



El movimiento Maker y los procesos de generación, transferencia y uso del conocimiento

The Maker movement and the processes of generation, transfer and use of knowledge

Yalú Maricela Morales Martínez^{a*}, Gabriela Dutrénit Bielous^{b*}

*Universidad Autónoma
Metropolitana

RESUMEN

A nivel internacional se observa una rápida irrupción de tecnologías que involucra a la impresión 3D, robótica, inteligencia artificial, internet de las cosas, entre otras, con diferentes niveles de desarrollo y repercusiones en ámbitos diversos. El despliegue de la llamada “revolución digital” parece avizorar una tendencia al desvanecimiento de la división entre el mundo físico y el mundo de la información. Si bien en el pasado una red de fabricación, distribución y comercialización a escala industrial llevaba los productos a manos del consumidor, hoy en día, con la maduración de la impresión 3D, las computadoras tienen el potencial de reproducir productos directamente desde archivos digitales. Este fenómeno se inscribe en la llamada “democratización de las herramientas de diseño y fabricación”, configurando al “movimiento Maker” en una de sus expresiones culturales más interesantes, bajo el lema de “hágalo usted mismo”. El objetivo de este trabajo es analizar el surgimiento del movimiento Maker, describir los conceptos que definen la esencia del movimiento, así como explorar los desafíos que conllevan estos cambios en la generación, transferencia y uso del conocimiento. Este trabajo se basa en una amplia revisión de literatura, que desde diferentes cuerpos teóricos y metodologías, aborda estos temas emergentes.

ABSTRACT

At the international level there is a rapid emergence of technologies that involve 3D printing, robotics, artificial intelligence, the internet of things, among others, with different levels of development and repercussions in different areas. The deployment of the so-called “digital revolution” seems to envision the fading of the division between the physical world and the information world. While in the past a manufacturing, distribution and commercialization network on an industrial scale took the products to the consumer, nowadays, computers with the maturation of 3D printing have the potential to reproduce products directly from digital files. This phenomenon is part of the so-called “democratization of design and manufacturing tools”, configuring the Maker movement in one of its most interesting cultural expressions, under the motto of “do it yourself”. The aim of this work is to analyze the emergence of the Maker movement, describe the concepts that define the essence of the movement, as well as explore the challenges involved in the generation, transfer and use of knowledge. This paper is based on a broad revision of literature, which from different bodies and using different methodologies, explores this emerging topic.



Recibido: 5 de octubre de 2017;
aceptado: 13 de noviembre de 2017



Palabras clave:
Movimiento Maker,
Revolución digital, Cuarta
Revolución Industrial,
Democratización de las
herramientas de diseño
y fabricación, Procomún
contemporáneo.



Keywords: Maker Move-
ment, Digital Revolution,
Fourth Industrial Revo-
lution, Democratization
of design and manufac-
turing tools, Commons-
based peer production.



Se autoriza la reproducción total o parcial de los textos aquí publicados siempre y cuando se cite la fuente completa y la dirección electrónica de la publicación. CC-BY-NC-ND

INTRODUCCIÓN

La revolución industrial que al parecer está emergiendo se asocia a un conjunto de tecnologías de vanguardia que comprende la automatización, manufactura 4.0, impresión 3D, robótica, inteligencia artificial e internet de las cosas, entre otras. Estas tecnologías están en fase de difusión y se interconectan en diferentes niveles y entornos. Por ejemplo, cuando se habla sobre la automatización, se comprende que hay detrás el uso de sistemas o elementos computarizados y electromecánicos que controlan robots y maquinaria reemplazando operadores humanos. A su vez, la industria 4.0 se refiere a la modernización de la industria en un grado de sofisticación que involucra automatización, inteligencia artificial e internet de las cosas, de forma que mediante sistemas inteligentes de red digital será posible la producción personalizada y la autogestión de los procesos de producción.

Las tecnologías de la información y comunicación estructuralmente han contribuido a modificar globalmente el conjunto de prácticas organizacionales, económicas, políticas y sociales al interior de empresas, universidades, centros de I&D e instituciones de diversa naturaleza. Las computadoras, la red informática mundial *World Wide Web* e internet, se han convertido en un medio de acceso para crear y expandir ideas, engendrar comunidades y movimientos, además de nuevas actividades económicas.¹

Una manifestación novedosa al respecto es el movimiento Maker o la cultura de “hágalo usted mismo”. Este neologismo se remite a la reducción de las barreras a los innovadores facilitando la creación de prototipos mediante programas o sistemas de Diseño y Fabricación Asistido por Computadora (CAD-CAM). Bajo esta modalidad, la innovación ha experimentado un giro importante a través de la digitalización en el diseño y manufactura, adoptando un esquema más abierto e interconectado similar a la web. Al respecto, Anderson (2013) explica que la pericia del taller mecánico está reproduciéndose en algoritmos de software:

El hacer cosas se ha vuelto digital, ahora los objetos físicos empiezan siendo diseños en pantalla y estos diseños pueden ser compartidos en línea en forma de archivos. Esto ha venido ocurriendo en las décadas pasadas en fábricas y en tiendas de diseño industrial, pero ahora también está pasando en los ordenadores de los consumidores y en los talleres caseros. Y una vez que una industria se hace digital, cambia de forma muy profunda, como hemos visto en las ventas minoristas y en la edición. La mayor transformación no reside en la manera en que se hace las cosas, sino en quién las hace. Una vez que las cosas pueden hacerse en ordenadores normales, cualquiera las puede hacer. Y eso es exactamente lo que vemos ocurrir hoy en la manufactura. (p. 34)

Bajo este tipo de esquema subyace un sentido de democratización de las herramientas de diseño y producción, con un efecto que ha trascendido hacia plataformas de colaboración global, algunas de las cuales se han institucionalizado como la red a nivel mundial de Lab-Fabs (Laboratorios de Fabricación Digital), las plataformas de electrónica en código abierto como Arduino, los servicios de fabricación en la nube con empresas desde Shapeways hasta Alibaba, y las plataformas de colaboración creativa para financiamiento y distribución como Kickstarter y Etsy, respectivamente.² Todas estas iniciativas redefinen las funciones clásicas de los actores de la innovación: tradicionalmente la empresa tenía la función principal, ahora diferentes comunidades virtuales asumen un lugar destacado. Este cambio trae consigo retos y oportunidades a las formas clásicas de vinculación academia-empresa, basadas principalmente en relaciones presenciales entre estos actores.

El movimiento Maker se encuentra inmerso en la dinámica moldeada por los inicios de internet, fundado sobre la creación de contenidos de información y conocimiento de forma abierta y compartida; el paso siguiente es hacer cosas tangibles y/o aparatos tecnológicos. Las

¹ Es común utilizar la world wide web (www) e internet de forma indistinta, pero aún cuando están interrelacionadas hay diferencias sutiles. Internet es una red de redes (las computadoras en el trabajo o de universidades son redes comunicándose entre sí), mientras que la www es el sistema con el cual accedemos a internet. De forma metafórica se dice que el internet es la carretera y la www el transporte.

² Los Lab-Fabs son una iniciativa educativa del Center for Bits and Atoms of Massachusetts Institute of Technology, en cuyos recintos se cuenta con procesos técnicos y herramientas para la creación de prototipos. A su vez, en éstos se conforman comunidades que conectan entre sí a estudiantes, educadores, tecnólogos, investigadores, makers e innovadores.

personas detrás de la creación de internet realmente creían en “una cultura donde el intercambio de ideas no fuera restringido”, sino que permitiera expresar las ideas y compartirlas, de manera que a medida que se compartían podía crearse un mundo diferente. Las ideas que explican el surgimiento del movimiento Maker se sustentan en la contribución de Dougherty (2012), Anderson (2013), Rifkin (2015) y Gershenfeld (2012). Asimismo Benkler (2015) marca la pauta de comprensión sobre los modos de producción de información, conocimiento y cultura que están emergiendo en la llamada era del internet, destacando que los medios físicos requeridos, es decir, la capacidad de computación, almacenaje y comunicación, se encuentran en manos de cualquier persona conectada a la web. De esta forma cualquiera bajo estas condiciones puede enrolarse en la dinámica colaborativa de la producción de contenido cultural, conocimiento y otros bienes de información.

El objetivo de este trabajo es indagar sobre el surgimiento del movimiento Maker, describir los conceptos que definen la esencia del movimiento, así como explorar los retos que conlleva para la generación, transferencia y uso del conocimiento. El trabajo colaborativo y el uso de conocimiento compartido son los pilares sobre los que se cimenta el movimiento. Esto desencadena un replanteamiento de la cultura de la producción no sólo en el sentido de cómo se concibe hoy en día la manufactura en diferentes contextos para solucionar problemas reales (hacer cosas tangibles por sí mismos), sino también de la forma en que el conocimiento se genera, transmite y utiliza.

Este tema se inserta en un marco de discusión más amplio acerca de cuál es el alcance que tendrán las denominadas tecnologías exponenciales, en términos del despliegue de una cuarta revolución industrial y su repercusión en las fuentes de la productividad del trabajo, el empleo, las remuneraciones y el bienestar social. Este fenómeno es el telón de fondo pero no focal de este documento. El movimiento Maker es una de las expresiones de estos fenómenos emergentes, que ha trascendido geográficamente y ha sido abordado desde diversos ángulos: comercial, pedagógico, o un cambio que apunta hacia una economía más solidaria e inclusiva. Al ser un tema emergente, la literatura existente es limitada, y no se ha construido aún un marco conceptual claro. Por esto, la metodología utilizada en este trabajo se basa

en la revisión y sistematización de diferentes fuentes de información, que incluyen documentos académicos, informes tecnológicos y otros recursos de la web como revistas industriales especializadas, videos referentes a la temática, entre otras fuentes.

