de producir y gestionar bienes informacionales comunes, que se sitúa al margen de los mercados y las corporaciones privadas o de las administraciones públicas.

Muchos economistas todavía se preguntan cómo es posible que la colaboración voluntaria y no monetarizada de miles de personas, autoorganizadas mediante mecanismos de colaboración distribuidos y horizontales, esté produciendo bienes culturales de calidad superior o, como mínimo, comparable a sus análogos comerciales. De hecho, aún no entendemos bien esta nueva forma de producción cultural: para algunos autores se trata sin duda de un nuevo *modo de producción*, en sentido fuerte, de la misma manera que hablamos de modo producción esclavista, estatista o capitalista (Bauwens 2009, Riggi 2014); para otros, en cambio, no es más que una nueva forma de explotación, basada en el trabajo no remunerado (Terranova 2000).

³ En inglés *peer production*. El término original y más específico de Benkler (2006) es *commons-based peer production* (producción entre iguales basada en el procomún).

En cualquier caso, la producción colaborativa se apoya en una concepción de la propiedad intelectual basada no en el derecho a la exclusión –como es habitual en los sistemas jurídicos convencionales– sino en el *derecho a la distribución* (Weber 2004: 2). En vez de limitar los derechos del usuario, se trata de garantizarlos. Por eso se habla a menudo de *copyleft* en lugar de *copyright* - o de *all rights reversed* en vez de *all rights reserved*. Se considera que la información y el conocimiento deben poder circular libremente sin ningún tipo de obstáculos. En segundo lugar, se cuestiona y diluye la separación tradicional entre usuarios y creadores de cultura. Por último, los sistemas de producción colaborativa son fácilmente escalables: esto significa que funcionan y permiten la colaboración efectiva, no sólo para grupos reducidos, sino para comunidades enormes formadas por miles de personas.

Existen muchos paralelismos entre producción colaborativa y ciencia abierta (Aibar 2013). No es extraño si tenemos en cuenta que muchos de los primeros miembros de las comunidades de *software* libre eran, en realidad, estudiantes universitarios –algunos de los cuales acabaron abandonando sus carreras universitarias para dedicarse con más intensidad a la programación– que, por tanto, estaban fuertemente impregnados de la cultura científica y académica (Coleman 2012: 64). En cualquier caso, varias iniciativas recientes en el ámbito de la ciencia intentan seguir el modelo de la producción colaborativa, no sólo para preservar la condición de bien común del conocimiento científico, sino también para fortalecer la ciencia abierta ante las amenazas crecientes de la privatización, la comercialización y el cercamiento. Comentaremos brevemente tres ámbitos en los que se están llevando a cabo experiencias destacables en este sentido⁴.

Investigación abierta

El movimiento por la Investigación Abierta aboga por la publicación en abierto, no sólo de los resultados, sino también de los datos, procedimientos y otras herramientas intermedias de la investigación (cuadernos de notas, cuadernos de campo, videos de experimentos, datos de encuestas, etc.) que puedan ser comunicables y potencialmente útiles para otros investigadores (David, den Besten y Schroeder 2010). El ámbito de los datos abiertos es, en este sentido, particularmente importante dado que los datos son, en muchos ámbitos científicos, la materia prima de la investigación. Una experiencia destacable en este terreno es GenBank, una base de datos abierta y accesible en línea, en la que

⁴ En Aibar (2014) se comentan de forma más extensa estas y otras iniciativas en este terreno.

los biólogos pueden depositar y buscar secuencias de ADN de más de 300.000 especies diferentes. En veinte años de vida GenBank se ha convertido en la base de datos más importante para la investigación biológica.

Publicación abierta

En el ámbito de la publicación, el movimiento de revistas Open Access (OA) utiliza nuevos formatos en el terreno de la propiedad intelectual, como las licencias Creative Commons, a fin de promover el acceso abierto al conocimiento científico. Uno de los proyectos pioneros en este terreno es PLoS (Public Library of Science), iniciado en 2003 y que actualmente publica siete revistas científicas en el ámbito de la biomedicina, todas de acceso abierto, con licencias libres y con revisión por pares.

Existen otras iniciativas innovadoras en el ámbito de la publicación. Archiv, por ejemplo, es un repositorio virtual que permite a los físicos compartir sus trabajos sin el plazo de meses o años típico de las revistas convencionales. Actualmente cuenta con más de 700.000 artículos publicados y algunos contadores de citas lo han empezado a indexar para que algunas universidades lo tienen en cuenta a la hora de valorar la producción científica de los candidatos a una plaza de profesor (Nielsen 2011: 194).

