

# MOVIMIENTOS DE BASE Y DESARROLLO SUSTENTABLE: LA CONSTRUCCIÓN DE CAMINOS ALTERNATIVOS

**Palabras clave:** movimientos sociales, innovación, desarrollo sustentable, caminos alternativos de desarrollo.  
**Key words:** social movements, innovation, sustainable development, alternative development.

La producción de conocimiento científico-técnico tiene un papel central en el impulso del desarrollo social y económico. Sin embargo, así como el modelo de desarrollo económico actual no está orientado hacia la sustentabilidad, gran parte de las políticas científicas tampoco se concentran en este problema. ¿Cuáles son entonces las posibilidades de construir formas alternativas de desarrollo? En este trabajo exploramos otras formas de producción de conocimiento: los movimientos sociales de oposición y de innovación de base. En particular se busca comprender de qué manera los movimientos de base construyen (o rechazan) tecnologías, formas organizacionales y visiones de cambio tecnológico. Los ejemplos analizados permiten observar de qué forma los movimientos sociales constituyen espacios experimentales importantes de producción de conocimiento, participación abierta y diversidad en la búsqueda de soluciones. Argumentamos que los movimientos sociales pueden aportar nuevos elementos para enriquecer la agenda de ciencia y tecnología a la hora de pensar caminos alternativos de desarrollo sustentable.

## Mariano Fressoli

– Investigador Conicet – CENIT y STEPS América Latina.  
Callao 353 3° B – C.A.B.A., Argentina – CP1022.  
E-mail: mfressoli@fund-cenit.org.ar

Scientific and technological knowledge plays a central role in the economic and social development. However, since the model of actual development is not focused in sustainability, the majority of science and technology policies tend to under sight this problem. What are then the possibilities to think alternatives? In this paper, we explore other forms of knowledge production, namely technology opposition movements and grassroots innovation movements. We seek to understand how social movements create (or reject) technologies, organizational forms and visions of technological change. The examples analyzed here show how social movements create experimental spaces that are relevant producers of knowledge, open participation and diversity in the search for solutions. We argue that social movements can provide new elements that might enrich the agenda of science and technology in order to develop alternative pathways of sustainable development.

## ■ INTRODUCCIÓN

Después de la crisis de 2002, la recuperación económica de la última década ha implicado el resurgimiento de algunas políticas de industrialización junto con una mayor inversión en políticas sociales. Al mismo tiempo, las políticas económicas reforzaron la explotación masiva de recursos naturales. Esta relación no parece ser casual. En realidad, el crecimiento de las políticas de crecimiento económico

y social se encuentra atado a la posibilidad de capturar, vía impuestos, la renta que genera la explotación de estos recursos. Esto incluye a la agricultura intensiva a partir del uso del paquete tecnológico de cultivos transgénicos, la minería a cielo abierto y la continuidad de la explotación de hidrocarburos -incluyendo la búsqueda de *shale oil* y *shale gas*.

Estas formas de producción técnico-económica basadas en recursos naturales no son sustentables a lar-

go plazo, tienden a aumentar la dependencia tecnológica de los países industrializados (debido a que favorece la producción de *commodities*) y, en muchos casos, generan efectos ambientales nocivos en el corto o mediano plazo.

En contraste, la inversión en tecnologías alternativas como energías renovables y agroecología es pequeña sino ínfima. Además, en el caso de la producción de energía renovable, una gran parte de las iniciativas

propuestas coinciden con los modelos de producción a gran escala (Garrido, Moreira, y Lalouf, 2013).

De esta manera, cuando actualmente se intenta hablar de desarrollo social y económico nos enfrentamos con dos problemas. Por un lado, el debate público se encuentra dominado por las discusiones de coyuntura - i.e. los problemas de la balanza de pagos - que desplazan la discusión sobre políticas estratégicas y problemas de sustentabilidad ambiental. En segundo lugar, la escasa exploración de alternativas tecnológicas existente parece recurrir a modelos de organización que repiten los mismos esquemas de producción masiva, poco flexible y centralizada.

La discusión sobre desarrollo muestra así una típica situación de *lock-in* en la cual no sólo parece complicado desafiar el *statu quo* del régimen socio-tecnológico dominante. También resulta difícil ampliar los términos de debate con el fin de considerar caminos de desarrollo alternativo<sup>1</sup>.

Un caso típico y problemático de este escenario restringido de opciones es la actual agenda de Ciencia y Tecnología en la cual la mayoría de los recursos y programas se concentran en estrategias de *catching-up* de la frontera tecnológica en áreas como biotecnología y nanotecnología (Pérez, 1983; Thomas y Fressoli, 2011). A ello se le suman las políticas de comercialización de la ciencia que favorecen intereses de mercado por sobre problemáticas sociales o de interés público. Estas políticas que datan de comienzos de la década de 1980, han sido reforzadas en la década de 1990 por un fuerte incentivo estatal a la creación de conocimiento que permita la creación de aplicaciones comerciales y patentes. Como resultado,

se produce un sesgo de la agenda hacia temas de interés puramente científico o marcadamente comercial (Moore et al., 2011; Thomas, Davyt, y Dagnino, 2000).

Por ejemplo, un área que recibe gran interés es la investigación en biotecnología agrícola. Esta atención no es problemática en sí misma, salvo por el hecho que la mayoría de las investigaciones tienden a reforzar las trayectorias dominantes de producción agrícola a gran escala con alto uso de pesticidas mientras que relegan otras alternativas de mejora genética y uso limitado de agroquímicos (Arza y Van Zwanenberg, 2014).

De esta manera, si suponemos que el papel de la agenda de ciencia y tecnología es generar conocimiento y aplicaciones para el bienestar general de la sociedad, los resultados y la dirección de la agenda dominante resulta algo decepcionante. En primer lugar porque se subordina la investigación local a la agenda internacional algo que los estudios sociales de la Ciencia y la Tecnología vienen analizando hace rato en América Latina (véase por ejemplo Kreimer, 2006; Vessuri, 1984). En segundo lugar porque favorece implícitamente un modelo tecno-económico excluyente y no sustentable sin al menos proponer alternativas a mediano y largo plazo. Por último porque, en algunos casos, los científicos se abroquelan ideológicamente y disciplinariamente en torno a ciertas antinomias (por ejemplo, biotecnología vs. agroecología) sin intentar formas de colaboración y aprendizaje mutuo entre estas áreas de conocimiento.

¿Cuáles son entonces las posibilidades de imaginar alternativas tecnológicas al paradigma socio-técnico dominante? ¿Es la actual agenda científica *mainstream* suficiente para

pensar alternativas tecnológicas para el desarrollo sustentable? O, por el contrario, ¿es posible pensar en otros actores y caminos de innovación?

En este escenario, es interesante explorar brevemente el papel que juegan los movimientos sociales como agentes en la producción de alternativas tecnológicas sustentables. La intención no es proponer a los movimientos sociales como "substitución" de las instituciones científico-técnicas sino tratar de comprender cuáles son sus aportes en términos de producción de conocimiento, qué opciones sociales y tecnológicas generan y de qué manera las universidades y las instituciones públicas pueden colaborar cognitivamente con éstos.

Cuando se habla de movimientos sociales con relación al desarrollo científico tecnológico existen al menos dos formas a considerar: movimientos de oposición tecnológica y movimientos de innovación de base.