Este trabajo se estructura en siete apartados. El primero de ellos es esta introducción; en el segundo apartado se esboza brevemente la historia de los componentes tecnológicos principales que caracterizan a la llamada era de internet. En el tercero se analizan los conceptos clave que construyen la idea en torno a la “producción entre iguales basado en el procomún”, como sistema socio-económico emergente en el ámbito de las redes digitales, y las estrategias para la producción de información, conocimiento y cultura. En el cuarto se describen los rasgos principales de las formas predominantes de generación, transferencia y uso del conocimiento, así como los canales de vinculación entre academia y empresa. En el quinto se describe a grandes rasgos en que consiste el movimiento Maker bajo la luz de las ideas expuestas en el apartado tres. El sexto discute los retos que impone el movimiento Maker a los canales reconocidos de vinculación entre la academia y la empresa. Finalmente se presentan algunas reflexiones.

CONTEXTO HISTÓRICO: LA ERA DEL INTERNET O LA EXPANSIÓN DE LA REVOLUCIÓN DIGITAL

Podríamos estar experimentando la etapa inicial de un nuevo paradigma, cuyo despliegue está aún lejos de concretarse. Esto ha motivado un interés por analizar las características de las denominadas “revoluciones industriales”. Cada revolución industrial se asocia a cambios profundos en la estructura económica-productiva con repercusiones en el ámbito político y social a nivel internacional. Desde diversas perspectivas se ha abordado el tema de las revoluciones industriales, y se ha buscado establecer una periodización. Así, por ejemplo, desde la óptica económica, Pérez (2002) identifica cinco revoluciones tecnológicas con base al concepto de paradigma tecno-económico. Cada revolución implica una constelación de productos, tecnologías, industrias e infraestructuras y dinámicas nuevas, así como nuevos principios organizativos y formas de resolver problemas.

El periodo actual corresponde a la era de la Informática y las Telecomunicaciones.

Rifkin (2014) discute sobre la irrupción de una tercera revolución industrial, y la define en términos de la fusión de internet de las comunicaciones, internet de la energía e internet de la logística. Advierte que el capitalismo, como hoy lo conocemos, coexistirá con una economía de la colaboración. De la misma forma, Schwab (2015), fundador del Foro Económico Mundial, se refiere a la cuarta revolución industrial, abarcando un amplio rango de tecnologías tales como inteligencia artificial, robótica, internet de las cosas, vehículos autónomos, impresión 3D, nanotecnología, biotecnología, ciencia de los materiales, almacenamiento de energía, computación cuántica y otras. Estas tecnologías divergen en su grado de desarrollo, sin embargo, algunas de ellas han alcanzado un punto de inflexión hacia la fusión del mundo físico, digital y biológico con un profundo impacto en las disciplinas, economías e industrias, además de detonar un replanteamiento del significado mismo del ser humano. De acuerdo a Schwab (2015), esta revolución se distingue por no tener precedente histórico en la velocidad exponencial, alcance e impacto de los sistemas. La circunstancia particular que acompaña este momento disruptivo, es la posibilidad de que miles de millones de personas se conecten a través de un dispositivo con un alto poder de procesamiento y de capacidad de almacenaje, así como un acceso al conocimiento aparentemente ilimitado. Sin embargo, el carácter exponencial de la evolución de estas tecnologías está aún en discusión.

Para fines de este documento se adoptará la visión de Landes (1999), al definir a una revolución industrial como “una instancia de gran cambio o alteración de la situación de alguna cosa determinada... que genera un rápido aumento de la productividad y del ingreso per cápita, revolucionando el orden social y modificando las formas de hacer y de pensar” (p. 246).

¿Qué caracteriza a la supuesta revolución industrial de hoy? Los símbolos tecnológicos que distinguen nuestro tiempo son la computadora y el internet, cuyo carácter o naturaleza se puede clasificar como un tipo de “tecnología intelectual con raíces y modalidades de aprendizaje muy distintas a las de la tecnología anterior” (Bell, 2000, Sección Las trayectorias sobre el cambio social, para. 1). A su vez, de acuerdo con Anderson (2013), la conjugación de la informática y las tecnologías de la comunicación

han ampliado la fuerza y extensión del cerebro. A través de estos medios es posible almacenar, procesar y compartir información de todo tipo: palabras, cifras, sonidos, imágenes en movimiento. El enlazamiento a internet brinda un amplio rango de temas indexados que con sólo un clic de la computadora se direccionan hacia páginas que contienen las referencias en una especie de biblioteca universal en expansión, (Bell, 2000; Carr, 2003; Carr, 2005).

La computadora

El origen de la computadora se remonta hacia 1936 cuando el matemático Alan Turing concibió una máquina universal para realizar cualquier cálculo imaginable. Básicamente se compone de dos partes: el hardware y la infinidad de software que puede descargarse y cambiarse en el mismo dispositivo. Hoy en día, los dispositivos computacionales modernos han desplegado una amplia variedad de aplicaciones que los convierte en una herramienta completamente diferente, ejecutando funciones de grabadora, reproductor de música, escáner o hasta aplicaciones en astronomía, donde la convergencia de la cámara del teléfono y la tecnología GPS permite observar las constelaciones en pleno día.³ Hasta ahora no se había podido actuar y crear cosas directamente en el mundo físico a través de la computadora. Es decir, se requeriría de toda una red de infraestructura para producir (fábricas), distribuir (barcos, trenes, camiones y otros medios para transportar los productos) y comercializar (almacenamiento y mercadotecnia para la venta) los productos. Con la introducción de la tecnología de impresión 3D, las computadoras adquieren la capacidad de crear productos directamente de archivos digitales (conjunto de datos almacenados en un determinado formato electrónico), de la misma forma que las impresoras de papel. El proceso de fusión entre el mundo digital y el mundo físico está propagándose a la esfera productiva, adoptando formas similares a la reproducción de copias de archivos de fotos, música u otro tipo de información. En otras palabras, la tecnología 3D permite que los diseños de productos en el mundo digital se transmuten con el lenguaje informático en una serie de píxeles y bites disponibles en un servidor de internet para ser descar-

³ Comprende las computadoras tradicionales, smartphones, tabletas, convertibles (dispositivo entre laptop y tableta) o phablets (smartphones con pantalla de mayor tamaño).

gados, modificados de forma personalizada e impresos a la escala deseada (Vazhnov, 2013).

Internet

Otro de los hitos tecnológicos del nuevo paradigma tecnológico es el internet. A lo largo del siglo xx, la invención del teléfono, el telégrafo, la televisión, la radio y las computadoras habían establecido los cimientos para la integración de las nuevas tecnologías. La convergencia de los medios de comunicación antes mencionados, fue en gran parte posible gracias al sistema binario representado por los bits, unidad de medida de información. En un punto de la historia tecnológica, emergieron sucesivamente avances tales como el correo electrónico (1961), la conmutación de paquetes creada por Len Kleinrock (1963), el surgimiento de la primera red científica y académica denominada ARPANET por el Departamento de Defensa de Estados Unidos (1969), el protocolo TCP/IC creado por Vint Cerf y Robert Kahn (1974), entre otros. Estos avances dieron lugar al surgimiento de internet. Este es un conjunto descentralizado de redes de comunicación interconectadas que se ha convertido en una herramienta mundial de emisión y disseminación de información, así como en un mecanismo de colaboración interactiva entre personas y computadoras, constituyéndose en objetos o medios de disponibilidad cuasi ubicua (Internet Society, s.f.).

Las funciones clave de las tecnologías de la información (TI): almacenaje, procesamiento y transporte de datos, se han ido *commoditizando* o convirtiéndose genéricamente en factores de producción omnipresentes y de cuasi accesibilidad universal, mientras que la unidad de información “bite” ha sido perfectamente reproducible a un costo virtualmente nulo. Asimismo, la introducción de internet se ha convertido en un canal de entrega de aplicaciones genéricas que ha contribuido al espiral deflacionario en el precio de las tecnologías de la información (Carr, 2003; Carr, 2005).⁴

⁴ En 1965, Gordon Moore, cofundador de Intel, enunció una ley, o más bien una tendencia empírica que predecía la duplicación de la densidad de los circuitos cada dos años, y a menor costo, así, en 1978 el costo de circuitos con capacidad de procesamiento de un millón de instrucciones por segundo era de 480 dólares, disminuyendo drásticamente su costo a 4 dólares en 1985. De forma similar, el costo del almacenaje de datos y su transmisión ha disminuido, circunstancias que han permitido una mayor democratización de la computadora y la remoción de barreras a competidores potenciales (Carr, 2003).

La impresora 3D: conectando el mundo de la computadora y de internet

La impresora 3D integra ambos avances, computadora e internet, y conecta al mundo digital con el físico. Los antecedentes históricos de la impresora 3D tienen su origen en el uso de una técnica de grabado por Joseph Niépce en 1822, pero fue la conjugación de los avances en hardware, software y materiales en los años ochenta, lo que dio paso a su invención.

La impresión 3D es un tipo de manufactura aditiva, que se asiste en principio con el programa CAD (*Computer Aid Design*) para diseñar un modelo tridimensional.⁵ Una vez configurado el objeto se almacena en un archivo en formato STL (*Standar Tessellation Language*). El formato STL es la guía o conjunto de instrucciones para la computadora, y representa el objeto en forma digital, el cual puede ser modificado en sus dimensiones o aplicarse otro tipo de ajuste mediante las herramientas del software de diseño. Una vez configurado el diseño, el software lo divide en una serie de capas o fotografías de cada capa, y la computadora instruye a la impresora para crear el objeto tridimensional. En esencia una impresora 3D es un motor que mueve un cabezal o una plataforma de impresión según el objeto que se vaya a imprimir (Vazhnov, 2013).

La digitalización de los procesos de fabricación con la impresión 3D trasciende al mundo de los productos físicos, por lo tanto la libertad creativa aprovecha las ventajas de una especie de producción artesanal, que permite adaptar el diseño al gusto del cliente y no tiene la restricción del costo adicional derivada de la complejidad del objeto.⁶ Adicionalmente, en términos de eficiencia, permite ahorrar costos de transporte y logística, y del manejo de existencias. Estas características podrían anunciar un nuevo modelo de producción aplicable en un amplio grupo de nichos de mercado (Vazhnov, 2013).

El tratamiento y procesamiento de la información de manera automática mediante las computadoras (o informática) y el internet como plataforma de comu-

⁵ La manufactura aditiva se define como el proceso de agregar o unir materiales, usualmente capa por capa para crear objetos a partir de modelos de cómputo CAD 3D (3D CAD Portal, 2010).