También merece la pena destacar la vía radical adoptada por algunas revistas (como *Journal of Peer Production*) que, en lugar de utilizar licencias libres, han decidido situar todos sus contenidos directamente en el *dominio público* – y por tanto abren aún más las posibilidades y libertades de sus lectores – así como introducir cambios en el proceso de revisión – publicando no sólo el artículo final, sino los comentarios de los revisores y la versión original del autor.

Mercado negro y mercado gris

Este tercer apartado recoge dos tipos de iniciativas con enorme impacto que a menudo son olvidadas al tratar la publicación abierta. En primer lugar, lo que podemos denominar el *mercado negro* o ciencia abierta–*opened* (para distinguirla de *open*). Se trata de proyectos como LibGen⁵ que dona acceso a artículos de todo tipo – tengan o no licencias libres–, incluyendo libros académicos escaneados. Se trata de iniciativas en algunos casos alegales, pero que convierten en abierto, de forma activa, una enorme cantidad de conocimiento científico y que tienen muchísimos usuarios.

⁵ <http://lib.freescienceengineering.org/>

En segundo lugar, cabe mencionar el *mercado gris* compuesto por todos aquellos investigadores y profesores que, por desconocer o simplemente no preocuparse por el estatus de los derechos de reproducción de sus trabajos ya publicados en revistas convencionales, deciden ponerlos en abierto en sus propias páginas *web* o *blogs*.

Los orígenes de la cultura *hacker*

Mientras que la ciencia moderna, como hemos visto, se ha concebido habitualmente como un ámbito relativamente autónomo, a pesar de su estrecha simbiosis con el Estado y el capital, la ingeniería ha tenido desde siempre vínculos más explícitos y arraigados con ellos. La “cultura *hacker*” fue desde el principio un movimiento ingenieril que radicalizó, precisamente, las pretensiones de la ciencia autónoma. En primer lugar, porque sus orígenes coinciden con el auge del mito de la autonomía de la ciencia (Levy 1984), pero también por ser una de las subculturas juveniles que nacieron del llamado “*shock cultural*” (Wallerstein 2004) de la década de los 60, en la oleada de revueltas de masas contra la alienación y la explotación en el corazón mismo del capitalismo. En parte debido a la fuerte represión que ejercieron los Estados, mucha de la energía y la ira desatadas encontró su expresión en la cultura y la vida cotidiana. Los vínculos más concretos entre la genealogía de la cultura *hacker* y estas protestas juveniles fueron la revista *Phreak* YIPL (*Youth Line International Party*, 1971-1973) y su sucesora TAP (*Technological American Party*, 1973-1984). Ambas fueron creadas y administradas por Abbie Hoffman y sus colaboradores, que habían encabezado también algunas de las organizaciones contra-culturales de los *yippies* unos años antes.

Pero además, en el período posterior a la Segunda Guerra Mundial tuvo lugar el desarrollo y la masificación de las nuevas tecnologías. Durante la Guerra Fría el desarrollo científico y tecnológico se convirtió en el instrumento principal de la escalada militar y ello contribuyó a generar un ambiente de preocupación y descontento en el mundo académico, que alimentó los deseos de una mayor autonomía.

Mientras que la ciencia siempre se ha basado en una cierta visión del conocimiento como bien común, los vínculos entre la ingeniería y los intereses económicos y políticos han situado la tecnología en una situación muy diferente. Romper tales vínculos se convirtió desde el inicio en objetivo básico de la “cultura *hacker*”. Sin embargo, como señala Coleman (2012), un examen detallado de esta cultura revela un microcosmos de subculturas más pequeñas.

En lo que sigue, vamos a analizar cómo se legitima el *hacking* en la corriente principal en el ámbito de la seguridad informática y, seguidamente, nos centraremos en el terreno de los *hackerspaces*, es decir, del *hacking* sobre *hardware*⁶. El primer caso constituye una buena puerta de acceso a la configuración de la ciencia y la ingeniería en la “cultura *hacker*”, puesto que se trata de la subcultura *hacker* más claramente articulada, coherente e históricamente influyente. El *hacking* de *hardware*, por el contrario, a pesar de su larga historia –los primeros *hackers* tuvieron que construir sus propios ordenadores, tanto dentro como fuera del ámbito académico⁷– no ha conseguido constituirse aún como una cultura tan característica, aunque muchos de sus practicantes son conscientes de sus predecesores.