Siguiendo a Hess (2007), los movimientos de oposición a las tecnologías se caracterizan por intentar detener el desarrollo de prácticas tecnológicas o sistemas tecnológicos enteros en los que la práctica se inscribe (incluyendo a veces la investigación sobre determinados temas). Los movimientos de oposición pueden apelar a formas de movilización social, boicots y reclamar al Estado para lograr moratorias en el desarrollo de tecnologías que consideran dañinas a la salud, al ecosistema o que generan desigualdades sociales. En algunos casos, las estrategias de resistencia se combinan con la búsqueda de nuevos conocimientos sobre los efectos de las tecnologías a las que se oponen.

Una segunda forma son los movimientos de innovación de base.

Se trata en general de redes heterogéneas de activistas, científicos, ingenieros y ONGs que buscan experimentar con formas alternativas de producción de conocimiento y procesos de innovación. A nivel micro, los movimientos de innovación de base impulsan la creación de soluciones tecnológicas orientadas hacia el desarrollo local. Y en este proceso generan visiones e imaginarios de cambio tecnológico global (Fressoli et al., 2014).

El objetivo de este artículo es analizar las características y posibilidades que ofrecen los movimientos de base en relación a la tecnología a la hora de pensar alternativas de desarrollo sustentable. Para ello, estudiamos brevemente los movimientos de oposición y resistencia a las tecnologías y los movimientos de innovación de base en Argentina. En la siguiente sección, en principio, describimos brevemente los movimientos de oposición a la tecnología y sus aportes, en la segunda sección analizamos dos movimientos de innovación de base, uno histórico y uno contemporáneo. En la tercera sección analizamos los aportes cognitivos y organizacionales que producen los movimientos sociales en la constitución de lo que denominamos espacios experimentales. El artículo cierra con algunas reflexiones sobre la importancia de analizar los movimientos sociales como agentes activos que pueden colaborar en la producción de conocimiento científico y técnico para el desarrollo sustentable.

## ■ MOVIMIENTOS SOCIALES DE OPOSICIÓN A LA TECNOLOGÍA

Los movimientos de oposición a ciertas tecnologías, en particular los movimientos de resistencia a tecnologías que producen efectos contaminantes, son conocidos y han tenido un importante desarrollo a lo

largo de la historia. La preocupación sobre los efectos de la tecnología se remonta a los comienzos del capitalismo. Pero, es a partir de las décadas de 1960 y 1970 cuando, en conjunción con otros movimientos contra-culturales, los movimientos de oposición a las tecnologías comenzaron a generar estrategias que combinaban la resistencia con la construcción de formas alternativas de producción de conocimiento (Jamison, 2001).

Actualmente, en Argentina y en la región, existen varios movimientos de oposición, como los movimientos contra la minería a cielo abierto (Svampa, Sola Alvarez, y Bottaro, 2009), la movilización contra las pasteras en Gualyguachú (Entre Ríos) (Sannazzaro, 2011) y el Movimiento de Madres de Ituzaingó en Córdoba y la Red de médicos de pueblos fumigados que se oponen al modelo de producción agrícola dominante (Arancibia, 2013).

Aunque es difícil medir los resultados de estas movilizaciones, varias de ellas -como en el caso de la oposición a la minería a cielo abierto- han tenido bastante éxito en detener o al menos poner en *stand-by* grandes explotaciones. No es extraño entonces que empresas, políticos o inclusive algunos científicos califiquen a estos movimientos como grupos reaccionarios que están contra el progreso. Sin embargo, sería un error pensar que estos movimientos son anti-modernos. En realidad, parafraseando a Bruno Latour, los movimientos anti-tecnología son "verdaderamente modernos" porque ponen en cuestión la neutralidad de la ciencia y la tecnología. En muchos casos, los militantes de los movimientos de oposición a las tecnologías contaminantes hacen un uso realmente complejo de información científico-técnica al tiempo que la traducen al lenguaje cotidiano. En

este proceso, apelan al conocimiento disponible a partir del diálogo con expertos científicos o tecnológicos. Otras veces además hacen notar la falta de conocimientos sobre determinadas temáticas. Construyen así demandas de ciencia no-hecha, es decir: investigación en problemas sociales y cognitivos que las instituciones científicas dominantes no consideran relevantes (Hess, 2007). Un ejemplo de esto último es el movimiento de Madres de Ituzaingó, quienes, en colaboración con médicos y epidemiólogos comenzaron a recolectar información sobre los efectos de los plaguicidas. Parte de la información recolectada se utilizó luego como evidencia científica y legal que permitió establecer límites a las fumigaciones en áreas urbanas en unas pocas ciudades del interior del país (notablemente en Ituzaingó, Córdoba) (Arancibia, 2013).

Los movimientos de oposición a las tecnologías son importantes porque revelan las asimetrías del desarrollo basado en la explotación masiva de recursos naturales. Su acción puede impulsar regulaciones para controlar o eliminar las emisiones o prácticas contaminantes y, en el caso de que estas regulaciones existan, contribuir con su puesta en práctica. De esta forma, los movimientos sociales de oposición a las tecnologías dominantes son una fuerza relevante en la vigilancia de las tecnologías que presentan riesgos sociales y ambientales.

Al mismo tiempo, los movimientos de oposición también pueden favorecer la construcción de prácticas tecnológicas alternativas. Cuando la oposición a ciertas prácticas es persistente y generalizada, algunos actores incluyendo empresas, ONGs o el Estado pueden buscar la construcción de alternativas tecnológicas. Un ejemplo de este proceso es el movimiento antinuclear en Europa,

en particular en Alemania, que en conjunción con otros factores (notablemente el accidente de Chernóbil) impulsó el reemplazo de la energía nuclear por energías renovables. Pero las estrategias basadas exclusivamente sobre la resistencia son difíciles porque el resto de la sociedad puede desdeñar estos intentos como opciones reactivas que no ofrecen opciones válidas para el desarrollo.

Para evitar esta trampa, cuando las controversias sobre ciertas tecnologías se extienden sobre el tiempo, los movimientos de oposición pueden pasar de la mera oposición hacia la búsqueda de alternativas tecnológicas viables. En estos casos, los movimientos de oposición pueden asociarse con actores, redes y otros movimientos sociales que pugnan por la construcción de alternativas: como las energías renovables o la comida orgánica (Hess, 2007; Smith, 2006). Sobre estas iniciativas, conocidas como movimientos de innovación de base, tratará la siguiente sección.

### ■ MOVIMIENTOS DE INNOVACIÓN DE BASE

En Argentina existen varios movimientos de innovación, incluyendo el movimiento de tecnologías apropiadas, el movimiento agroecológico, el movimiento de Software Libre y los nuevos espacios de Fabricación digital (*fablabs*) y *makerspaces*. Para ilustrar las posibilidades de estos espacios estudiaremos brevemente un movimiento histórico y un movimiento actual: el movimiento de tecnologías apropiadas y el movimiento *maker*, respectivamente.