⁶ La digitalización es la traducción de la información que nos rodea en información digital que sea procesable por un dispositivo computacional. Abarca tanto el proceso mediante el cual se almacenan los datos que viajan a través de internet como los procesos de comunicación que utilizan la red y navegan por ella (Vallespín, 2013).

nicación, se ha infiltrado en varios ámbitos: impresión 3D, computación en la nube, mercadotecnia, logística, y la reorganización de la sociedad en grupos con intereses muy variados como infohackers y 3Dhackers, entre otros.⁷ La naturaleza del movimiento Maker es afín a un ecosistema que se sustenta en un modelo colaborativo de libre acceso con base a una gestión entre iguales, es decir, el llamado procomún colaborativo.

LA IMPORTANCIA DEL PROCOMÚN EN LA PRODUCCIÓN DE LA INFORMACIÓN Y CONOCIMIENTO EN EL ENTORNO DE INTERNET

Al analizar los cambios que ha implicado la introducción del internet, Benkler (2015) argumenta que “las transformaciones en la tecnología, la organización económica y las prácticas sociales de producción en este entorno han generado nuevas oportunidades de creación e intercambio de información, conocimiento y cultura” (p. 35). Este nuevo entorno ha aumentado “la producción no mercantil y no privativa”, llevada a cabo por individuos o agrupaciones colaborativas en distintos niveles de interacción. Internet está brindando un espacio para que el individuo logre un ejercicio de libertad sin precedente, que lo lleva a asumir un papel más proactivo, además de conformar una plataforma para ampliar la participación democrática, y un medio de oportunidad que fomenta la cultura crítica y autorreflexiva.

El procomún: un modo nuevo de producción entre iguales

Según Benkler (2015), en las economías más avanzadas se observan dos transformaciones fundamentales. La primera está relacionada con la economía, la cual tiende a orientarse hacia la producción de información (abarcando servicios financieros, contabilidad, software y ciencia) y cultura (producción cinematográfica, discográfica, televisión y radio). La segunda se refiere

a la migración a un entorno comunicativo con base al abaratamiento de tecnologías de procesamiento, almacenamiento y transmisión de la información. Benkler argumenta que está emergiendo un “nuevo modo de producción entre iguales basado en el procomún”, en un entorno digital conectado en red. En la misma línea de pensamiento, Rifkin (2015) señala que la característica principal del procomún es la interacción de un grupo colaborativo de personas a gran escala motivadas por diversos intereses y señales sociales, sin tomar en cuenta los precios del mercado o la directriz de un colectivo organizado.

Rifkin (2015) aborda el tema del procomún como una revaloración del modelo productivo feudal, pero con principios renovados y actualizados, en un contexto donde una economía centrada en el comercio evoluciona hacia una economía donde se favorece la producción distribuida y en colaboración de escala horizontal. En el espacio del mercado, el intercambio se lleva a cabo a través de la propiedad privada, mientras que en la economía del procomún se privilegia el acceso de bienes y servicios compartidos en redes.

La importancia del procomún también ha sido debatida por otros autores. Desde la perspectiva del derecho, Rose (1986) reivindica el concepto del procomún, identificándolo como una clase de propiedad intrínsecamente pública más allá de las concepciones tradicionales de propiedad privada y propiedad pública controlada por el Estado. Esta “propiedad poseída y gestionada de manera colectiva por la sociedad en general” corresponde a lo que en términos legales se conoce como “derechos consuetudinarios”, una facultad legítima de cualquier persona por el simple hecho de pertenecer a una comunidad. La expresión sublime de este concepto es la representatividad de la plaza pública, lugar donde “nos comunicamos, nos relacionamos con los demás, donde formamos vínculos y creamos confianza” (citada en Rifkin, 2015, p. 198). No se opone a la existencia de la propiedad privada y la propiedad pública, pero señala que en situaciones particulares, cuando la propiedad es utilizada por un número indefinido e ilimitado de personas o el público en general, el derecho público debe prevalecer sobre el derecho privado.

La aportación de Elianor Ostrom al análisis económico y antropológico de la historia del procomún, le valió la obtención del premio nobel de Economía en 2009. En su

⁷ Un *hacker*, de acuerdo con el portal Definición ABC (s.f.), es una persona experta en un área de la tecnología, frecuentemente en informática, que se dedica a intervenir y/o realizar alteraciones técnicas sobre un producto o dispositivo. 3Dhacker hace referencia a los que son expertos en modificar la tecnología de impresión 3D, mientras que Infohacker es aquel que se enfoca en temas de informática.

discurso criticó el planteamiento de “la tragedia de los comunes”, de Hardin (1968). Ostrom (1999, p. 493) señala que “la tragedia de los comunes” “...ha sido utilizado como una metáfora para los problemas del uso excesivo y degradación de los recursos naturales incluyendo la destrucción de pesquerías, la recolección excesiva de la madera y la degradación de los recursos hídricos”.⁸ Ostrom (citada en Rifkin, 2015, p. 199-204) también criticó el dogma de Adam Smith sobre la supuesta conducta natural intrínsecamente egoísta del ser humano en el mercado, reivindicando al procomún como una institución sustentable y eficaz para optimizar el bienestar general con base a evidencia histórica. Además validó el registro de casos frecuentes donde el interés de la comunidad predominaba sobre el interés privado, priorizándose la conservación y protección de los recursos a largo plazo. El factor clave para cohesionar al procomún son las reglas establecidas por normas o por costumbres de la autogestión, acordadas voluntariamente mediante la participación de los miembros de la comunidad.

Estos debates han nutrido las bases argumentativas del corazón del procomún en las redes informáticas. En el origen del software libre, símbolo paradigmático del procomún moderno, se apeló por la libertad de intercambio de información frente a la protección de los derechos de propiedad detentados por las empresas de medios de comunicación, la industria de telecomunicaciones y el entretenimiento. En respuesta surgió la idea de crear el sistema operativo GNU/Linux por varios programadores voluntarios alrededor del mundo sin una jerarquía determinada dentro de una comunidad creativa y colaborativa. Este software otorga amplia libertad a los usuarios y promueve la solidaridad social, sosteniendo su mejora continua a través del *copyleft* o *General Public License* (GPL).⁹ Varias de las propuestas de Elinor Ostrom para la gestión eficaz del procomún han sido incorporadas

⁸ Ostrom (1999, p. 493-497) menciona que la idea de Hardin ha calado en analistas políticos, académico y funcionarios públicos al considerar que el proceso del uso de recursos en común es un dilema inexorable, ya que los usuarios locales no adoptarían una visión de largo plazo para beneficiarse. Por lo tanto, se presume que es necesario que las autoridades externas impongan reglas y regulaciones a los usuarios externos, ya que por sí solos no lo harían. Argumenta que estudios a nivel mundial han evidenciado que los grupos locales usuarios de los recursos, algunas veces, por sí mismos o con la asistencia de autoridades externas, han creado una amplia diversidad de arreglos institucionales para hacer frente a los recursos en común. De modo que el uso excesivo y la destrucción de recursos en común no es un resultado determinante e ineludible cuando múltiples usuarios se auto-organizan para encontrar soluciones a un dilema en común.

⁹ Son licencias alternativas que facultan al autor el otorgar permiso al que acceda a una copia, para reproducirla, adaptarla o distribuirla, bajo la condición de que cualquier adaptación quedará sujeta al mismo tratamiento.

al GPL, tales como las condiciones para la inclusión, la supervisión, las sanciones, y los protocolos de mejora y cuidado de los recursos (Rifkin, 2015, p. 217-220).

El software se concibe como una creación intelectual igual a la música, la literatura o una receta de cocina. Según Stallman (2011), el movimiento social derivado de la informática se ha extendido a otros campos de interés, consolidando a internet como el procomún moderno o la plaza pública virtual, donde se interconectan diversas conversaciones para compartir música, noticias, videos e información u otro tipo de expresión cultural. La digitalización o inmaterialidad ha sido un medio que ha permitido compartir, copiar, mezclar y distribuir contenidos de una manera más fácil a través de internet (Duble, Enciso y Endrich, 2012).

El procomún del software libre es vital para el desarrollo del movimiento Maker, y se ha generado el mismo fenómeno de forma parecida ahora con el hardware libre. Esto significa que el código abierto (*open source*) permite compartir con el mundo todo lo referente a planos, diseños o lo que se necesita saber de cómo están hechos o cómo funcionan los dispositivos hardware, y se otorga simultáneamente el derecho para crear, editar y distribuir estos diseños. Se congregan diversas comunidades multidisciplinarias conectadas a una red global, generando conocimiento accesible y disponible que aporta continuamente al avance tecnológico. En este movimiento, las impresoras 3D han sido resultado del auge mismo en el hardware libre y a su vez son protagonistas que incursionan en diferentes campos de manera novedosa (Peral, 2015; TED, 2015; TED, 2011).

La doctrina del procomún en la era digital es comprendida por Rifkin (2015), como parte de un fenómeno cultural más amplio que se opone a los acotamientos y favorece una cultura transparente, no jerárquica y colaborativa. Plantea que el procomún colaborativo coexistirá con el mercado capitalista librando confrontaciones o compenetrándose, dependiendo el dominio de uno u otro en la estructura de gestión, donde las fuerzas del mercado, los procomunes y el Estado confluirán.