La investigación independiente en seguridad informática

El llamado *hacking* de *sombrero gris*, también conocido como *investigación independiente*, consiste en buscar vulnerabilidades en el *software* y publicar los resultados en plataformas comunitarias como la lista de correo Full Disclosure (“revelación completa”, activa desde 2002). Esto significa que todos los detalles de la vulnerabilidad encontrada se revelan aunque, en algunas modalidades (*coordinated disclosure*) el investigador contacta con el fabricante del *software* y le da un tiempo para actualizarlo y solucionar el problema. Si bien se trata de una práctica relativamente popular, muchos piensan que daña los intereses de los principales actores alrededor de la industria de la seguridad informática. Las grandes empresas no pueden ocultar a sus clientes los problemas del *software* que les venden, los *hackers* de *sombrero negro* (*crackers*) no pueden ganar dinero con la venta de esas vulnerabilidades y el Estado, por último, no logra regular la investigación independiente. La revelación completa, en resumen, aplica estándares académicos a un problema ingenieril, bajo el principio de tratar el conocimiento (tecnológico) como bien común.

⁶ En este artículo se recogen algunos resultados del trabajo de campo que está llevando a cabo Peter Dunajcsik-Maxigas para su tesis doctoral sobre *hackerspaces*, en el programa de doctorado sobre Sociedad de la Información y el Conocimiento en el IN3 de la UOC.

⁷ Levy (1984) pone como ejemplos el Laboratorio de Inteligencia Artificial del MIT y el *Homebrew Computer Club*.

Hardware abierto: el caso de los hackerspaces

Una narrativa común entre los miembros de *hackerspaces* es que la gente siempre ha manipulado artefactos de forma casera, pero que con la extensión de las redes de comunicación electrónicas, ahora pueden hacerlo de forma colaborativa, organizada y compartiendo recursos (Shirky 2008). Por supuesto, las redes más antiguas, como los BBS (meticulosamente documentadas en Sadofsky 2005) ya proporcionaban contenidos relevantes, pero la ola actual de *hacking* de *hardware* en el contexto de los *hackerspaces* es impulsada por iniciativas como Hack A Day, un blog colectivo editado profesionalmente que presenta diseños de *hardware* y modificaciones de una manera muy accesible y que mantiene un gran repositorio de proyectos. Hack A Day paga a sus editores y principales contribuyentes mediante ingresos publicitarios, aunque la mayoría de los contenidos son producidos por los usuarios.

Existen otros repositorios más especializados. En el ámbito académico, por ejemplo, el repositorio de *hardware* del CERN constituye un caso bastante peculiar ya que contiene los resultados del enorme y complejo ecosistema del CERN: grupos de investigación internacionales, contratistas y desarrolladores internos, principalmente. Sin embargo, también aloja otros proyectos, especialmente en el área de los microcontroladores programables (FPGAs). Dado el carácter emblemático del CERN en el panorama de la ciencia contemporánea, resulta remarcable su clara asunción de responsabilidad social con respecto al público en general.

Thingiverse, administrado por una empresa privada, es un repositorio de modelos tridimensionales que se pueden convertir en objetos tangibles utilizando impresoras 3D. Thingiverse es el YouTube de los modelos tridimensionales con más de 100.000 objetos y no es de extrañar que se haya enfrentado a competidores, boicots y amenazas, a pesar de que la empresa que lo aloja lo publicitara como una contribución emblemática a la comunidad. Lo mantiene una empresa originada en los movimientos de base alrededor de la impresión en 3D, MakerBot, una *spin-off* de un *hackerspace* pionero (NYC Resistor) que desarrolla sus productos y patentes (sic) en simbiosis con la comunidad *peer-to-peer* de impresión 3D RepRap. MakerBot se vio envuelta en una gran controversia, cuando en el año 2012 se descubrió que su nueva impresora Replicador 2 no era totalmente de código abierto (Dickel, Ferdinand y Petschow, en prensa). Las reacciones adversas que este tipo de iniciativas generan entre los usuarios son similares a los problemas de la comunidad académica con Elsevier y los gigantes de la publicación científica, puesto que sus modelos de negocio se

basan en la explotación de bienes comunes informacionales construidos por la comunidad.

A pesar de la existencia de este tipo de repositorios, la documentación de los proyectos en los *hackerspaces* se lleva a cabo principalmente a través de sus propias *wikis* autónomas. Los *hackers* son muy escrupulosos en cuanto a las infraestructuras, cada grupo tiene sus propias ideas al respecto y no son proclives a ceder el control sobre los contenidos o las plataformas de comunicación. Como Määttä y Troxler (2011) señalan, esta fragmentación tiene sus desventajas; en particular, la falta de un formato estándar para el intercambio de diseños y experiencias. En este sentido, la situación es algo similar a lo que ocurre con aquellos documentos científicos a los que sólo se puede acceder libremente a través de las páginas *web* personales –dispersas– de los autores (lo que hemos llamado el *mercado gris* de la publicación abierta). Lo que mejora la situación enormemente es que los *hackerspaces* –siendo una comunidad más pequeña que la académica– mantienen una conversación global continua a través de listas de correo y canales de *chat* (IRC). Los estudios sobre producción colaborativa muestran que las arquitecturas descentralizadas pueden ser sorprendentemente eficaces, pero sólo si se establece una cierta consistencia a través de estándares abiertos compartidos.