### MOVIMIENTO DE TECNOLOGÍA APROPIADA.

El movimiento de Tecnología apropiada se desarrolló a nivel mundial entre finales de la década

de 1960 y mediados de la década de 1980. La idea de tecnología apropiada buscaba contrarrestar la imposición de la idea de desarrollo industrial a escala masiva en los países en desarrollo (véase por ejemplo Herrera, n.d.). Para ello desarrollaron un conjunto de tecnologías de baja escala, bajo costo, sencillas de utilizar y que incorporaban conocimientos locales además de conocimiento científico-técnico. Entre los activistas de tecnología apropiada podían encontrarse ingenieros, agrónomos, economistas y antropólogos, entre otros. En 1984, se contaban alrededor de 1.000 centros de tecnología apropiada alrededor del mundo y varias instituciones de desarrollo, incluyendo secciones de la Organización para la Cooperación y el Desarrollo (OCDE), la Organización Internacional del Trabajo (OIT), así como también el Banco Mundial (BM), el Programa de Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD) y el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente (PNUMA) tenían programas o apoyaban este movimiento (Smith, Fressoli, y Thomas, 2014).

El movimiento de Tecnología apropiada arribó a América Latina entre fines de la década de 1970 y comienzos de los años 80. Casi to-

dos los países de la región tuvieron al menos un centro de referencia de tecnología apropiada durante este período. Chile en particular se convirtió en un nodo importante en la región a partir de la actividad de centros como el Centro de Tecnología Apropriada para América Latina (CETAL) y el Centro de Educación Tecnológica (CET). En Argentina pueden mencionarse las actividades del Centro de Ciencia y Tecnología Barrancas (CECITEB) en Jujuy, y el Centro de Tecnologías Apropriadas de Argentina (CETAAR) en Marcos Paz<sup>2</sup>. Siguiendo el ejemplo de CETAL en Chile, la mayoría de los centros de tecnología apropiada de la región, desarrolló un conjunto de tecnologías dedicadas a atender las necesidades sociales de la población rural o semi-urbana. Algunos ejemplos incluían: secadores solares, calentadores solares de agua, biodigestores, conservadores de calor (Cocina Bruja), tecnologías de compostado y métodos agroecológicos.

El proceso de construcción tecnológica se basaba en métodos participativos que permitían a los usuarios definir parte del problema e intervenir en la construcción de mejoras o modificaciones en las tecnologías disponibles. El objetivo prin-



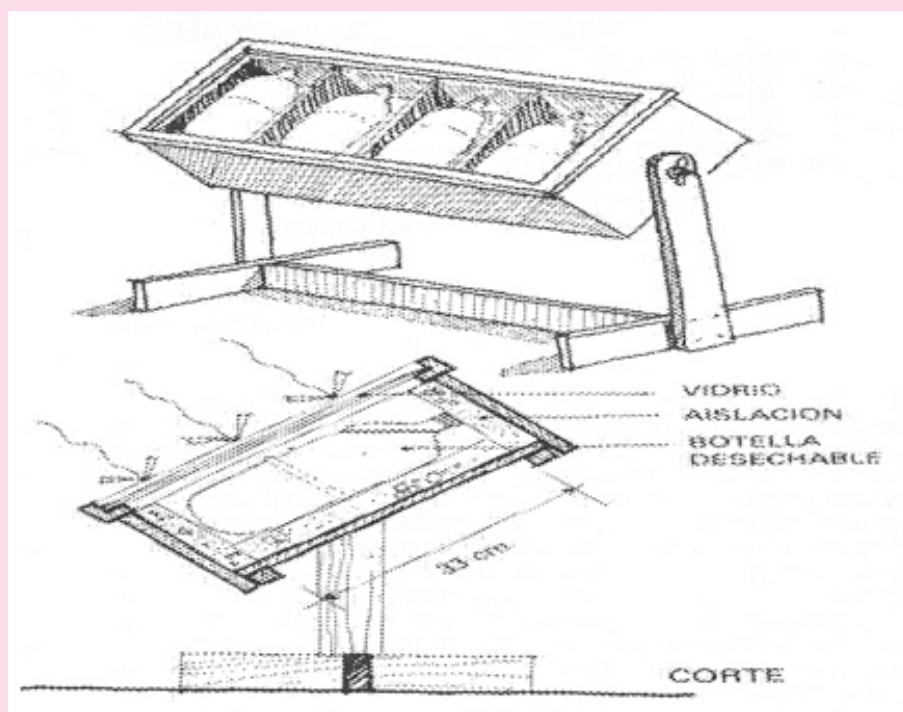
**Figura 1:** Experimentación con métodos agroecológicos en el Centro de Educación y Tecnología (CET), Chile durante la década de 1980.

El principal del movimiento de tecnología apropiada era construir capacidades para resolver los problemas locales y fomentar la autonomía política de los actores sociales, al mismo tiempo que se producían tecnologías accesibles y sustentables. Por eso, más que el desarrollo de tecnologías apropiadas en sí, los activistas buscaban fomentar procesos de participación en la construcción de “tecnologías socialmente apropiadas” y “apropiables” por la población local (Serrano, 1985).

### Cuadro 1: Tecnologías apropiadas y energía solar

Los centros de tecnología apropiada en América del Sur desarrollaron una serie de tecnologías basadas en el uso de energía solar. El principal objetivo de estas tecnologías era proveer energía complementaria al uso de biomasa, en un intento de paliar los efectos de la deforestación, la contaminación y la pelea por los recursos naturales que enfrentaban los grupos sociales más desfavorecidos. En general se trataba de artefactos sencillos, de bajo costo y en algunos casos de uso transitorio.

Por ejemplo, el CETAL promovió diseños de calentadores solares de agua y de secadores solares (Serrano, 1985). Los primeros utilizaban la energía solar para calentar botellas con agua en zonas donde se hace difícil el acceso a la leña. Mientras que los secadores solares de frutas utilizaban un diseño que facilitaba la circulación de aire para aumentar la eficiencia del secado, permitiendo así aumentar la eficiencia del proceso, y en última instancia, aumentando las posibilidades de uso de la fruta producida por productores pequeños.



**Figura 2:** Calentador solar de agua (Serrano, 1985).

Un ejemplo más cercano, dirigido a poblaciones que enfrentan problemas de desertificación y falta de agua, es la construcción de destiladores solares de agua y cocinas solares diseñadas por el Grupo Cliope de la Universidad Tecnológica Nacional–Facultad Regional Mendoza (UTN–FRM). Luego de algunas idas y vueltas, varios de estos artefactos fueron instalados en conjunto con comunidades Huarpes en el Secano de Lavelle (Provincia de Mendoza)(Fressoli, Garrido, Picabea, Lalouf, y Fenoglio, 2013).

Como se puede observar en los ejemplos, es difícil señalar un artefacto arquetípico: más bien se encuentran variaciones y adaptaciones de 2 o 3 tecnologías. Esta riqueza, que es característica de los movimientos de

innovación de base, constituye justamente un indicador de la flexibilidad para encontrar soluciones y experimentar con usos múltiples.

El desarrollo de tecnologías que hacen uso de la energía solar continua, siendo un área de investigación relevante, sobre todo en lo que respecta al desafío de diseñar artefactos accesibles y robustos. Una de las instituciones científicas que viene realizando investigación en energía solar no convencional (incluyendo calentadores solares comunales u otros métodos como energía fotovoltaica) es el Instituto de Energía No Convencional (INENCO), de la Universidad Nacional de Salta (UNSa) y el CONICET.