El procomún y la economía de la información en red

Según Benkler (2015), hoy vivimos una fase radicalmente nueva que denomina “economía de la información en red”. Significa que la innovación organizacional que

emerge de la práctica social mediada por internet se caracteriza por la contribución individual descentralizada (no organizada de forma coordinada) y la conformación de una acción colaborativa en línea a través de mecanismos no mercantiles o que no dependen de estrategias privadas. La economía de la información en red ha revertido dos aspectos de la producción cultural en los medios masivos de comunicación: la concentración y la comercialización. Esto ha sido sustituido por modelos de producción de información y conocimiento descentralizados y sustentados en pautas de cooperación y compartición, denominada producción entre iguales. Los elementos destacables que identifican a esta economía de la información en red son:

- 1) El carácter no privativo. Se potencia la capacidad de construir significado, es decir, codificar y decodificar o des-complejizar la complejidad de la información, conocimiento y cultura para hacerla más manejable con la plausibilidad de transmitirla o comunicarla a escala mundial a miles de millones de internautas. Ésta no es tratada como propiedad exclusiva, sino que responde a una ética de compartir abiertamente, a partir de la cual todos pueden acceder, extender y/o efectuar su propia producción. Esta idea se basa en el carácter público de la información. Se atribuye a dos fundamentos económicos: *i*) en primera instancia, la información es un bien no rival, en el sentido de que su consumo por parte de una persona no disminuye su disponibilidad para otra, y *ii*) el costo marginal de producción es prácticamente cero. Es decir, la información es insumo y producto de su propio proceso productivo.
- 2) La producción no mercantil. La interacción de los individuos no está mediada por motivaciones monetarias sino por otro tipo de motivaciones psicológicas y sociales para realizar algo interesante.
- 3) El procomún contemporáneo. De acuerdo a Rifkin (2015), este término alude a los recursos y espacios colectivos cuyo aprovechamiento y gestión se realizan de forma comunal. Está enraizado en prácticas socioculturales presididas por instituciones formales e informales autogestionables (es decir, todos los miembros de un colectivo participan en la toma de decisiones). Los regímenes de propiedad común

y gobierno organizacional utilizan combinaciones de modelos participativos, con base a la meritocracia y carisma, más que modelos de propiedad o contractuales (Benkler, Shaw y Hill, 2015).

Con base en dos criterios se pueden derivar cuatro tipos de procomún. Los criterios son: *a*) si el acceso está abierto a todo mundo o está restringido a un grupo determinado, y *b*) si está regulado o no, abarcando una normatividad formal o por convención social. Los cuatro tipos de procomún son: 1) abierto, 2) restringido, 3) regulado, y 4) con normatividad formal o por convención social. La característica básica del procomún es que si hay restricciones, éstas son simétricas, es decir, aplican a todos los usuarios y nadie puede controlarlas unilateralmente o detentar un control absoluto sobre los recursos. El procomún abierto no está sujeto a norma alguna y su acceso no está mediado por pago alguno. El marco de referencia del comportamiento procomún es la capacidad de ejercer la libertad de elección en cuanto a la disposición de los insumos y productos en un contexto descentralizado, donde no existe un sistema de precios y un agente que imponga la directriz a seguir (Benkler, 2015).

El software libre y el código abierto reflejan el auge en las iniciativas colaborativas eficaces de gran escala y enriquecen también los aspectos creativos y comunitarios de todos los agentes implicados en el proceso de transferencia de información y conocimiento. Esta dinámica de producción bajo la consigna procomún resulta en una estrategia exitosa para la construcción de capacidades de un colectivo humano (Benkler, 2015, p. 49).

MODELOS Y ESTRATEGIAS DE PRODUCCIÓN Y TRANSFERENCIA DE LA INFORMACIÓN, CONOCIMIENTO Y CULTURA

Un aspecto fundamental que surge de la economía de información en red es que los recursos libres informativos se socializan. Por esto, la participación en la economía de información en red no se enfrenta a altas barreras al financiamiento y otros costos de transacción, por el contrario, parece conducir a un sistema de oportunidades más igualitario que podría extenderse de forma inclusiva a países en desarrollo (Benkler, 2015). En torno a la red,

los individuos trascienden los límites espaciales y temporales, abstrayéndose de las condiciones políticas, sociales y económicas locales para resolver conjuntamente problemas mediante novedosas formas de asociación. La innovación organizacional o de asociación más significativa que ha emergido de las prácticas sociales mediadas por internet es la “producción entre iguales con base al procomún”, es decir, “el entorno en red que posibilita una nueva modalidad de organización productiva: radicalmente descentralizada, cooperativa y no privativa; sobre la base de recursos y productos compartidos entre individuos extensamente distribuidos y dispersamente conectados que cooperan sin depender de directrices mercantiles o de órdenes jerárquicas” (Benkler, 2015, p. 78-84).

Los individuos y corporaciones producen información por medio de una amplia gama de estrategias. Benkler (2015) argumenta que los principales criterios a partir de los cuales se construyen estas estrategias son: la reducción de costos y la maximización de beneficios. La tabla

1 describe nueve modalidades de estrategias basadas en estos principios.

Generación, transferencia y uso del conocimiento, y canales de vinculación entre la academia y la empresa

La literatura sobre los procesos de generación, transferencia y uso del conocimiento destaca que en estos procesos participan muchos actores. Por un lado, la generación de conocimiento se asocia fundamentalmente a las universidades y centros de investigación, y por otro lado, el conocimiento generado es usado por actores que representan la demanda de conocimiento, que pueden ser empresas u otras organizaciones productivas, entidades del gobierno u organizaciones de la sociedad civil. En el ámbito de la producción, la demanda de conocimiento se ubica en las empresas. Entre la oferta y la demanda existen flujos de conocimiento (Casas, 2005). La literatura tiende a referirse a la transferencia de conocimiento

Tabla 1. Estrategias para la generación de información y conocimiento

Minimización de costos/ maximización de beneficios	Dominio público (sin derechos de autor)	Producción interna	Trueque/ compartir
Mercantil exclusivo Obtención de beneficios ejerciendo derechos exclusivos mediante licencias o bloqueo de la competencia	Maximizadores románticos Autores o compositores que venden a editores y a veces a estrategias Mickey	Estrategia Mickey Por ejemplo, Disney reutiliza su inventario para obras derivadas y la compra de productos a los Maximixadores románticos	Estrategia RCA* Un reducido número de empresas detenta patentes de bloqueo, creando fondos comunes de patentes para construir bienes valiosos
Mercantil no exclusivo Se obtienen beneficios con la producción de información sin ejercer derechos exclusivos	Eruditos del derecho Por ejemplo: la escritura de artículos para conseguir clientes; bandas que distribuyen gratis su música como publicidad de sus giras y cobran por las actuaciones; o desarrolladores de software que escriben programas y ganan dinero con las adaptaciones de a clientes específicos	Saber hacer Empresas que tienen procesos de producción más bastos o mejores gracias a su investigación, reduciendo costos o mejorando la calidad de otros bienes y servicios; bufetes de abogados que se basan en formas ya existentes	Redes de aprendizaje Se comparte información con organizaciones similares (ganancia de dinero del acceso temprano de la información). Por ejemplo, periódicos que se unen para crear una agencia de noticias; ingenieros y científicos de diferentes compañías que participan en sociedades profesionales para difundir su conocimiento
No exclusivas-no mercantil	Estrategia Joe Einstein Cesión gratuita de información a cambio de estatus, beneficios de reputación o valor de la innovación para uno mismo (por ejemplo, desarrolladores de <i>software</i> libre)	Estrategia Álamos Se comparte información con base a insumos internos con la finalidad de producir bienes públicos valiosos utilizados para garantizar patrocinio gubernamental y estatus	Redes de participación limitada Socialización con colegas para la mejora de artículos; el uso del retraso como ventaja relativa de la estrategia Joe Einstein; compartir información bajo la condición de reciprocidad, p.e., la distribución del <i>copyleft</i> ** para obras derivadas)

Fuente: Benkler (2015).

* RCA alude a la estrategia emprendida por *Radio Corporation of America*

** El *copyleft* (sin derecho de copia o sin derecho de autor) es una práctica que consiste en el ejercicio del derecho de autor con el objetivo de permitir la libre distribución de copias y versiones modificadas de una obra u otro trabajo, exigiendo que los mismos derechos sean preservados en las versiones modificadas. Se aplica a programas informáticos, obras de arte, cultura, ciencia, o cualquier tipo de obra o trabajo creativo que sea regido por el derecho de autor.

to, pero en realidad ésta es un fenómeno bidireccional, pues ocurren flujos en ambas direcciones (Arza, 2010). De hecho, las empresas pueden ser también generadoras de conocimiento. Hoy en día estos procesos, particularmente aquellos asociados al conocimiento científico, se asocian al modo 2 de producción de conocimiento, cuyas principales características son: la interdisciplinariedad y pluralidad de perspectivas, el trabajo en equipo, la motivación por temas o problemas específicos, y mayores interacciones con la sociedad (Gibbons *et al.*, 1994; Nowotny, Scott y Gibbons, 2003).

Existen múltiples vínculos entre los actores del mercado de conocimiento. La literatura ha prestado especial atención a la vinculación academia-empresa, es decir entre generadores de conocimiento y demandantes de conocimiento para usos productivos (Cohen, Nelson y Walsh, 2002; Laursen y Salter, 2004).

La vinculación academia-empresa es un problema complejo, ya que incluye actores que tienen lógicas muy diferentes, pues provienen del ámbito académico y del empresarial, por lo que es necesario tender puentes y romper barreras culturales. El tema de la vinculación se ha estudiado desde diferentes aspectos: los canales y formas de interacción, los factores que estimulan la vinculación, las barreras, los incentivos a la vinculación, y los beneficios que se generan en torno a la vinculación entre los diferentes actores.

En relación a los canales o formas de interacción, la literatura reciente identifica distintos canales de interacción academia-empresa. Se incluyen: la contratación de recién graduados, las estancias de servicio social, la ciencia abierta (e.g. publicaciones, participación en congresos), la movilidad de personal académico o de las empresas, los contactos informales, las relaciones de consultoría, los proyectos de I+D conjuntos y por contrato, las patentes, las licencias y los *spin-offs* (Cohen, Nelson y Walsh, 2002; Dutrénit y Arza, 2010; Perkmann *et al.*, 2013; Arza *et al.*, 2015).

Los estudios sobre este tema en los países desarrollados destacan la importancia de los canales asociados a proyectos de I+D conjuntos y por contrato (Cohen, Nelson y Walsh, 2002; Perkmann *et al.*, 2013). En países en desarrollo, la evidencia ha mostrado que otros canales resultan también muy relevantes, como la formación de recursos humanos, ciencia abierta (por ejemplo, publicaciones), los contactos informales y las relaciones de

consultoría (Arza *et al.*, 2015). Recientemente, la comercialización del conocimiento generado en la academia, que se asocia a canales como el patentamiento y licenciamiento de inventos, así como los emprendimientos académicos, han atraído una gran atención (Perkmann *et al.*, 2013; Guerrero y Urbano, 2012). De hecho muchas universidades han impulsado la creación de estructuras especializadas para promover la comercialización del conocimiento, como son las oficinas de transferencia de conocimiento, las incubadoras y los parques científicos y tecnológicos.