El desarrollo de *hardware* abierto, obviamente, tiene un fuerte componente *háptico* que no puede recogerse en las redes digitales. Por lo tanto, los *hackerspaces* –situados normalmente en locales de alquiler– son necesarios para que las personas se reúnan, interaccionen y trabajen juntas. Constituyen, pues, una infraestructura material necesaria para desarrollador *hardware* abierto, que complementa las plataformas de colaboración en línea características del *software* libre. Complementan los bienes comunes cognitivos y la comunidad virtual con bienes comunes tangibles –herramientas, espacios– y con una comunidad “encarnada”.

Artefactos de código abierto

Veamos ahora un par de ejemplos de *hardware* real desarrollado en *hackerspaces*. Más de un entrevistado en esta investigación ha comentado que “los fabricantes montan cosas, mientras que a los *hackers* también les gusta desmontarlas”; algo que se corresponde con la distinción entre ciencia *open* y ciencia *opened* que antes hemos apuntado. Ambos aspectos, obviamente, se complementan entre sí; son el Yin y el Yang de la “cultura *hacker*”.

Desmontar cosas es una antigua tradición en la cultura *hacker*, especialmente en el terreno de la seguridad informática, y ha influido mucho en las prácticas de los *hackerspaces*. Desmontar un diseño cerrado, sin embargo, puede inutilizar un artefacto. Hemos encontrado dos ejemplos interesantes en nuestro trabajo de campo. Uno de ellos proviene del *hackerspace* BitLair en Amersfoort (Países Bajos) y el otro del Progressbar en Bratislava (Eslovaquia). En el primer caso los *hackers* habían alquilado un granero que disponía de un sistema de alarma. El dispositivo seguía los protocolos propietarios Alphatronics SIA-HS y Vebon SecIP que, según el catálogo sus fabricantes, eran “imposibles de descifrar”. El investigador Wilco Baan Hofman, tesorero de BitLair, lideró con éxito la tarea “imposible” de invertir la ingeniería del protocolo y contactó con el fabricante para notificárselo, aunque éste se negó a reconocer el problema (Hofman 2013). Algunos meses más tarde, los *hackers* informaron al Centro Nacional Holandés de Seguridad Cibernética (NCSC) que admitió que el problema constituía una amenaza para la infraestructura nacional neerlandesa, puesto que uno de los protocolos había sido propuesto como estándar nacional. En consecuencia, la administración obligó a la empresa a resolver el problema y esta estableció una nueva línea de productos con la seguridad mejorada, clausurando la anterior.

En el segundo caso los miembros del emergente *hackerspace* Progressbar se dieron cuenta de lo fácil que era copiar y clonar una marca de tarjetas con chip RFID, mientras jugaban con un escáner RFID utilizando la tarjeta de entrada de uno de los miembros (Lupták 2010). Más tarde vieron que ese mismo tipo de tarjetas, configuradas defectuosamente, se utilizaban en Eslovaquia para gestionar la entrada en trenes, transporte público, universidades, bibliotecas o piscinas. Los *hackers* hicieron público cómo clonar estas tarjetas con un aparato lectura/escritura de RFID de 30 € y una tarjeta virgen de 1 € –productos ambos que se pueden adquirir fácilmente por Internet. Al poco tiempo el gobierno ordenó substituir todas las tarjetas por otras más seguras.

Estos dos episodios muestran el impacto que puede tener la investigación independiente sobre seguridad – y, por extensión, el *hardware* abierto. En primer lugar, las revelaciones atrajeron a los *hackerspaces* a muchas personas interesadas y con gran talento y aumentaron la reputación de los centros –en parte a través de las presentaciones que sus miembros hicieron en congresos de *hackers* (en el primer caso con una ponencia titulada “Orquestar la venta de fuego: cómo poner de rodillas a los sistemas de alarma holandeses”). En el proceso los *hackers* crearon, además, una forma original de participación del público en la toma de decisiones tecnológicas. Y lo hicieron mediante el descubrimiento, la documentación y la divulgación de nuevos hechos, y no haciendo lobby, promoviendo campañas o conferencias de consenso. El proceso

fue totalmente ascendente (*bottom-up*) y creado por ciudadanos. Se basaron en dos elementos esenciales de los *hackerspaces*: una cultura relativamente autónoma de pensamiento y prácticas independientes y una “experticia” tecnológica cultivada colaborativamente.