**Figura 3:** Calentadores solares instalados por INENCO en la comunidad de Tolar Grande, Salta.

Más allá de las Tecnologías Apropriadas, los artefactos que utilizan energía solar han dejado de ser un desarrollo exclusivo para nichos de mercado y su uso se ha extendido notablemente. En la actualidad, existen varios modelos comerciales de calefactores solares de uso hogareño cuyo diseño se origina, en parte, en la experimentación del movimiento de Tecnología Apropriada.

Los centros de tecnología apropiada buscaron, en el fondo, crear alternativas de desarrollo sustentable a partir del desarrollo de tecnologías cotidianas a “escala humana”. Pero, por diversas razones (Ej. falta de financiamiento, limitaciones organizacionales, cambio del paradigma de desarrollo social), el alcance de sus actividades se restringió a intervenciones en unas pocas localidades. El problema de escala -cómo construir estrategias de cambio social cuando los proyectos dependen de financiamiento acotado- resultó uno de los principales dilemas de este movimiento (Smith et al., 2014). A comienzos de los años noventa, a medida que el interés internacional sobre la tecnología apropiada dismi-

nuyó, muchos de estos centros cerraron o comenzaron a dedicarse a otras actividades<sup>3</sup>.

A pesar de ello, el movimiento de tecnología apropiada en la región resultó fundamental para la experimentación con tecnologías alternativas en campos como el de energías renovables y agroecología. El conocimiento desarrollado en estas áreas fue retomado más tarde por instituciones sociales, académicas y empresas.

Hoy en día es normal incorporar calentadores solares en las viviendas, utilizar materiales de construcción alternativos como adobe y desarrollar huertas orgánicas. Pero

hace unas décadas estas tecnologías apenas existían en la experimentación de los centros de tecnología apropiada. En este sentido, los centros de tecnología apropiada jugaron un papel relevante en la construcción de nuevo conocimiento sobre estas tecnologías y ayudaron a crear nuevas capacidades y visiones sobre el desarrollo que luego fueron retomadas, reutilizadas y resignificadas por otros actores incluyendo instituciones de I+D, ONGs y empresas.

### **MAKERSPACES Y FABLABS**

Un movimiento de innovación de base relevante en la actualidad es el Movimiento *maker*. El movimiento *maker* y la cultura del hazlo-

tú-mismo se han convertido en un nuevo motor de experimentación informal en diversas tecnologías como software, microelectrónica, robótica y fabricación digital. La motivación principal de la cultura *maker* es la solución de problemas, la experimentación con artefactos y el acceso irrestricto a la tecnología. En general, la cultura *maker* reúne viejos conocimientos de mecánica y carpintería con electrónica básica y programación de software, pero también puede incluir tejido, jardinería o cocina. De hecho, el movimiento *maker* engloba varias redes sociales como los *hackerspaces*, *fablabs*<sup>4</sup> y *makerspaces*<sup>5</sup>. Estos espacios incluyen una amplia variedad de oficios y capacidades como diseñadores, arquitectos, programadores de software, artistas, inventores y científicos.

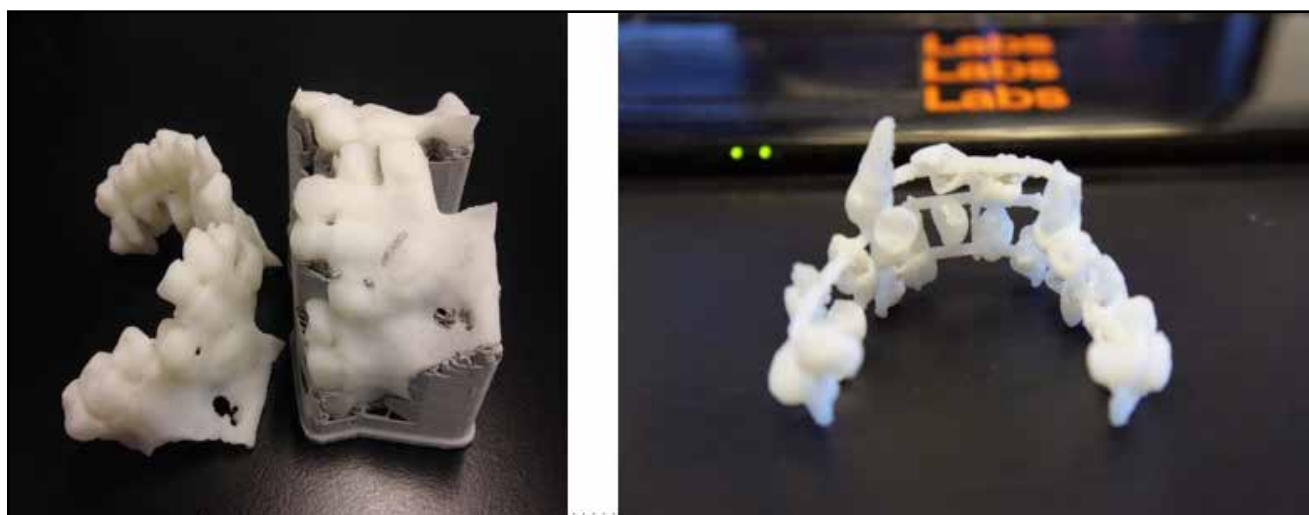
Como afirma Anderson (2012), el movimiento *maker* es a la vez artesanal e innovador al mismo tiempo que local y global. Esto se debe a que el movimiento *maker* se beneficia en gran medida de internet y de las prácticas de colaboración y aprendizaje *online* a partir de tutoriales y de la copia de diseños compartidos. Son prácticas que en general se basan en la utilización de

software abierto, herramientas descentralizadas de gestión del conocimiento y, de manera creciente, máquinas y dispositivos *open source*<sup>6</sup>. Existe todo un ecosistema de intercambio de conocimientos, aprendizaje y colaboración *online* en internet. Sitios web como *Instructables*, *Thingiverse* o *Sourceforge* permiten a los usuarios subir y compartir sus propios diseños, programas y tutoriales para fabricar juguetes, mini-robots, utilizar controladores electrónicos abiertos como *Arduino*<sup>7</sup> o *Raspberry Pi* o crear una impresora 3D. Estos repositorios han evolucionado hasta conformarse en espacios de aprendizaje *online* abiertos y su crecimiento ha atraído rápidamente el interés de las empresas.

El aprendizaje de estas herramientas va acompañado de una fuerte cultura emprendedora y creadora de nuevos modelos de negocios. Pero al mismo tiempo, el movimiento *maker* expresa varias formas de activismo tecnológico en busca de tecnologías más sustentables, autonomía en el hacer y nuevas formas de producción colaborativa. Algunos autores incluso consideran a la cultura *maker* como una nueva forma de ciudadanía (Ratto y Boler, 2014).

En la práctica, el movimiento *maker* plantea que cualquiera con una idea o un problema tecnológico, puede acercarse a los espacios de experimentación y tratar de encontrar una solución o solicitar ayuda y buscar una solución en conjunto. Constituyen así prácticas directas de experimentación con la tecnología que pueden impulsar formas de democratización de conocimiento.

Es difícil estimar la extensión del movimiento *maker* a nivel global. En 2012, Anderson consideraba que existían alrededor de 1000 makerspaces a nivel global, mientras que en Norteamérica la feria Maker Faire reúne alrededor de 120 mil personas al año (Anderson, 2012). En Argentina existen alrededor de 15 espacios de experimentación *maker*, entre *hackerspaces*, *makerspaces* y *fablabs*. Muchos de ellos son espacios informales y auto-gestionados como el HackLab Barracas. Otros son espacios más institucionalizados como el CMD Lab que funciona en el Centro Metropolitano de Diseño del Gobierno de la Ciudad de Buenos Aires. También existen *fablabs* universitarios como el MingaLab que se encuentra en la Universidad Nacional de Lanus (UNLa).