Algunos autores argumentan que la difusión de la información a través de publicaciones, los derechos de propiedad intelectual, los recursos humanos, los proyectos conjuntos de I+D y el establecimiento de redes son los canales más importantes desde la perspectiva de la industria (Narin, Hamilton y Olivastro, 1997; Swann, 2002; Cohen, Nelson y Walsh, 2002). Otros estudios muestran que los flujos de conocimiento son específicos al sector y a la tecnología, ya que los sectores difieren en cuanto a sus bases de conocimiento y patrones de innovación (Pavitt, 1984; Castellacci, 2008), y tienen diferentes formas de interactuar con la academia y con otras fuentes de conocimiento.

La literatura agrupa a las formas de interacción en canales de interacción de acuerdo a diferentes criterios: grado de interacción (Perkmann y Walsh, 2009), grado de formalidad (Cassiman, Di Guardo y Valentini, 2010; Leisyte, 2011; Perkmann y Walsh, 2009), dirección de los flujos de información (Arza, 2010; Dutrénit, De Fuentes y Torres, 2010), y potencial de obtener resultados (Perkmann y Walsh, 2009; Wright *et al.*, 2008). Estas interacciones tienen un componente presencial importante, y destaca el tema de la propiedad del conocimiento.

La vinculación genera beneficios para cada uno de los actores: las empresas, los investigadores y las instituciones académicas. Las empresas obtienen una perspectiva distinta para la solución de problemas, y en algunos casos desarrollan innovaciones de productos y procesos que no hubieran sido posibles sin la interacción; también se pueden beneficiar de equipos de investigación altamente calificados, del acceso a recursos humanos para su contratación, y del acceso a diferentes enfoques para la solución de problemas (Rosenberg y Nelson, 1994). Los beneficios percibidos por los investigadores incluyen la obtención de fondos adicionales para la-

boratorios, el intercambio de conocimiento, asegurar fondos para contratar asistentes de investigación y para el equipo de laboratorio, la obtención de información e ideas para sus propias investigaciones académicas, la posibilidad de probar las aplicaciones de una teoría y complementar los fondos para su propia investigación académica, adquirir una nueva perspectiva para abordar los problemas de la industria y la posibilidad de incidir sobre el conocimiento que está siendo producido en la academia (Perkman *et al.*, 2013).

Otros trabajos han identificado algunas desventajas de la vinculación para la academia, ya que un mayor involucramiento con la industria puede corromper la investigación académica y la enseñanza, desviando la atención de la investigación fundamental. También puede tener como efecto una reducción de la apertura de la comunicación entre investigadores académicos, lo cual introduce restricciones a la difusión del conocimiento (Mansfield, 1986; Rosenberg y Nelson, 1994; Welsh *et al.*, 2008).

EL MOVIMIENTO MAKER

El movimiento Maker tiene su origen en la corriente cultural americana de los años cincuenta de “hágalo usted mismo”, incursionando en diferentes actividades y conformando desde entonces comunidades en torno a publicaciones técnicas para aficionados como *Popular Mechanics* o *Popular Electronics*, entre otros. El término Maker fue acuñado por Dale Dougherty, el antiguo editor del portal de medios O'Reilly Media, quien también dirigió el lanzamiento de la revista trimestral *Make* en 2004 y presidió en 2005 la organización de la Feria Maker en Estados Unidos, espacio de difusión que se ha expandido a otros continentes y atraído a miles de asistentes.

La definición de Maker se remite a “la identidad en base al acto de crear”, de modo que aquella persona que repara, es artesano, es aficionado o es inventor puede definirse como tal. La diferencia con los Makers de otras generaciones o épocas es su accesibilidad a las tecnologías modernas y a la economía globalizada. De acuerdo al MIT Media Lab, “se está tratando a los átomos como bits, utilizando las poderosas herramientas del software y las industrias de la información para revolucionar la

forma en que hacemos objetos tangibles” (Anderson, 2016, para. 2). La “generación en la era web tiene su enfoque en crear cosas y no solo píxeles en la pantalla” (Anderson, 2016, para. 2), el software digital les permite diseñar y modelar sus ideas facilitando la curva de aprendizaje gracias a los foros o redes sociales, es decir, sitios donde convergen comunidades de interés mutuo para consultar, colaborar y compartir experiencias que refuercen el conocimiento y el proceso de innovación. De igual forma, han emergido nuevas formas de recaudar dinero (*crowdfunding*), así como esquemas novedosos para producir y distribuir a través del comercio electrónico (Anderson, 2013; Anderson, 2016).

Los tres principios angulares del movimiento Maker son:

- 1) Uso de herramientas digitales para el diseño y fabricación de nuevos productos. La computarización de herramientas industriales se ha trasladado al escritorio de escala personal, con herramientas más accesibles en costo: impresora 3D, cortador láser, scanner 3D y software CAD (diseño asistido por computadora). El proceso de creación digital y la producción a medida consiste en convertir diseños informáticos en objetos reales.
- 2) Uso de medios digitales colaborativos. Existe una propensión cultural a colaborar con otros miembros que comulgan con intereses similares dentro de comunidades en línea. Se aprovecha las prácticas de código abierto y las plataformas sociales creadas en la red para compartir y debatir información.
- 3) Surgimiento de la fabricación por contratación. Han surgido empresas alrededor del mundo que ofrecen servicios de diseño y/o fabricación digital a cualquier escala, ajustándose a las necesidades de individuos o empresas. Se utilizan estándares de diseño que permiten enviar un archivo digital a un servicio de fabricación en la nube y elegir la escala deseada (Anderson, 2016).

La digitalización de la información y su rápida transferencia ha disminuido los costos desde la concepción de la idea hasta el desarrollo del producto. Esta circunstancia ha insertado a las comunidades Maker en las pla-

taformas tecnológicas de información y comunicación, adoptando un esquema de contribución colaborativo donde la información y conocimiento es generado, y transferido a través de internet. Es una forma muy rápida y fácil de compartir lo que se hace y en un plano demostrativo enseñar cómo se hace. El deseo por aprender se satisface por el incremento del flujo de información a través de comunidades físicas y virtuales que se inspiran en el trabajo de otros.

Los valores que los Maker enaltecen son aquellos en torno a la idea de que se debe compartir abierta y libremente el conocimiento y las herramientas, además de descentralizar el conocimiento, por ejemplo, sacarlo de la academia para hacerlo más accesible. Este tema es de sumo interés ya que el movimiento Maker intenta rescatar el aspecto lúdico del aprendizaje al experimentar con la tecnología para aprender de ella, el ámbito académico es considerado muy rígido con criterios que cuantifican el aprendizaje pero que descuidan el cultivo de habilidades para el florecimiento de la creatividad y la innovación.

El aprendizaje es visualizado como un proyecto que se plantea primero en correspondencia con lo que se quiere hacer y después buscar el conocimiento específico que llevará a su ejecución. Hoy en día hay plataformas de hardware y software libre como el Arduino que permiten el autoaprendizaje a través de tutoriales y otras herramientas, es decir, no se exige que la persona sea previamente un especialista en electrónica, sino que se dispone de planos e instrucciones de fabricación en internet a partir del cual se puede hacer objetos por cuenta propia. La cultura Maker se propone reivindicar la dignidad de las personas, comprendido como la noción de las personas mismas sobre el impacto que puedan tener sobre el mundo. Es importante enfatizar que toda institución de diferente naturaleza puede adoptar este modo de producción de conocimiento, tal es el ejemplo, del MIT *Center for Bits and Atoms*, el cual ha impulsado una red de laboratorios de fabricación digital cuya modalidad de colaboración en línea aprovecha las plataformas de software y hardware de código abierto (Muro, 2013).

Se plantea que la impresión 3D puede impactar profundamente a las cadenas de suministro o abastecimiento que hoy en día funcionan a través de una enorme infraestructura y logística compleja. La idea es que se intercambiarán archivos digitales por internet, efectuan-

do el transporte de objetos físicos de forma virtual o digital. En las industrias donde se mejore la resolución o calidad de las impresoras 3D para imprimir partes, componentes o productos, se reestructurarán las cadenas de suministro logrando reducirse o suprimirse totalmente. La etapa del ensamble de un producto probablemente podrá eliminarse puesto que las tecnologías aditivas imprimen diferentes geometrías y materiales en un único objeto o producto, integrándose simultáneamente los elementos constitutivos de una pieza sin posteriores ensambles o ajustes (por ejemplo, un eje y su cojinete) (Vazhnov, 2013; Hagel, Brown, y Kulasooriya, 2013).

Del mismo modo, se esperan efectos sobre las cadenas de almacenaje y distribución. Los costos de gestión de inventarios podrían reducirse drásticamente, ya que el catálogo de componentes y productos estarán disponibles en formato digital y las piezas serían producidas de acuerdo a la demanda inmediata y de manera local, en otras palabras se cumpliría de forma perfecta la ley de la oferta y la demanda. Adicionalmente los inventarios digitales no generarían problemas de espacio, ofreciéndose una amplia gama de productos contenidos en una base de datos.

Este sistema de producción y venta al por menor sobre la base de la fabricación aditiva, funcionaría a través de una red de pequeños centros de impresión de forma similar a los centros actuales de servicio de fotocopiado. Los centros de impresión fabricarían bajo los parámetros de calidad que las empresas diseñadoras especificarían, incluyendo el envío del producto al consumidor final (Vazhnov, 2013; Hagel, Brown, y Kulasooriya, 2013).

Se considera que habría un renacer del artesano en el siglo XXI, ubicado en comunidades locales, sensible a las tendencias dominantes y estableciendo asimismo una relación más cercana con el consumidor, aprovechando la infraestructura local de tecnologías aditivas a costos competitivos. Podría modificar y adaptar los productos a un público con diferentes gustos y capacidad adquisitiva, flexibilizando las probables combinaciones en calidad, desempeño y precio.

