

Fabricación digital, código abierto e innovación distribuida

RESUMEN. El diseño y la fabricación digital [CAD/CAM] constituyen una de las tendencias destacadas en el escenario actual de la investigación y la innovación en arquitectura. La digitalización de la producción de la arquitectura y los procesos de diseño que se derivan hacen posible pensar su relación con las prácticas de investigación y producción digitales basadas en el uso de código abierto [open source] y los modelos de innovación distribuida asociados. Ligados a esta cultura productiva de código abierto aparecen modos de trabajo caracterizados por la cooperación en red, la interdisciplinariedad, la centralidad de la experimentación práctica y las aproximaciones no formales a la producción del conocimiento, la investigación y la innovación. La comunicación plantea la traslación de los presupuestos, prácticas y herramientas de las comunidades del software libre y el código abierto al ámbito del diseño y la fabricación digital de la arquitectura.

PALABRAS CLAVE: fabricación digital, software libre y de código abierto, innovación distribuida

ABSTRACT. Digital design and fabrication [CAD/CAM] have become outstanding contemporary research and innovation trends in the field of architecture. Digitalization of architectural production and design practices derived from it make it possible to think about potential relations with digital research and production practices based upon the use of open source and distributed innovation strategies. Connected to the productive cultures of open source, there appear work processes characterized by networked cooperation, interdisciplinarity, centrality of hands on experimentation, and non-formal approaches to knowledge, research and innovation production. The paper discusses the translation of practices of the free software and open source communities into the realm of digital design and fabrication for architecture.

KEYWORDS: digital fabrication, free and open source software, distributed innovation

José Pérez de Lama Halcón

Universidad de Sevilla
Escuela Técnica Superior de Arquitectura
Av. Reina Mercedes, 2, 41012 Sevilla
perezdelama@us.es
649142511

Manuel Gutiérrez de Rueda García

Universidad de Sevilla
Escuela Técnica Superior de Arquitectura
Av. Reina Mercedes, 2, 41012 Sevilla
mgr@us.es
637753214

José María Sánchez-Laulhé Sánchez de Cos

Universidad de Sevilla
Escuela Técnica Superior de Arquitectura
Av. Reina Mercedes, 2, 41012 Sevilla
jmlaulhe@gmail.com
6544797468

Juan José Olmo Bordallo

Universidad de Sevilla
Escuela Técnica Superior de Arquitectura
Av. Reina Mercedes, 2, 41012 Sevilla
juanjolmos@hotmail.com
699354421

Biografía

José Pérez de Lama Halcón es doctor en Arquitectura, profesor del Departamento de Historia, Teoría y Composición Arquitectónicas y Director Adjunto del Laboratorio de Fabricación Digital de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Sevilla. Entre 2001 y 2011 ha sido miembro del equipo [hackitectura.net](#), dedicado a investigar las relaciones entre arquitectura, espacio público, tecnologías de la información y la comunicación, y cultura libre.

Manuel Gutiérrez de Rueda García es Arquitecto por la Sci-Arc [Southern California Institute of Architecture], Máster en Arquitectura por la Universidad de Columbia, Estados Unidos, y Director del Centro de Innovación y Diseño y del Laboratorio de Fabricación Digital de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura, y profesor del Departamento de Historia, Teoría y Composición Arquitectónicas de la Universidad de Sevilla. Actualmente trabaja en el desarrollo de su tesis doctoral sobre escuelas de arquitectura y diseño y fabricación digital.

José María Sánchez-Laulhé Sánchez de Cos es Arquitecto, Máster en Ciudad y Arquitectura Sostenible por la Universidad de Sevilla y Asistente Honorario del Departamento de Historia, Teoría y Composición Arquitectónicas. En la actualidad colabora con el Centro IND de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Sevilla y trabaja en el desarrollo de su tesis doctoral sobre la influencia de la biopolítica en la configuración territorial contemporánea.