**Figura 4:** Prototipos de maxilar para cirugía obtenidos mediante impresión 3D (Fuente: CMD Lab).

Muchos de los proyectos que se realizan en los *makerspaces* y *fablabs* pueden ser de carácter personal o lúdico. Otros tienen fines más sociales como la experimentación con prótesis, el mapeo electrónico de problemas de contaminación en el Riachuelo (véase el cuadro N°2) o la construcción de modelos físicos de tejidos a partir de imágenes de resonancias magnéticas para simplificar procesos quirúrgicos complejos<sup>8</sup>.

También hay proyectos más ambiciosos como el plan para construir un laboratorio flotante de fabricación digital en el Amazonas. Este proyecto, denominado Fab Flotante es pro-

movido por la Red Latinoamérica de Fablabs y en Argentina está coordinado por el FabLab Argentina. El Fab Flotante se propone navegar por el Amazonas peruano, proveyendo servicios inclusivos a las comunidades de la región. Al mismo tiempo, se busca investigar y promover el uso de materiales locales y experimentar con formas sustentables de fabricación de biomateriales y con dispositivos electrónicos de mapeo y conservación de especies<sup>9</sup>. Sin embargo, lo más interesante del movimiento *maker* no se encuentra en los proyectos en sí sino en la combinación entre el modo de producción colaborativa que promueven y las nuevas visiones de cambio tecnoló-

gico que este encarna. Por ejemplo, autores como Anderson sugieren que el movimiento *maker* está produciendo una personalización del consumo y democratización de la producción. Otros piensan que las prácticas creativas asociadas al modelo *open source* permiten acompañar un nuevo modo de producción entre pares basado en la cultura de los bienes comunes (Benkler y Nissenbaum, 2006), o la promoción de economías post-capitalista (Rigi, 2014).

Todavía es muy temprano para saber si las grandes promesas de la cultura *maker* se harán realidad y qué dilemas enfrentará este movi-

### Cuadro 2: ¿Qué pasa Riachuelo?

Esta iniciativa utiliza herramientas de visualización y recolección de datos para visualizar y generar conciencia sobre el proceso de saneamiento de la Cuenca Matanza-Riachuelo. El proyecto se inició en 2011 a partir de la asociación de diferentes ONGs e instituciones que integran el espacio Matanza-Riachuelo, entre las que se encuentran la Fundación Ambiente y Recursos Naturales (FARN), Fundación Metropolitana, Greenpeace, el CELS, la Asociación de Vecinos de La Boca, la Fundación Ciudad, Poder Ciudadano y la Asociación Ciudadana por los Derechos Humanos). El proyecto fue realizado en colaboración con el *hackerspace* GarageLab, y contó con el apoyo de la Fundación Avina y aportes del Banco Mundial y de la Heinrich Böll Stiftung.

El proyecto cuenta con una página web (<http://quepasariachuelo.org.ar/>) de acceso libre y gratuito en la que se puede observar, en un mapa interactivo georreferenciado, toda la información disponible por la Autoridad de la Cuenca Matanza-Riachuelo (ACUMAR) incluyendo: basurales, industrias contaminantes, industrias que presentaron su plan de reconversión, industrias que han reconvertido sus procesos, ecopuntos y asentamientos.

Una parte importante del proyecto consiste en el monitoreo social que realizan los ciudadanos a partir de herramientas online -ya sea a partir de una aplicación para celulares o en la web- que permiten reportar hechos de contaminación de forma directa, establecer la ubicación del hecho y subir fotos. Estos datos son luego cruzados con los datos públicos disponibles. De esta manera, se busca potenciar la capacidad de los ciudadanos para monitorear las políticas públicas e incidir en la toma de decisiones sobre el territorio de la cuenca.

#### Fuente:

- <http://quepasariachuelo.org.ar/>

- Rocha, L. (2011). "¿Qué pasa Riachuelo?", una web para monitorear el saneamiento - 02.12.2011. *La Nación*. Retrieved from <http://www.lanacion.com.ar/1429402-que-pasa-riachuelo-una-web-para-monitorear-el-saneamiento>



miento a medida que el interés de las empresas y los gobiernos crezca. Mientras tanto, el movimiento *maker* está creando nuevos caminos de experimentación que son crecientemente accesibles y están llamando la atención de instituciones educativas, empresas y gobiernos. Es justamente el elemento experimental el que llama y genera interés en estas instituciones.

### ■ ESPACIOS EXPERIMENTALES

Los movimientos de base que describimos en la sección anterior, constituyen un pequeño ejemplo de la variedad de iniciativas que se encuentran a nivel global<sup>10</sup>. A nuestro entender, estos movimientos se caracterizan por proponer explícitamente (ya sea discursivamente y/o en la práctica) caminos alternativos a las visiones de desarrollo dominante. En algunos casos, las experiencias que empiezan a partir de movimientos de base pueden llegar a crear nichos alternativos de producción, como en el caso de la comida orgánica (Smith, 2006). En otros casos, las experiencias de base dan lugar a nuevas industrias que llegan a tener carácter global, como sucedió por ejemplo en el caso de la energía eólica en Finlandia (Ely, Smith, Stirling, Leach, y Scoones, 2013). Pero, muy a menudo las iniciativas de los movimientos de base no sobrepasan la etapa de prototipos<sup>11</sup> o no están preparados para generar la movilización social suficiente para cambiar las formas tecnológicas que enfrentan. Esta afirmación puede invitar a pensar que los movimientos de base son incapaces para competir a gran escala con las formas de producción tecnológica dominantes. Sin embargo, sería un error considerar que los movimientos de base buscan por sí mismos modificar las direcciones de desarrollo tecno-económico<sup>12</sup>. Este pensamiento corre el riesgo de perder completamente de

vista la contribución que estos movimientos pueden hacer al debate sobre la ciencia y tecnología para el desarrollo sustentable. En lo que sigue analizamos las principales características que, a nuestro entender, aportan los movimientos de base a la hora de construir caminos alternativos de desarrollo.

### ■ LOS MOVIMIENTOS DE BASE SON CREADORES DE CONOCIMIENTO

La capacidad de los movimientos sociales en general (no sólo los que enfrentan o producen nuevas tecnologías) para producir conocimiento ha sido poco estudiada. Sin embargo, como muestran Everyman y Jamison (1991), la producción de conocimiento en los movimientos sociales es una actividad clave en la construcción de su identidad, innovación organizacional y la construcción de imaginarios de cambio. Tanto en el caso de los movimientos que se crean para resistir ciertas tecnologías, como en aquellos que buscan crear otras alternativas, la producción de conocimiento tiene un lugar central en la articulación social de estas organizaciones.

Es importante notar que cuando se habla de visiones alternativas no nos referimos a formas cognitivas aisladas de la ciencia y la tecnología. Al contrario, si algo caracteriza a los movimientos de base es la construcción de estrategias de incorporación de uso de conocimiento científico-técnico. Esto implica estrategias de negociación que buscan tanto validar el conocimiento de base en términos científicos, como insertarlo en las agendas de ciencia y tecnología de universidades e institutos de investigación (Fressoli et al., 2014).