En la actualidad existen empresas e instituciones incursionando con la tecnología de la impresión 3D en diversas actividades. Esta tecnología se encuentra en un punto donde todavía deben superarse limitaciones técnicas en la resolución, la velocidad de impresión y en la variedad de materiales. El desarrollo del hardware

Open Source favorece la evolución de la impresión 3D, pues los diseños se realizan públicamente para que cualquiera pueda estudiarlos, modificarlos, distribuirlos y producirlos. El hardware *Open Source* hace uso de componentes y materiales ya disponibles, de procesos estándar, de una infraestructura abierta, de contenido sin restricciones, y de herramientas de diseño en código abierto que maximiza la capacidad de las personas para producir y utilizar el hardware (Vazhnov, 2013; Hagel, Brown, y Kulasooriya, 2013).

Mientras que las impresoras 3D alcanzan su estado de madurez y crece el movimiento Maker, se presentan otras formas de fabricación opcional como los servicios en la nube ofrecidos por empresas como Ponoko.com. Otra alternativa complementaria que está surgiendo paralelamente, son los llamados espacios Maker o *coworking*, lugares de trabajo que concentran equipo de manufactura de alta gama para uso compartido, donde los diseñadores e inventores pagan una cuota o membresía (Vazhnov, 2013).

Uno de los espacios Maker que surgió en el año 2000, mucho antes de que este término se popularizara, es el Fab-Lab vinculado al *Center for Bits and Atoms* (CBA) del MIT.¹⁰ Es un espacio para la creación de objetos tangibles y prototipado a través de máquinas controladas por computadora. Los Fab-Labs son una parte extensiva del movimiento Maker, cuyo credo se basa en hacer cosas por sí mismo con medios modernos de alta tecnología. La misión principal del Fab-Lab ha sido empoderar a las comunidades locales con una tecnología base que permita a los principiantes producir cualquier cosa, dada una introducción didáctica y breve, de ingeniería y diseño (Cavalcanti, 2013).

Dentro del mundo analógico la tecnología tiene una cierta relación mecánica y física con las cosas, pero la incursión al mundo digital ha implicado la miniaturización y hasta cierto punto un desconocimiento de cómo funcionan las herramientas que utilizamos. La invención e innovación está cada vez más desconectada del entorno físico de creación y fabricación. Por lo tanto, los Fab-Labs se han instaurado como una opción para promover el movimiento Maker, al recuperar la capacidad

creativa artesanal con modernas herramientas digitales de diseño y fabricación.

Se puede argumentar que los Fab-Labs son laboratorios vanguardistas de I+D, diseminando patrones de investigación, conocimiento, *know how*, experiencia y prácticas, que están en evolución constante. De acuerdo a la red social en línea Fablabs.io, su presencia se ha extendido en una red global alrededor de 30 países, contabilizando hasta la fecha, 1158.¹¹ Todos los Fab-Labs comparten herramientas y procesos en común de *open source*, propiciando plataformas de aprendizaje e innovación abierta de colaboración en línea, lo que estimula el emprendimiento local. Aproximadamente el 37.9% de los Fab-Labs se concentran en Estados Unidos, Francia e Italia, cada uno con más de 100 laboratorios en su haber. En México se han registrado 14 Fab Labs, muy cercano a los espacios que en promedio tienen otros países, tales como Japón (16), Suiza (16), República de Corea (17), China (18), Portugal (18) y Canadá (20) (Fablabs.io, s.f.).

Los Lab-Fabs en México en buena proporción son laboratorios de aprendizaje para llevar a cabo prácticas de carreras afines al diseño y arquitectura (Fab-Lab Ciudad de México, apéndice de la Universidad Anáhuac o Fab-Lab Monterrey), o pensados para apoyar el desarrollo de sectores estratégicos regionales (tal es el caso del Fab-Lab Chihuahua o Fab-Lab Puebla que orientan sus esfuerzos al impulso del sector automotriz, electrónica, eléctrica y/o aeroespacial). También se pretende utilizar estos espacios como herramienta educativa para fomentar la vocación hacia las ingenierías y la tecnología en comunidades de educación media superior, como es el caso del proyecto impulsado por la Secretaría de Innovación, Ciencia y Tecnología (SICYT) de Jalisco (Fablabs.io, s.f.; Gobierno del Estado, 2015).

LOS RETOS QUE IMPONE EL MOVIMIENTO MAKER Y EL PRO-COMÚN A LAS FORMAS DE PRODUCCIÓN, TRANSFERENCIA Y USO DEL CONOCIMIENTO Y A LOS CANALES DE VINCULACIÓN

La literatura refiere dos modelos de generación, transferencia y uso del conocimiento (modos I y II) (Gibbons et

¹⁰ El término Maker entra en la esfera pública desde 2005 cuando la Revista Make es publicada por primera vez, cobrando verdadero reconocimiento en el momento que Dale Dogherty registró makerspace.com en 2011 y el término comenzó a utilizarse para referirse a los espacios destinados al diseño y fabricación de acceso público (Cavalcanti, 2013).

¹¹ Fablabs.io es una plataforma para usuarios de Fab-Labs que comparten y se conectan entre sí alrededor del mundo (Fablabs.io, s.f.)

al., 1994), que en resumen se insertan en un tipo de estructura científico-tecnológica de carácter instrumental, es decir, se genera de forma deliberada ciencia con fines prácticos en un marco formal de colaboración de agentes institucionales (universidad, empresas y Estado). Convencionalmente la fuente de generación de conocimiento (oferta) son las universidades y centros de investigación, la demanda es generada por las empresas y otras entidades de la sociedad, y la transferencia de conocimiento se establece en forma bidireccional. La interacción entre oferta y demanda tiene un fuerte componente presencial y formal, como se señala en la sección 4.

En contraste, en el movimiento Maker la generación, transferencia y uso del conocimiento se concibe con la ayuda de las redes o la colaboración establecida a través de internet. La forma en que se produce e intercambia la información y conocimiento responde a que la capacidad de computación, almacenamiento y comunicación está en manos de cualquier persona conectada a internet. Estas personas tienen un nivel muy diverso de formación, desde ser un profesor o estudiante de la academia, un investigador, una persona que trabaja en un sector determinado o simplemente una persona que tiene un interés genuino sobre un tema en particular. De esta forma, cualquier persona que cuente con una computadora y acceso a internet, puede participar de forma no coordinada, construyendo foros donde se discuten temas de interés común y compartiendo información susceptible de convertirse en conocimiento. Mediante su contribución individual, puede materializarse una acción común colaborativa.

Los principales elementos que denotan esta capacidad de trabajar en una economía de la información en red, según el esquema de Benkler (2015) son: *i*) el que la información no es privativa, es decir, no tiene el sello exclusivo de propiedad de alguien, ni la reclamación de autoría, ni se exige el pago de derechos de propiedad intelectual, sino que es información accesible a cualquier persona que se conecte a este tipo de foros que funcionan con plataformas de hardware y software libre, es decir, la información circula de forma libre; *ii*) no es mercantil, es decir, no está sujeta a la racionalidad de obtener una ganancia o de operar dentro de una lógica de mercado, es en primera instancia una disposición benevolente con el objetivo de aportar al acervo público de ideas para desarrollar un bien o servicio; y *iii*) predomina

el enfoque de la producción entre iguales basada en el procomún.¹²

En efecto, el movimiento Maker se inscribe en la modalidad que Benkler (2015) identifica como “producción entre iguales basada en el procomún”, es decir, a partir de la disposición de herramientas en internet se conforma una plataforma que entrevé una “nueva forma de organización productiva” descentralizada, cooperativa y no privativa. En este entorno los participantes comparten recursos e interactúan bajo el esquema tácito del “procomún”. La ciencia misma es resultado en parte de un proceso por decir descoordinado y no del todo marcado por la pauta mercantil, con un espíritu que se refleja en la frase que alguna vez Issac Newton y Stephen Hawking expresaron, pero que se remonta a la metáfora de Charles canchiller de Chartres en el siglo XII:

Somos enanos encaramados a hombros de gigantes.
De esta manera, vemos más y más lejos que ellos,
no porque nuestra vista sea más aguda sino porque
ellos nos sostienen en el aire y nos elevan con toda
su altura gigantesca. (Abellán-García, 2012, p.281)

Es decir, la única manera de llevar a cabo progresos a nivel científico y tecnológico, es a partir del intercambio de ideas con otras personas, sólo que si este intercambio de ideas está mayormente basado en el egoísmo o unilateralmente no da lugar al diálogo, se truncan los posibles avances. El internet es una herramienta que facilita las posibilidades para el intercambio de ideas a una escala global.

Las tecnologías de la información al momento de compartir, permiten que las ideas, la información o el conocimiento circulen libremente, borrando hasta cierto punto las fricciones o barreras que implican los costos de transacción. El ejemplo más ilustrativo de este nuevo modo de producción de conocimiento es el desarrollo del software libre y de código abierto, que atravesó una revolución en los últimos 15 años, donde todo el mundo puede acceder, contribuir y trascender en la programación.

El software libre ha permitido compatibilizar protoco-

¹² Esto no significa que no se puedan derivar nuevos modelos de negocios, como por ejemplo Facebook, que en su origen era un espacio diseñado para que los estudiantes de Harvard pudieran tener una comunicación fluida e intercambiar contenidos de forma fácil a través de internet. O la empresa aeroespacial 3DRobotics fundada por Chris Anderson, dedicada a la construcción de drones y que tuvo su origen en la comunidad DIY Drones.

los y lenguajes diferentes para desarrollar herramientas que han mejorado el funcionamiento de internet. Este proyecto se forja en un entorno donde los individuos con diferentes motivaciones, contribuyen en común sin adjudicarse la propiedad exclusiva sobre su aporte o el producto final. No obstante se emite un copyright o derechos de propiedad por el aporte individual, pero con la condición de cederlo a los demás y con el imperativo de no imponer restricciones. Lo interesante es que estas prácticas sociales y formas de organización descentralizada que operan libremente, permiten que millones de programadores construyan con su contribución individual un producto con un grado de complejidad muy alto, en un ambiente de constante aprendizaje, experimentación, adaptación e innovación. La revolución del software está aconteciendo de forma análoga en el ámbito del hardware, el código abierto está proporcionando a las personas la libertad de controlar la tecnología y, al mismo tiempo, la posibilidad de compartir conocimiento y fomentar el comercio a través del libre intercambio de los diseños. Estas prácticas introducen nuevos actores generadores de conocimiento y novedosos canales de interacción, donde predomina la informalidad, que difieren de los observados en la literatura sobre vinculación academia-empresa.