Puede afirmarse, siguiendo la terminología de Heidegger (1993), que la tecnología fue abordada en un contexto de *revelación lúdica* más que en el de la *racionalidad instrumental*. A pesar de que en estos casos los resultados fueron eficaces y contundentes, estos episodios conservan en parte el carácter de bromas –algo que para Coleman (2012) es esencial en la cultura *hacker*. Lo destacable, en este contexto, es que el *hardware* abierto surgió de la voluntad de contribuir al conocimiento procomún, frente a los regímenes propietarios. Además, a través de sus descubrimientos y revelaciones los *hackers* redistribuyen la agencia en el uso de estos dispositivos. Abrir *hardware* en estos casos, no significó tanto una modificación en el diseño de los dispositivos, como una transformación del conocimiento procomún que acabó modificando el significado y el sentido de los dispositivos a través de su recontextualización. En último término, además, la expansión del conocimiento procomún mediante la rotura del cercamiento operado por la propiedad intelectual, acabó influyendo también en el desarrollo tecnológico posterior y en el despliegue de los productos afectados. Nos encontramos, por lo tanto, ante un ejemplo del rol de los usuarios en la configuración del *marco tecnológico* (Bijker 1995, 102) e, indirectamente, en el diseño mismo de la tecnología. Incluso después haber sido “cerradas” por parte de la industria, fue posible revertir y desestabilizar redes tecno-sociales tan firmemente establecidas como un sistema de alarma o un régimen de control de entradas.

Del *hardware* abierto a los artefactos inacabados

Existen otros casos de tecnología abierta en que se producen lo que denominaremos “artefactos inacabados”, en los que sí aparecen cambios significativos en la composición funcional del dispositivo. En estas situaciones, se va más allá de la construcción de un procomún cognitivo con ambición universal – objetivo que se halla en la base de la tecnología abierta (*opened*) que hemos visto. Es útil, por tanto, distinguir aquí también entre *hardware* abierto (*open*) como una manera nueva de diseñar artefactos y *hardware* “que ha sido abierto” (*opened*) como una especie de máquina del tiempo que simplemente hace retroceder el proceso de diseño. De hecho, la enorme dificultad de la ingeniería inversa sobre sistemas cerrados y las inmensas frustraciones que

acarrea a menudo, han influido mucho en el diseño de *hardware* abierto. El interés que despierta la ingeniería inversa radica en su gran dificultad, mientras que el objetivo del *hardware* abierto es construir algo elegante, sencillo y controlado por el usuario –una fuente de placer. Ambos requieren, de todas formas, un gran virtuosismo técnico que es muy apreciado por los entendidos.

Un ejemplo que podemos comentar es el dispositivo *r0ket* que los miembros del *hackerspace* muCCC, en Múnich, crearon para el Chaos Communication Camp de 2011 (Maxigas 2012). Se trata de una fantástica credencial de congreso electrónica que muestra el nombre del portador en una pantalla LCD barata, extraída de móviles Nokia en desuso y con forma de cohete espacial. Sin embargo, también funciona como una placa de desarrollo para una nueva línea de microcontroladores llamados ARM. En su primera función los *hackers* lo llevaban colgado al cuello con una cinta, mientras que para la segunda lo instalaron en sus diseños de *hardware* abierto para controlar otros dispositivos electrónicos –por ejemplo, una extensión que se vendía junto al *r0ket* llamada la “Llama” se podía acoplar a su parte inferior para improvisar una mini linterna (¡una artillería indispensable en un campamento de *hackers*!).

De hecho, la placa de desarrollo se utilizó como componente en una amplia gama de dispositivos desarrollados durante el campamento. Cuatro *r0kets* controlaban las ruedas de un pequeño coche de juguete, mientras que otro actuaba como control remoto. El *r0ket* sirvió también como interfaz para el contador Geiger Do It Yourself desarrollado tras la catástrofe de Fukushima. Las múltiples entradas y salidas previstas por los diseñadores hacen que sea fácil conectar este pequeño dispositivo a cualquier cosa que pueda enviar o recibir corrientes eléctricas.

Sin embargo, la característica más interesante del *r0ket* es una antena que permite establecer una *red mallada*⁸ inalámbrica con otros *r0kets*. Se han desarrollado ya diversas aplicaciones de esta funcionalidad: un localizador de sesiones para congresos, una aplicación de citas que alerta a los usuarios de la presencia de posibles compañeros, un programa para enviar mensajes cortos del tipo SMS, o un protocolo para intercambiar tarjetas de visita electrónicas. Evidentemente, el diseño abierto del dispositivo permite realizar un número ilimitado de modificaciones.