De manera relevante, la producción de conocimiento que realizan

los movimientos de base se expresa, en general, en múltiples dimensiones. En muchos casos puede tratarse del impulso al estudio de problemas o temas muy concretos que no figuran en la agenda de la ciencia *mainstream*, en lo que Hess (2007) denomina ciencia no-hecha. Pero, al mismo tiempo, los mismos movimientos pueden promover visiones o imaginarios de cambio tecnológico, que aunque no se materializan en lo inmediato, pueden afectar a largo plazo los procesos de desarrollo socio-técnico. De esta manera, los movimientos de base pueden disparar alternativas impensadas o impensables dentro de los paradigmas cognitivos disponibles. Por ejemplo, cuando el movimiento de tecnología apropiada empezó a desarrollar soluciones tecnológicas sencillas, de bajo costo y autónomas (que no dependían de una red central), el objetivo inmediato era resolver problemas de pobreza y falta de servicios. Pero, en medio de la efervescencia cultural de la década de 1970, la idea de tecnologías autónomas e independientes, baratas y descentralizadas, se convirtió en una importante influencia para el imaginario que dio forma a la construcción de microcomputadores. En este caso, además, en lugar de oponerse a la industrialización masiva, los primeros hackers se oponían a la visión tecnocrática que encarnaban las grandes computadoras (*mainframes*) al estilo IBM que dominaban el mercado (veáse Turner, 2006).

### ■ LOS MOVIMIENTOS DE BASE PROMUEVEN LA PARTICIPACIÓN ABIERTA

Parece una obviedad afirmar que los movimientos de base promueven la participación, pero cuando se habla de generación de alternativas cognitivas y tecnológicas esta característica es distintiva. Sobre todo cuando se consideran las institucio-

nes de Ciencia y Tecnología, que constituyen espacios poco acostumbrados a incluir no-científicos en la producción de conocimiento. Por el contrario, para los movimientos de base, la participación es un elemento clave en la construcción del problema social y de las soluciones.

El hecho que los movimientos de base inviten a la participación no significa que el proceso de construcción de conocimientos sea necesariamente horizontal. En este punto, por ejemplo, existen algunas diferencias entre los movimientos de oposición a la tecnología y los movimientos de innovación. En general los primeros tienden a asociarse o a incorporar expertos técnicos en la elaboración de conocimientos: el movimiento de madres de Ituizangó comenzó como un movimiento de vecinos, pero luego obtuvieron la colaboración de médicos y epidemiólogos que comenzaron a realizar investigación en base a métodos científicos establecidos. Esto se debe a que en algunos casos, la oposición a las tecnologías gana fuerza a partir de la legitimación de los expertos científicos.

Los movimientos de innovación de base descansan en estrategias en las cuales la participación de los usuarios en la construcción de conocimientos es históricamente más abierta y explícita. Más allá de esta distinción histórica, es importante notar que en la actualidad existen nuevas formas de ciencia abierta y participativa que se basan en la participación de los ciudadanos en varias etapas de la producción de conocimiento.

En realidad, ya sea cuando se trata de movimientos de innovación como las tecnologías apropiadas, *software* libre, el movimiento *maker* o movimientos de resistencia a las tecnologías, el objetivo general

compartido es empoderar a los actores a partir de la participación en la construcción de conocimientos y tecnologías.

La participación es importante porque permite democratizar el acceso al conocimiento y acercar la ciencia y la tecnología a la vida cotidiana de las personas. Al mismo tiempo, la participación permite comenzar a borrar las diferencias entre usuarios y colaboradores<sup>13</sup>, dando lugar así a procesos de colaboración que enriquecen el proceso de construcción cognitiva. Cuando se trata de construir nuevas soluciones tecnológicas a problemas de sustentabilidad, la participación efectiva de los usuarios puede aumentar el compromiso de los actores, contribuir al funcionamiento de los proyectos y generar tecnologías más sólidas y resilientes (Ely et al., 2013).

Afortunadamente, varias de las estrategias de participación impulsadas por los movimientos de base se han incorporado progresivamente a la práctica de algunas instituciones de desarrollo. Por ejemplo, la Oficina de Justicia Ambiental (dependiente de la Agencia de Protección Ambiental) en Estados Unidos, promueve desde la década de 1990 la colaboración de ciudadanos en la recolección de datos y la utilización de la información (Moore, 2006). Otro método más novedoso, que proviene de la cultura *maker*, son los *hackathons*, en los que propone un desafío cognitivo y se invita a los usuarios a contribuir con soluciones o ideas que se desarrollan como prototipos en un taller de uno o varios días de duración. Este método participativo fue usado, por ejemplo, por la Agencia Internacional de Desarrollo de Estados Unidos para diseñar nuevos trajes de protección para combatir el virus del ébola, y en Argentina recientemente, el Ministerio de

Desarrollo realizó recientemente un *hackathon* para construir soluciones a personas con problemas de discapacidad<sup>14</sup>.

## ■ DIVERSIDAD

La capacidad para crear soluciones inesperadas a problemas complejos depende en parte de la inclusión de actores sociales diversos. Actores que participan de diferentes prácticas o marcos de conocimiento pueden aportar una nueva mirada sobre problemas, que los actores que comparten el mismo marco de pensamiento, pueden pasar por alto o no llegar a considerar. En este sentido, la sociología de la tecnología considera que la inclusión de actores que pertenecen a diversos marcos de conocimiento acelera los procesos de innovación (Bijker, 1997). Aquello que los grandes proyectos de investigación y algunas instituciones de desarrollo se esfuerzan tanto por promover, como las prácticas interdisciplinarias o trans-disciplinarias, se produce de manera mucho más sencilla y espontánea en los espacios de los movimientos sociales. Esto se debe a que los movimientos de base permiten la participación de personas de diferentes disciplinas, saberes u orígenes culturales, que se mezclan sin mucho preámbulo. Esta facilidad para mezclar saberes, puede favorecer no sólo la creatividad sino también los procesos de aprendizaje mutuo y la capacidad para aprender en la práctica y en la interacción. Al mismo tiempo, como los actores que participan en los movimientos de base no se encuentran atados por restricciones de proyecto o imposiciones de la agenda científica, pueden pensar más fácilmente soluciones novedosas.

La diversidad de actores permite así aumentar la flexibilidad en la construcción de conocimiento. Cuando este proceso se sistematiza

y amplía a la escala de movimiento social, nos encontramos con una multiplicidad de ideas y soluciones experimentales para un mismo problema. Combinada con procesos participativos de producción de conocimiento, la diversidad de participantes y situaciones abre la posibilidad de adaptar fácilmente tecnologías y soluciones cognitivas a diferentes requerimientos locales y técnicos. Las tecnologías apropiadas son, de nuevo, un ejemplo interesante: casi todos los grupos de tecnología apropiada experimentaban con varias tecnologías como energía solar, eólica y técnicas agroecológicas, y en algunos casos intentaban integrar estas soluciones en sus intervenciones. En el caso de la cultura *maker*, la flexibilidad se encuentra incorporada en el diseño: a partir del uso del código y *hardware* abierto los actores promueven explícitamente la modificación del uso de los diferentes artefactos. En este sentido, cuando se considera el aporte de los espacios experimentales, más allá del análisis de las soluciones puntuales (y sus posibles limitaciones) resulta mucho más valioso comprender cómo se generan los procesos de creatividad colectiva y democratización del conocimiento que se promueven a escala de movimiento social. Es justamente esta diversidad de experiencias la que permite construir visiones alternativas de cambio. Por eso, consideramos que los espacios experimentales pueden funcionar en la práctica como una fuente para el desarrollo de problemas cognitivos y tecnologías alternativas.