Benkler sistematiza una gama de estrategias para producir información a partir de dos criterios: la reducción de costos y maximización de beneficios, como se describe en la tabla 1. Dos modalidades resultan de interés particular para el movimiento Maker: la estrategia John Einstein y la estrategia Redes. La primera agrupa todo el rango de prácticas y practicantes sociales, desde individuos hasta organizaciones de diversa naturaleza, de producción de información no mercantil o que no se rigen por un criterio de beneficio mercantil. Habitualmente la conducta que caracteriza esta estrategia se basa en retomar algo del dominio público y contribuir sustantivamente en él. La segunda consiste en compartir información bajo la condición de reciprocidad, por ejemplo, la distribución del *copyleft* para obras derivadas. Estas dos modalidades describen la esencia aproximadamente de lo que subyace en el movimiento Maker, entendido como la información susceptible de convertirse en conocimiento, generada bajo un criterio no mercantil, que contribuya al acervo de conocimiento humano con la premisa de reciprocidad o de colocar la información en

circulación libre para permitir su uso, modificación y ponerla a disposición de la comunidad.

Es importante destacar que pese a la fuerza disruptiva del movimiento Maker en la naturaleza de los procesos de generación, transferencia y uso del conocimiento, todavía coexistirá la dicotomía entre las estructuras institucionales de propiedad privada y el procomún, condicionado por la capacidad o libertad de acción de cada cual y la previsibilidad de la disponibilidad de los recursos. Es decir, sobre este tema Rifkin (2015) enfatiza que el arraigo del procomún en las instituciones depende de la adaptación y modificación de las estructuras político-sociales. Si el Estado, por ejemplo, respalda legal y normativamente la propiedad privada en los diferentes ámbitos de la civilización (economía, salud, vivienda, alimentación y otros), en contracorriente a las tendencias internas de la sociedad, se generarán sinergias de coincidencia y al mismo tiempo de antagonismos.

En la actualidad, el entorno informativo en sus distintos niveles: los dispositivos físicos y los canales de red para comunicarse; los recursos informativos y culturales existentes; y los recursos lógicos (el software y sus estándares) para compatibilizar lo que los seres humanos desean transmitir a través del procesamiento de las máquinas; se encuentra en controversia judicial y constitucional en algunos países como Estados Unidos, Francia, China y otros. Por ejemplo, existe una iniciativa para que los fabricantes de dispositivos informáticos diseñen sus sistemas operativos de acuerdo a protocolos sujetos al pago de derechos de copyright, lo cual afectaría en la flexibilidad del usuario para configurar y modificar estos dispositivos según sus preferencias. Por otro lado, intereses del sector discográfico y filmográfico están propugnando que el software y sus estándares se ejecuten preservando los derechos de propiedad de los productos culturales codificados digitalmente.¹³ No obstante, las empresas de software y hardware informático así como de electrónica y telecomunicaciones, cuentan con evidencia histórica de que estos intentos legales minarían la capacidad creativa y de innovación, puesto que la monopolización en el ámbito económico es una fuente tentadora de ganancias extraordinarias (Benkler, 2015).

¹³ Casos emblemáticos son la Digital Millennium Copyright Act y el ataque contra las tecnologías P2P o red entre pares, que es una tecnología muy popular para intercambiar todo tipo de material entre usuarios de internet sin importar la plataforma de software utilizado, ni el lugar o momento en donde se encuentren, Skype, Netflix y Spotify entre otras son empresas que hacen uso de esta tecnología.

REFLEXIONES FINALES

El objetivo de este trabajo fue analizar el surgimiento del movimiento Maker, discutiendo los conceptos que definen la esencia del movimiento, y explorando los retos que plantea para las formas dominantes de generación, transferencia y uso del conocimiento. La expresión natural del internet se construye sobre una plataforma distributiva y colaborativa, propiciando la producción entre iguales, fenómeno conocido como la gestión del procomún. En este entorno, se ha desarrollado el movimiento Maker con acceso a información y herramientas digitales, como la impresora 3D. Los Makers son individuos que obtienen su identidad y significado a partir del acto mismo de creación. Este movimiento entraña un nuevo modo de generación, transferencia y uso del conocimiento basado en la colaboración, puesto que cuenta con recursos *sui generis*, en otras palabras, tiene acceso a través de comunidades físicas (fablab o mekerspace) y virtuales a conocimiento de cómo producir y diseñar.

Este trabajo parece ofrecer un panorama muy prometedor sobre el movimiento Maker, pero la proliferación de tecnologías aditivas todavía tiene que superar varios problemas técnicos en términos de calidad en procesos, ingeniería de materiales y precios en comparación a otras tecnologías. Es probable que varias de las aplicaciones de este tipo de herramientas queden en manos de los agentes que tradicionalmente habían incursionado (centros e investigación, universidades y empresas) en esas industrias, como son las aplicaciones aeronáuticas o en salud. No sólo por la complejidad e interdisciplinariedad de conocimiento que requiere, sino también porque estas áreas están sujetas a certificación y normalización de la tecnología por instituciones reguladoras. Por lo tanto, la penetración del movimiento Maker en determinadas áreas estará sujeta a protocolos de seguridad, derechos de propiedad intelectual y normas de certificación.

Lo que sí es claro, es que hay grandes desafíos para las formas de generación, transferencia y uso del conocimiento. No obstante, probablemente el modo II de producción de conocimiento, que se incubaba en las universidades y centros de investigación, seguirá teniendo un papel preponderante, porque la tendencia de las nuevas tecnologías se dirige a una dimensión donde se combinan varias disciplinas: ingeniería, diseño compu-

tacional, arquitectura, fabricación aditiva, ingeniería de materiales, biología sintética y otros. Esto demanda esfuerzos enormes de las instituciones de producción de conocimiento. De todas formas, la manera de producción, transferencia y uso del conocimiento que subyace en el movimiento Maker, no es del todo desconocido para las instituciones que han fungido tradicionalmente como fuentes de conocimiento. Muy probablemente de la influencia de este movimiento surja un modelo híbrido, como lo que acontece en el MIT Media Lab con proyectos en relación a la agricultura (MIT Media Lab, s.f.).¹⁴

En cuanto a la economía del procomún o de colaboración entre pares que promueve el movimiento Maker, hay algunos aspectos a considerar que son factores críticos, como la infraestructura física requerida para la inclusión de una comunidad global. Este es un tema que deberá abordarse desde cada contexto particular. Si la premisa es incluir o dar acceso a toda la comunidad global en una plataforma de comunicación como es el internet, esto dependerá de la oferta de infraestructura promovida por el Estado y/o el sector privado, así como de las condiciones bajo las cuales se ofrece este servicio en términos de calidad y precio.

Otro tema de preocupación en torno a la generación, transferencia y uso del conocimiento es la tensión asociada a la coexistencia entre las estructuras institucionales de propiedad privada y el procomún, ya que la propiedad intelectual es un tema controversial entre fuerzas del poder económico y político. De manera que lo que se decida en estos ámbitos tendrá repercusiones en el futuro del movimiento Maker.

Ciertamente la trascendencia e impacto del movimiento Maker en la sociedad y en los sectores de la economía es un proceso en evolución que requerirá más indagación y evidencia empírica en el futuro inmediato.

¹⁴ Open Agriculture (OpenAG) Initiative at the MIT Media Lab es un proyecto conducido por ingenieros, arquitectos y científicos que explora el desarrollo de sistemas de alimentación para el futuro. Su plataforma tecnológica está abierta a la comunidad en general o cualquier usuario de internet. Se considera que es una ciencia que no debe ser propiedad de nadie y han establecido canales para el intercambio libre de conocimiento e información.