El dispositivo *r0ket* no sólo amplía el conocimiento procomún o sirve para deconstruir un dispositivo cerrado. En cierto modo, también reinventa el teléfono móvil. Como explica Maxigas (en prensa), los *hackers* adoptan de mala gana los

⁸ Una red mallada es una topología particular de red que se caracteriza porque cada nodo está conectado a todos los demás.

teléfonos móviles debido a sus protocolos de comunicación cerrados, a la infraestructura centralizada en que se apoyan y a la disminución del control por parte del usuario que implican. En contraste, el r0ket utiliza un estándar abierto para la comunicación, se basa en una red mallada descentralizada y tiene habilitadas opciones de privacidad que permiten el anonimato. Es una tecnología *inacabada* en el sentido de que sólo un enjambre de usuarios puede hacer que funcione como un dispositivo de comunicación.

El r0ket también está inacabado en cuanto a la trayectoria “natural” por la que suelen pasar los artefactos después de la fase de investigación y desarrollo. La forma de *producto* es la categoría ontológica que los objetos técnicos toman “por defecto” en un entorno de economía capitalista como el nuestro. La mayor parte de los objetos que nos rodean, especialmente los aparatos electrónicos, han pasado por el mercado y se han convertido en artículos de consumo. Aunque el r0ket ha llegado también al mercado (Maxigas 2012) y todavía se vende (a través de Pollin, un proveedor de electrónica) se trata sólo de un pequeño número de unidades sobrantes que no fueron distribuidos en el Chaos Communication Camp. La empresa Pollin accedió a comprarlos como un acto de apoyo a la comunidad. En agudo contraste con la electrónica de consumo, tanto el proceso de diseño como todas las aplicaciones mencionadas tuvieron lugar antes de llegar al libre mercado y cuando eso ocurrió, supuso prácticamente su obsolescencia.

Kopytoff (1986) señaló hace tiempo que centrarse en los productos del mercado para el estudio de la cultura material, supone restringirse a una sola fase que, a veces, ni siquiera es la más importante en la biografía de los objetos. Este autor proporcionó un análisis seminal del proceso básico de mercantilización de los objetos y abogó por un estudio más profundo del movimiento de las cosas hacia dentro o fuera de este estatus ontológico particular. Lo verdaderamente interesante de los artefactos electrónicos que pueblan los *hackerspaces* es cómo intentan evitar la mercantilización y cómo esto acaba modificando su composición funcional (diseño). Lo que observamos en los artefactos inacabados es que los *hackers* problematizan la mercantilización transformándola en una cuestión política de diseño, que a su vez acaba reconfigurando a los mismos usuarios. Mientras que Kopytoff plantea el problema en términos puramente analíticos, los *hackers* lo convierten en objeto de reflexión, discusión y transformación, en su doble rol de usuarios y diseñadores.

Observaciones finales

Quizás llegue el día en que el *hardware* abierto transforme el mercado de la electrónica de consumo, pero por ahora constituye más bien una práctica, subversiva, reveladora y *empoderadora* que articula una visión alternativa de la tecnología. Los diseños de *hardware* abierto, con algunas notables excepciones (como Ecology 2013), son proyectos personales o iniciativas comunitarias pensadas para ser disfrutadas y utilizadas por los sus constructores y personas afines. Suponen una crítica práctica al diseño tecnológico condicionado por la mercantilización y se traducen en prácticas educativas emancipadoras y en una nueva forma de expresión.

Si bien las definiciones de *software* libre se basan casi exclusivamente en las licencias que se utilizan, la caracterización del “*hardware* de código abierto” (Association 2008) incluye principios de diseño. Esto debe verse como parte del proceso de aprendizaje en el que se transmiten las lecciones de una ola de tecnología abierta a la siguiente. En la actualidad ha comenzado ya un cierto proceso de formalización del *hardware* abierto, pero el panorama global sigue poblado de prácticas informales –tal y como ocurría con el *software* libre antes de las licencias libres.

Lo que aún no se contempla en las definiciones habituales es que no sólo importan los aspectos jurídicos y técnicos, sino también las propias políticas organizativas. En otras palabras, una buena licencia y un buen diseño tienen que ser complementados con la organización democrática del proceso de desarrollo, para que los diseñadores y los usuarios puedan participar y dirigirlo. Existe una gran tradición en este terreno y un montón de buenas prácticas, algunas de las cuales se han generalizado, pero esta cuestión no constituye aún parte de la comprensión canónica de la tecnología abierta. El Open Governance Index (VisionMobile 2011) es un excelente paso en esta dirección, ya que define explícitamente las estructuras de gobernanza como parte esencial de la “apertura” en el desarrollo de la tecnología. Es posible que esto influya en el emergente panorama del Do It Yourself *bio* –la biología sintética es la última ola de tecnologías que han inundado los *hackerspaces* (Delfanti 2013). De hecho, una de las mayores ventajas estratégicas de la teoría de la producción colaborativa es que pone sobre la mesa la cuestión de la gobernanza en el ámbito de la tecnología. Los artefactos inacabados suponen una radicalización del *hardware* abierto puesto que no sólo se ponen a disposición del público sus planos, sino que su composición funcional y las relaciones sociales implicadas en su producción también se estructuran abiertamente, de forma que los usuarios pueden acabarlos como quieran.