## ■ REFLEXIONES FINALES

Desde hace tiempo, las discusiones sobre desarrollo y sustentabilidad le han otorgado un papel preponderante a la ciencia y la tecnología. Este papel ha sido además refrendado en Argentina (y en la región) a partir de la creciente

inversión en Ciencia y Tecnología. Pero, en un contexto en el cual la dirección de la agenda de desarrollo tiende a favorecer la explotación a gran escala de recursos naturales, la investigación científica *mainstream* continúa alineada con un modelo de desarrollo poco sustentable. Nada asegura tampoco que un cambio de dirección de políticas hacia el desarrollo sustentable permita generar alternativas viables y sobre todo, socialmente inclusivas. Por ejemplo, como se puede observar en las iniciativas de la denominada Economía verde, muchas de las ideas nuevas sobre el desarrollo sustentable descansan en los mismos programas de producción de conocimiento centralizado y dirigido hacia el beneficio de las grandes empresas (Ely et al., 2013).

Nos encontramos entonces en una situación paradójica. Necesitamos de forma urgente nuevos modelos de desarrollo, nuevos conocimientos y nuevas tecnologías para enfrentar los desafíos de la transición hacia sociedades sustentables. Sin embargo, las instituciones de Ciencia y Tecnología continúan dominadas por formas de pensamiento que consideran la innovación y la creación de conocimientos a partir de modelos cognitivos originados durante la segunda revolución industrial.

En este contexto, los movimientos de oposición y de innovación de base proporcionan herramientas cognitivas (como las estrategias de participación abierta, la producción colaborativa de conocimientos y la exploración de la diversidad) que contribuyen a la creación de espacios experimentales. A partir de estos elementos, los movimientos de base generan algo invaluable: nuevas visiones colectivas sobre el desarrollo y la sustentabilidad. Es por eso que resulta importante observar

estas prácticas y encontrar nuevas formas de colaboración entre los espacios informales de producción de conocimiento y las capacidades científico-tecnológicas disponibles.

Por supuesto, los movimientos sociales no son, ni pueden ser, la única respuesta a los problemas de desarrollo sustentable. Pero si constituyen la posibilidad de construir espacios tecnológicos experimentales y caminos alternativos de innovación que las instituciones *mainstream* de Ciencia y Tecnología no han tomado o no están dispuestas a tomar. En este proceso, contribuyen con otro elemento valioso para el debate sobre Ciencia, Tecnología y desarrollo sustentable: la creación de canales de participación y empoderamiento socio-tecnológico que amplían los procesos de democratización del conocimiento.

Ante la escala de los desafíos (tecnológicos, culturales, organizacionales y cognitivos) que representa la construcción de nuevas formas de desarrollo sustentable e inclusivo, el aporte que pueden realizar los movimientos de base es fundamental para poder elegir colectivamente y de manera autónoma las direcciones del cambio tecnológico.

## ■ REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Anderson, C. (2012) *Makers. The new industrial revolution*. Nueva York: Random House Business Books.
- Arancibia, F. (2013) Challenging the bioeconomy: The dynamics of collective action in Argentina. *Technology in Society*, 35, 79–92.
- <http://doi.org/10.1016/j.techsoc.2013.01.008>

- Arza, V., Fressoli, M. (2015) Ciencia abierta, beneficios colectivos. *Sci Dev América Latina*.  
<http://www.scidev.net/americas-latina/desarrollo-de-capacidades/opinion/ciencia-abierta-beneficios-colectivos.html>
- Arza, V., Van Zwanenberg, P. (2014) Innovation in Informal Settings but in Which Direction? The Case of Small Cotton Farming Systems in Argentina. *Innovation and Development*, 4, 55–72.
- Benkler, Y., Nissenbaum, H. (2006) Commons-based peer production and virtue. *Journal of Political Philosophy*, 14, 394–419.  
<http://doi.org/10.1111/j.1467-9760.2006.00235.x>
- Bijker, W. (1997) *Of Bicycles, Bakelites, and Bulbs. Toward a Theory of Sociotechnical Change*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Ely, A., Smith, A., Stirling, A., Leach, M., Scoones, I. (2013) Innovation politics post-Rio+20: Hybrid pathways to sustainability. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 31, 1063–1081.  
<http://doi.org/10.1068/c12285j>
- Everyman, R., Jamison A. (1991) *Social Movements. A cognitive approach*. Malden, MA: Polity Press.
- Fressoli, M., Arond, E., Abrol, D., Smith, A., Ely, A., Dias, R. (2014) When grassroots innovation movements encounter mainstream institutions: implications for models of inclusive innovation. *Innovation and Development*, 4, 277–292.  
<http://doi.org/10.1080/2157930X.2014.921354>
- Fressoli, M., Dias, R. (2014) *The Social Technology Network: A hybrid experiment in grassroots innovation*. Brighton: STEPS CENTRE University of Sussex.
- Garrido, S., Moreira, J., Lalouf, A. (2013) Energías renovables y dinámicas de desarrollo en Argentina. Políticas de universalización del acceso y diversificación de la matrix energética. En *Conferencia Internacional Lalics*, 2013.
- Herrera, A. (n.d.) *Desarrollo, Tecnología y Medio Ambiente. En Conferencia en el Primer seminario Internacional sobre Tecnologías Adecuadas en Nutrición y Vivienda*, 1–12. México, PNUMA.
- Hess, D. (2007) *Alternative Pathways in Science and Industry*. Cambridge, MA: The MIT Press.
- Jamison, A. (2001) *The making of green knowledge. Environmental politics and cultural transformation*. Cambridge: Cambridge University Press.
- Kreimer, P. (2006) ¿Dependientes o integrados? La ciencia latinoamericana y la nueva división internacional del trabajo. *Nómadas*, 24, 199–212. Retrieved from <http://sociologicas.com/2012/03/18/dependientes-o-integrados-la-ciencia-latinoamericana-y-la-nueva-división-internacional-del-trabajo/>
- Moore, K. (2006) Powered by the people: scientific authority in participatory science. En S. Frickel y K. Moore (Eds.), *The new political sociology of science*. Institutions, networks and powers, 299–325. Madison, The University of Wisconsin Press.
- Moore, K., Kleinman, D., Hess, D., Frickel, S. (2011) Science and neoliberal globalization. *Theory and Society*, 40, 505–532.
- Pérez, C. (1983) Structural change and assimilation of new technologies in the economic and social systems. *Futures*, 15, 357–375.
- Ratto, M., Boler, M. (2014) Introduction. In M. Ratto y M. Boler (Eds.), *DIY Citizenship. Critical making and social media (1–22)*. Cambridge, MA, The MIT Press.
- Rigi, J. (2014) Peer to peer production as alternative to capitalism. A new communist horizon. *Journal of Peer Production*. Retrieved from <http://peerproduction.net/issues/issue-1/invited-comments/a-new-communist-horizon/>
- Rocha, L. (2011) “¿Qué pasa Riachuelo?”, una web para monitorear el saneamiento - 02.12.2011. *La Nación*. Retrieved from <http://www.lanacion.com.ar/1429402-que-pasa-riachuelo-una-web-para-monitorear-el-saneamiento>.
- Sannazzaro, J. (2011) Controversias científico-públicas: El caso del conflicto por las “papeleras” entre Argentina y Uruguay y la participación ciudadana. *Revista Iberoamericana de Ciencia Tecnología y Sociedad*, 6, 213–239.
- Serrano, P. B. (1985) Función de las tecnologías apropiadas en el medio ambiente. *Ambiente y Desarrollo*, 1, 61–80.