REFERENCIAS

- Abellán-García, Á. (2012). A hombros de gigantes. En R. Fisichella, V. Zani, R. Buttiglione, D. Sada, P. Barrajón, M. Bonilla, I. Sánchez, Á, Barahona, J.J. Álvarez, J. Vara, M.C. Bayón, F. Caballero, Á. Abellán-García, J.P. Serra, F.J. Gómez y J.M. Alsina, II *Conversaciones Universitarias, Ratzinger-Benedicto XVI: The idea of a University. Instituto John Henry Newmann* (pp. 275-289). España: Universidad Francisco de Vitoria.
- Anderson, C. (2013). *MAKERS: La nueva revolución industrial*. (J. Fernández de Castro, Trad.). Barcelona, España: Empresa Activa. (Trabajo original publicado en 2012).
- Anderson, C. (2016). The maker movement: Tangible goods emerge from ones and zeros. *Wired*. Recuperado de: <https://www.wired.com/2013/04/makermovement/>
- Arza, V. (2010). Channels, benefits and risks of public-private interactions for knowledge transfer: A conceptual framework inspired by Latin America. *Science and Public Policy*, 37 (7), 473-484.
- Arza, V., De Fuentes, C., Dutrénit, G. y Vázquez, C. (2015). Channels and Benefits of Interactions between Public Research Organizations and Industry: Comparing Country Cases in Africa, Asia, and Latin America. En E. Albuquerque, W. Suzigan, G. Kruss y K. Lee (Eds.). *Developing National Systems Of Innovation: University-Industry Interactions in the Global South* (pp. 93-119). Cheltenham: Edward Elgar.
- Bell, D. (2000, Enero). Internet y la nueva tecnología. *Letras Libres*, 13. Recuperado de: <http://www.letraslibres.com/mexico/internet-y-la-nueva-tecnologia>
- Benkler, Y. (2015). *La riqueza de las redes*. (M.I. Portillo, N. Bachmakov, V. Cabello, G. Faraguna, C. Felis, Ma. García, M. García, B. Gómez, F. Muscinesi, M. Pérez, A. Santoro, L. Vacas, J.A. Villalobos y L. Zezón, Trad.). Barcelona: Icaria editorial. (Trabajo original publicado en 2006).
- Benkler, Y., Shaw, A. y Hill, B. (2015). Peer Production: A Form of Collective Intelligence. En *Handbook of Collective Intelligence*. T. Malone y M. Bernstein (Eds.). Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Carr, N. (2003, Mayo). IT Doesn't Matter. *Harvard Business Review*. Recuperado de: <https://hbr.org/2003/05/it-doesnt-matter>
- Carr, N. (2005). Does Software Matter?. *Informatik-Spektrum*, 28 (4), 271-296. doi: 10.1007/s00287-005-0498-x
- Casas, R. (2005). Exchange and Knowledge Flows Between Large Firms and Research Institutions. *Innovation: Management, Policy and Practice*, 7, 188-199.
- Cassiman, B., Di Guardo, M.C., Valentini, G. (2010). Organizing links with science: cooperate or contract? A project-level analysis. *Research Policy*, 39 (7), 882-892.
- Castellacci, F. (2008). Technological paradigms, regimes and trajectories: Manufacturing and service industries in a new taxonomy of sectoral patterns of innovation. *Research Policy*, 37, 978-994.
- Cavalcanti, G. (2013, Mayo). Is it a Hackerspace, Makerspace, TechShop, or FabLab? *Make: DIY Projects and Ideas for Makers*. Recuperado de: <http://makezine.com/2013/05/22/the-difference-between-hackerspaces-makerspaces-techshops-and-fablabs/>
- Cohen, W., Nelson, R. y Walsh, J. (2002). Links and Impacts: The influence of public research on industrial R&D. *Management Science*, 48, 1-23.
- Dougherty, D. (2012). The Maker Movement. *Innovations Technology. MIT Press Journals*, 7 (3), 11-14. doi: 10.1162/innov_a_00135
- Duble, C., Enciso, J. y Endrich, C. [Nikel Waú]. (2012, Mayo 9). Licencias Creative Commons: ¿Para qué sirven? [Archivo de video]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=tzVb-GPfoZO>
- Dutrénit, G. y Arza, V. (2010). Channels and benefits of interactions between public research organizations and industry: comparing four Latin American countries. *Science and Public Policy*, 37 (7), 541-553.
- Dutrénit, G., De Fuentes, C. y Torres, A. (2010). Channels of interaction between public research organizations and industry and benefits for both agents: Evidence from Mexico. *Science and Public Policy*, 37 (7), 513-526.
- Fablabs.io. (s.f.). *The Fab Lab Network*. Recuperado de:

- <https://www.fablabs.io/labs/map>
- Gershenfeld, N. (2012). How to Make Almost Anything: The Digital Fabrication Revolution. *Foreign Affairs*, 91, 43-57. Recuperado de: <http://www.jstor.org/stable/41720933>
- Gibbons, M., Limoges, C., Nowotny, H., Schwartzman, S., Scott, P. y Trow, M. (1994). *The new production of knowledge: The dynamics of science and research in contemporary societies*. Londres: SAGE Publications.
- Gobierno del Estado de Jalisco. (2015). *SICYT inaugura el primer Fab Lab dentro una preparatoria pública en México*. Recuperado de: <http://jalisco.gob.mx/es/prensa/noticias/28558>
- Guerrero, M. y Urbano, D. (2012). The development of an entrepreneurial university. *The Journal of Technology Transfer*, 37 (1), 43-74.
- Hagel, J., Brown, J. y Kulasooriya, D. (2013). A movement in the making. *Deloitte University Press*. Recuperado de: https://dupress.deloitte.com/content/dam/dup-us-en/articles/a-movement-in-the-making/DUP_689_movement_in_the_making_FINAL2.pdf
- Hardin, G. (1968). The Tragedy of Commons. *Science*, 162, 1243-1248.
- Internet Society. (s.f.). The Internet: History, Evolution & Future. Recuperado de: <https://www.internet-society.org/internet>
- Landes, D. (1999). *La riqueza y la pobreza de las Naciones*. J. Vergara (Ed). (M. Jajam de Waitzman, Trad.). Buenos Aires, Argentina: Ediciones B Argentina. (Trabajo original publicado en 1998).
- Laursen, K. y Salter, A. (2004). Searching high and low: What types of firms use universities as a source of innovation? *Research Policy*, 33, 1201-1215.
- Leisyte, L. (2011). University commercialization policies and their implementation in the Netherlands and the United States. *Science and Public Policy*, 38 (6), 437-448.
- Mansfield, E. (1986). Patents and Innovation: An empirical study. *Management Science*, 173-181.
- Mit Media Lab. (s.f.). Open Agriculture Initiative (OpenAg). Recuperado de: <https://www.media.mit.edu/groups/open-agriculture-openag/overview>
- Muro, V. [Valentín Muro]. (2013, Octubre 31). De la ética hacker al movimiento maker: la cultura del hacer [Archivo de video]. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=hNt1sXrx2Ik>
- Narin, F., Hamilton, K. y Olivastro, D. (1997). The increasing linkage between U.S. technology and public science. *Research Policy*, 26 (3), 317-330.
- Nowotny, H., Scott P. y Gibbons, M. (2003). Introduction: Mode 2 Revisited: The new production of knowledge. *Minerva*, 41, 179-194. <http://dx.doi.org/10.1023/A:10255055282500>
- Ostrom, E. (1999). Coping with tragedies of the commons. *Annual Reviews*, 2, 493-535. <http://dx.doi.org/http://annualreviews.org/doi/pdf/10.1146/annurev.polisci.2.1.493>
- Pavitt, K. (1984). Sectoral patterns of technical change: Towards a taxonomy and a theory. *Research Policy*, 13 (6), 343-373.
- Peral, D. [Malakabot]. (2015, Agosto 22). ¿En qué me beneficia el Hardware libre? (Malakabot 2015) [Archivo de video]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=EGastEjkdOw>
- Pérez, C. (2002). *Technological Revolutions and Financial Capital: The Dynamics of Bubbles and Golden Ages*. Cheltenham: Edward Elgar.
- Perkmann, M. y Walsh, K. (2009). The two faces of collaboration: Impacts of university-industry relations on public research. *Industrial and Corporate Change*, 18 (6), 1033-1065.
- Perkmann, M., Tartari, V., Mckelvey, M., Autio, E., Broström, A., D'este, P., (...) y Sobrero, M. (2013). Academic engagement and commercialisation: A review of the literature on university-industry relations. *Research Policy*, 42, 423-442.
- Rifkin, J. (2014, Septiembre 7). El Internet de las cosas y la sociedad colaborativa. *El País*. Recuperado de: http://cultura.elpais.com/cultura/2014/09/05/actualidad/1409938985_426506.html
- Rifkin, J. (2015). *La sociedad de coste marginal cero*. (G. Sánchez, Trad.). México, DF: Ediciones Culturales Paidós. (Trabajo original publicado en 2014).
- Rose, C. (1986). The Comedy of the Commons: Custom, Commerce, and Inherently Public Property. *The University Of Chicago Law Review*, 53 (3), 711. <http://dx.doi.org/10.2307/1599583>
- Rosenberg, N. y Nelson, R. (1994). American universities and technical advance in industry. *Research Policy*, 23 (3), 323-348.

NOTAS DE AUTOR

- Schwab, K. (2015, Diciembre). The Fourth Industrial Revolution. *Foreign Affairs*. Recuperado de: <https://www.foreignaffairs.com/articles/2015-12-12/fourth-industrial-revolution>
- Stallman, R. [udaccenergi aun]. (2011, Enero 29). Diferencia entre open source y software libre.flv [Archivo de video]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=49NeXUzrOda>
- Swann, G. (2002). *Innovative Businesses and the Science and Technology Base: An Analysis Using CIS3 Data*. Report for the Department of Trade and Industry (DTI). London, UK.
- Tecnología, Entretenimiento y Diseño [TED]. Ideas worth spreading. (2015, Octubre 1). La revolución del hardware abierto, Bram Greenen, TEDxMadrid [Archivo de video]. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=t56bojFAnUg>
- Tecnología, Entretenimiento y Diseño [TED]. Ideas worth spreading. (2011, Febrero). Marcin Jakubowski: modelos de código abierto para la civilización [Archivo de video]. Recuperado de https://www.ted.com/talks/marcin_jakubowski?language=es
- Vallespín, F. (2013, Diciembre 22). La dialéctica de la digitalización. *El País*. Recuperado de: http://elpais.com/elpais/2013/12/18/opinion/1387385857_752279.html
- Vazhnov, A. (2013). *Impresión 3D Cómo va a cambiar el mundo*. Baikal.
- Welsh, R., Glenna, L., Lacy, W. y Biscotti, D. (2008). Close enough but not too far: Assessing the effects of university–industry research relationships and the rise of academic capitalism. *Research Policy*, 37 (10), 1854–1864.
- Wright, M., Clarysse, B., Lockett, A. y Knockaert, M. (2008). Mid-range universities’ linkages with industry: Knowledge types and the role of intermediaries. *Research Policy*, 37 (8), 1205-1223.
- 3D CAD Portal. (2010, Octubre 27). *Manufactura Aditiva*. Recuperado de: <http://www.3dcadportal.com/manufactura-aditiva.html>

- ^a Estancia de Posdoctorado en la Maestría en Economía, Gestión y Políticas de Innovación de la Universidad Autónoma Metropolitana. Líneas de investigación: análisis económico-estadístico y cadenas de valor de sectores diversos. Estudios comparativos a nivel macroeconómico y microeconómico. Análisis de procesos de innovación en micro-tecnologías. Correo electrónico: ymmzug@gmail.com
- ^b Coordinadora de la Maestría en Economía, Gestión y Políticas de Innovación de la Universidad Autónoma Metropolitana. Líneas de investigación: sistemas de innovación: actores y vínculos. Procesos de acumulación de capacidades tecnológicas y políticas de ciencia, tecnología e innovación. Correo electrónico: gabrieladutrenit@gmail.com