Como hemos señalado anteriormente, las iniciativas en pro del acceso libre al conocimiento están recibiendo impulsos destacables en el terreno de la ciencia abierta. De hecho la producción colaborativa está sirviendo de inspiración a algunos de los movimientos y proyectos en defensa de la ciencia abierta. Sería muy importante, sin embargo, que todo lo aprendido en las últimas décadas en cuanto a licencias libres, problemas de diseño y prácticas de gobernanza, alimentase también las discusiones y reflexiones en torno la producción de conocimiento científico. Hay que prestar igual atención a las cuestiones de gobernanza que a los aspectos legales y técnicos si se considera realmente importante asegurar y aumentar el carácter abierto del conocimiento, en un régimen de trabajo y colaboración más democrático y eficiente, que pueda beneficiarse plenamente de los avances tecnológicos. Nuestra modesta propuesta es contribuir a este proceso mediante la conceptualización de las prácticas multifacéticas de la tecnología de código abierto, como producción de artefactos *inacabados*.

Bibliografía

- AIBAR, E. 2013. “Producción colaborativa y ciencia: un estudio empírico sobre las percepciones y prácticas del profesorado universitario respecto la Wikipedia”. En: G. González Alcaide, Gómez Ferri, J. y Agulló, V. (eds.). *La colaboración científica: una aproximación multidisciplinar*. Valencia: Nau Llibres; 381-392.
- AIBAR, E. 2014. “Ciència oberta, encerclament digital i producció col·laborativa”. En: T. Iribarren, O. Gassol y E. Aibar (eds.). *Cultura i tecnologia: els reptes de la producció cultural en l'era digital*. Lleida: Punctum; 99-120.
- Association, Open Source *Hardware*. 2008. “Open Source *Hardware* (OSHW) Definition 1.1.” <http://freedomdefined.org/Definition> (consultado el 31 de mayo de 2014).
- BAUWENS, M. 2009. “Class and capital in peer production”. *Capital & Class* 33 (1): 121-141.
- BENKLER, Y. 2006. *The wealth of networks. How social production transforms markets and freedom*. New Haven: Yale University Press.
- BERTACCHINI, E. 2012. “Contractually constructed research commons: a critical economic appraisal”. En: M. DULONG DE ROSNAY y J. C. DE MARTIN (eds.). *The Digital Public Domain: Foundations for an Open Culture*. Cambridge: Open Book Publishers; 95-110.

- BIJKER, W. E. 1995. *On Bicycles, bakelite, and Bulbs. Elements for a Theory of Socio-Technical Change*. Cambridge, MA.: MIT Press.
- BOYLE, J. 2003. “The second enclosure movement and the construction of the public domain”. *Law and contemporary problems* 66 (1/2): 33–74.
- COLEMAN, G. 2012. *Coding freedom: the ethics and aesthetics of hacking*. Princeton University Press.
- DAVID, P. A. 2008. “The Historical Origins of ‘Open Science’. An Essay on Patronage, Reputation and Common Agency Contracting in the Scientific Revolution”. *Capitalism and Society* 3 (2): 1-106.
- DAVID, P., M. den BESTEN y R. SCHROEDER. 2010. “Will e-Science Be Open Science?” En W.H. DUTTON y P. W. JEFFREYS (eds.). *World Wide Research: Reshaping the Sciences and Humanities*. Cambridge (MA): MIT Press; 299-316.
- DELFANTI, A. 2013. *Biohackers: The Politics of Open Science*. Londres: Pluto Press.
- DICKEL, S., J.P. FERDINAND y U. PETSCHOW. (en prensa). “Shared Machine Shops as Real-World Laboratories.” *Journal of Peer Production*.
- ECOLOGY, Open Source. 2013. “About.” <http://opensourceecology.org/about-overview/> (consultado el 31 de mayo de 2014).
- HARDT, M. y A. NEGRI. 2009. *Commonwealth*. Cambridge (MA): Harvard University Press.
- HARVIN, G. 1968. “The Tragedy of the Commons”. *Science* 162 (3859): 1.243-1.248.
- HEIDEGGER, M. 1993. “The Question Concerning Technology”. En D.F. Krell (ed.): *Martin Heidegger: Basic Writings from “Being and Time” (1927) to “the Task of Thinking” (1964)*. San Francisco: HarperCollins.
- HESS, C. y E. OSTROM. 2007. “Introduction: An overview of the knowledge commons”. En C. HESS y E. OSTROM (eds). *Understanding Knowledge as a Commons. From Theory to Practice*. Cambridge (MA): MIT Press; 3-36.
- HOFMAN, W.B. 2013. “Bringing Dutch Alarm Systems To Their Knees”. Presentación en el congreso HITB, Amsterdam. <http://www.securitytube.net/video/8491>(consultado el 31 de mayo de 2014).
- KOPYTOFF, I. 1986. “The Cultural Biography of Things: Commoditization as Process.” En: A. Appadurai (ed.). *The Social Life of Things: Commodities in Cultural Perspective*. Cambridge: Cambridge University Press.
- KRANICH, N. 2007. “Countering enclosure: reclaiming the knowledge commons”. En C. HESS y E. OSTROM. *Understanding Knowledge as a Commons. From Theory to Practice*. Cambridge (MA): MIT Press; 85-122.