- Smith, A. (2006) Green niches in sustainable development: The case of organic food in the United Kingdom. *Environment and Planning C: Government and Policy*, 24, 439–458. <http://doi.org/10.1068/c0514j>
- Smith, A., Fressoli, M., Thomas, H. (2014) Grassroots innovation movements: Challenges and contributions. *Journal of Cleaner Production*, 63, 114–124.
- Svampa, M. S., Sola Alvarez, M., Bottaro, L. (2009) Los movimientos contra la minería metalífera a cielo abierto: escenarios y conflictos. Entre el “efecto” Esquel y el “efecto” Alumbra. En M. S. Svampa y M. Antonelli (Eds.), *Minería transnacional, narrativas de desarrollo y resistencias sociales*, 123-180. Buenos Aires, Editorial Biblos.
- Thomas, H., Davyt, A., Dagnino, R. (2000) Vinculacionismo-Neovinculacionismo. Racionalidades de la interacción universidad-empresa en América Latina. En R. Casas y G. Valenti (Eds.), *Dos Ejes en la Vinculación de las Universidades a la Producción*, 25–48. México DF: IIS-UNAM/UAM-Xochimilco/Plaza y Valdés Ed.
- Thomas, H., Fressoli, M. (2011) Technologies for social inclusion in Latin America. Analysing opportunities and constraints; problems and solutions in Argentina and Brazil. En *2011 Atlanta Conference on Science and Innovation Policy: Building Capacity for Scientific Innovation and Outcomes*, ACSIP 2011, Proceedings.
- Turner, F. (2006) From Counterculture to Cyberculture. Stewart Brand, the Whole Earth Network, and the Rise of Digital Utopianism. Chicago, Chicago University Press.
- Unruh, G. C. (2000) Understanding carbon lock-in You cannot solve a problem using the same thought process that created it. *Energy Policy* 28, 817-830.
- Vessuri, H. (1984) ¿Qué investigar en América Latina? *Acta Científica Venezolana*, 35, 1–5.
- Weber, S. (2005) *The Success of Open Source*. Cambridge, MA: Harvard University Press.
- a las herramientas de fabricación digital, aprender su uso y proponer proyectos. El primero de ellos fue creado por el *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) en el *Centre for Bits and Atoms* en 2001, y en la actualidad, existen más de 440 centros en todo el mundo. Los *fablabs* se caracterizan por utilizar el mismo conjunto de herramientas y capacidades (incluyendo impresoras 3D, cortadoras laser, *routers* CNC, cortadoras de vinilo, etc.), lo que les permite compartir diseños, códigos e instrucciones de fabricación.

#### ■ NOTAS

- 1 Para una discusión sobre *lock-in* tecnológico en torno a la matriz energética actual véase Unruh (2000).
- 2 Otra institución científica que compartía algunos de los preceptos de la Tecnología Apropriada es el Centro de la Vivienda Económica (CEVE-CONICET) en Córdoba.
- 3 A partir de la década de 1990, cuando el movimiento de Tecnología apropiada comenzó a perder impulso a nivel global, los centros de la región enfrentaron cada vez más dificultades para sostenerse. Algunos de ellos como el CECITEB en Argentina y el CETAL en Chile cerraron sus puertas. El CETAAR en Argentina y el CEUTA (Centro Uruguayo de Tecnologías Apropriadas) en Uruguay continúan algunas de sus actividades, aunque en el caso de CETAR se encuentra más focalizado en temas de agroecología que de tecnologías apropiadas.
- 4 Los *fablabs* son espacios abiertos, donde cualquiera puede acceder
- 5 De manera similar a los *fablabs*, los *makerspaces* pueden ser espacios autogestionados o privados que promueven la reunión y trabajo colaborativo. A diferencia de los *fablabs*, los *makerspaces* están menos centrados en la fabricación digital y más en la cultura hazlo-tu-mismo y la programación de *software*.
- 6 Las licencias *open source* permiten usar, modificar, redistribuir el código fuente del *software* sin necesidad de pagar al autor original, pero manteniendo el reconocimiento de la autoría. Originalmente utilizadas para *software*, las licencias *open source* se utilizan ahora para *hardware*, abarcando una nueva variedad de productos incluyendo microprocesadores, impresoras 3D, máquinas herramienta, etc. Las licencias *open source* se basan en gran parte en las prácticas colaborativas de la ciencia (véase Weber, 2005).
- 7 Arduino es una placa electrónica de código abierto que utiliza un entorno digital programable que permite controlar diferentes sensores como luces, osciloscopios, y placas de sonido. Al utili-

- zar elementos *open source*, tanto en el *hardware* como en el *software*, Arduino se popularizó rápidamente en el mundo *maker* y dio lugar a una gran variedad de versiones de la placa y diferentes usos.
- 8 Véase por ejemplo la experiencia que realizó el Laboratorio del Centro Tecnológico de Arteaga junto con la Carrera de Diseño Industrial de la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño (FAUD) de la Universidad Nacional de Córdoba (UNC) y la Cámara de Industriales Metalúrgicos y de Componentes de Córdoba (CIMCC) para la construcción de modelos de tejidos pre-operatorios a partir de imágenes de resonancias magnéticas: <http://tallerdesoluciones.blogs.inti.gov.ar/2013/10/23/se-esta-haciendo-impresion-3d-para-planemiento-quirurgico/>
  - 9 Véase: <http://amazon.fablat.org/en>
  - 10 Para un análisis de dos movimientos de innovación relevantes en la India véase (Fressoli et al., 2014), para un análisis de un movimiento importante en Brasil aunque poco conocido en Argentina, véase (Fressoli y Dias, 2014).
  - 11 Basta con mirar un catálogo de tecnologías apropiadas o aún muchas de las iniciativas recientes del movimiento *maker*, en las que es posible observar, una ristra de innovaciones y productos que no alcanzan el interés o apoyo suficiente para producirse a gran escala.
  - 12 Acciones de esta escala requieren de cambios culturales, organizacionales y tecno-científicos que involucran a muchos más actores sociales, incluyendo el Estado, empresas, el sistema educativo, etc.
  - 13 De forma interesante, este proceso de des-diferenciación entre usuarios y colaboradores, que se origina en parte en las prácticas de investigación participativa y en la colaboración abierta del movimiento *open source*, está siendo adoptado por algunos grupos científicos en lo que se denomina: "Ciencia abierta" (Arza y Fressoli, 2015).
  - 14 En 2014, la Facultad de Agronomía realizó un *Hackathon* de datos sobre el agro en colaboración con la Fundación Sadosky; y el MINCYT junto con la Red de Tecnologías para la Inclusión Social, tienen programado un evento similar para desarrollar iniciativas de inclusión social.