- LAAKSO, M. y B. BJÖRK. 2012. "Anatomy of open access publishing: a study of longitudinal development and internal structure". *BMC Medicine* 10: 124. <http://www.biomedcentral.com/1741-7015/10/124> (consultado el 31 de mayo de 2014).
- LATOUR, B. 1992. *Ciencia en acción. Cómo seguir a los científicos e ingenieros a través de la sociedad*. Barcelona: Labor.
- LAVE, R., P. MIROWSKI y S. RANDALLS. 2010. "Introduction: STS and neoliberal science". *Social Studies of Science* 40 (5): 659–675.
- LEVY, Steven. 1984. *Hackers: Heroes of the Computer Revolution*. Doubleday: Anchor Press.
- LUPTÁK, P. 2010. July. "Mifare Classic Analysis". Presentación. <http://www.slideshare.net/nethemba/mifare-classic-slides> (consultado el 31 de mayo de 2014).
- MÄÄTTÄ, A. y P. TROXLER. 2011. "Developing Open & Distributed Tools for Fablabproject Documentation." En: *Proceedings of the 6th Open Knowledge Conference*. Berlin; http://www.academia.edu/1964060/Developing_open_and_distributed_tools_for_Fablab_project_documentation (consultado el 31 de mayo de 2014).
- MAXIGAS (en prensa). "*Hackers Against Technology: Three Cases of Nonappropriation*." *Science, Technology and Human Values*.
- MAXIGAS. 2012. "This Is RÖket Science!: Modernity, Capitalism, Liberalism and Hacker Culture." Masters' Thesis in Sociology and Social Anthropology at the Central European University, Budapest. http://www.etd.ceu.hu/2012/dunajcsik_peter.pdf (consultado el 31 de mayo de 2014).
- NIELSEN, M. 2011. *Reinventing discovery: the new era of networked science*. Princeton (NJ): Princeton University Press.
- OSTROM, E. 1990. *Governing the commons: The evolution of institutions for collective action*. Cambridge: Cambridge University Press.
- PESTRE, D. 2008. *Ciència, diners i política*. Santa Coloma de Queralt: Obrador Edèndum.
- QUINTANILLA, M. A. 2012. «El pensamiento científico y la ideología de izquierdas» *Página Abierta* 218 (febrero). <http://www.pensamientocritico.org/migqui0312.htm> (consultado el 31 de mayo de 2014).
- RIGI, J. 2014. "The Coming Revolution of Peer Production and Revolutionary Cooperatives. A Response to Michel Bauwens, Vasilis Kostakis and Stefan Meretz". *Communication, Capitalism and Critique* 12 (1): 390-404.

- ROSENFELD, J. A. y C. E. MASON. 2013. "Pervasive sequence patents cover the entire human genome". *Genome Medicine* 5 (3): 27. <http://genomemedicine.com/content/5/3/27> (consultado el 31 de mayo de 2014).
- SADOFSKY, Jason Scott. 2005. "BBS: The Documentary." Documental. <http://www.bbsdocumentary.com/> (consultado el 31 de mayo de 2014).
- SCHWEIK, C. M. 2007. "Free/open-source *software* as a framework for establishing commons in science". En C. HESS y E. OSTROM (eds.). *Understanding Knowledge as a Commons. From Theory to Practice*. Cambridge (MA): MIT Press; 277-310.
- SHIRKY, C. 2008. *Here Comes Everybody: The Power of Organizing Without Organizations*. Nueva York: Penguin Press.
- TERRANOVA, T. 2000. "Free labor: Producing culture for the digital economy". *Social text* 18 (2): 33-58.
- VISIONMOBILE. 2011. *Open Governance Index: Measuring the True Openness of Open Source Projects from Android to WebKit*. Londres: VisionMobile.
- WALLERSTEIN, I. 2004. *World-Systems Analysis: An Introduction*. Londres: Duke University Press.
- WEBER, S. 2004. *The success of Open Source*. Cambridge (Mass.): Harvard U.P.