Juan José Olmo Bordallo es Arquitecto licenciado en 2008 en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla, colaborador del Centro IND de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Sevilla y coordinador del proyecto de innovación docente [FabLab_Transversal](#) del Centro de Innovación y Diseño de la ETSA Sevilla. Actualmente trabaja en el desarrollo de su tesis doctoral sobre ecología mental, social y ambiental y fabricación digital.

Fabricación digital, código abierto e innovación distribuida

Estado de la cuestión

Las tecnologías de la fabricación digital tienen su origen en los años centrales del siglo 20 como resultado de la convergencia de las tecnologías de la computación y las de la maquinaria de control numérico [NC]. Entre las décadas de 1970 y 1980, con el abaratamiento de los ordenadores [hito del IBM PC de 1981], el desarrollo de software CAM y la integración de hardware y software con maquinaria CNC [computer numeric control], se consolidan las prácticas de CAD/CAE/CAM [Computer Assisted Design / Engineering / Manufacturing], particularmente en las industrias aeroespacial, naval y automovilística.

En la década de 1990 se inicia la aplicación del CAD/CAE/CAM al campo de la arquitectura y la edificación. Según la literatura especializada los primeros casos de fabricación digital aplicada a la arquitectura fueron los llevados a cabo por Frank Gehry y Asociados [Los Ángeles, Estados Unidos] en proyectos que se construyeron en el Estado Español, - una obra de arte público en forma de pez en la Villa Olímpica de Barcelona, 1992, y el museo Guggenheim en Bilbao, 1992-1997 [Lindsey, 2001; Gershenfeld, 2005]. Desde entonces el significativo abaratamiento de hardware y software vinculados a estas técnicas ha hecho que su uso se multiplique. Estos procesos de diseño computacional de la arquitectura para la fabricación digital se denominan F2F [File To Factory; Oosterhuis, 2003; Voyatzaki, 2010]. Con esta expresión se describe la relación directa entre los archivos digitales y la fabricación de elementos arquitectónicos, sin la intervención de dibujos en papel u otro tipo de mediaciones manuales.

Actualmente, la maquinaria CNC es usada de forma habitual en gran parte de la industria vinculada a la construcción [metal, madera, piedra...]. En los principales centros de formación de excelencia internacional proliferan los programas docentes y de investigación relacionados con estas tecnologías, así como los laboratorios de fabricación digital. El Laboratorio de Fabricación Digital de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Sevilla es el primero de estas características en la universidad pública española [Gutiérrez de Rueda y Pérez de Lama, 2010]. A la fecha existen centros de este tipo en escuelas de arquitectura privadas

en Barcelona [Iaac y ESARQ] y otras escuelas de arquitectura públicas [Madrid, Barcelona-El Vallés, Alicante...] comienzan a dotarse de equipos.



Figura 1: Jeroen van Ameijde [director], et ali, Robo-co(o)ps, Taller Fablab.04, 2010, Parásito, Laboratorio de Fabricación Digital, Escuela Técnica Superior de Arquitectura, Universidad de Sevilla

El campo que se describe como Fabricación Personal [PF], constituye una segunda vía, más reciente. En ocasiones también se la denomina *fabbing* [Freire, 2010; Pérez de Lama, 2010a, b]. El *fabbing* plantea un escenario de futuro para la fabricación digital que no se centra en las relaciones entre diseño, ingeniería e industria. En su lugar, parte de la hipótesis de una evolución del hardware de fabricación digital paralela a la evolución de los ordenadores durante los 70 y 80, período en el que se produjo la transición de los *mainframe* a los ordenadores personales [Gershenfeld, 2005]. Existen actualmente numerosos proyectos de máquinas de fabricación personal - principalmente impresoras 3D, aunque no exclusivamente [Sells, Bowyer et al., 2007; Bowyer, 2009], y una amplia comunidad global, académica, amateur y empresarial trabajando en este campo [Reprap, Makerbot / [Fab@home](#), Shopbot, como proyectos de hardware; Thingiverse, Instructables y Ponoko como plataformas de distribución, entre otros]. Para los promotores de esta línea de investigación la fabricación personal supone la oportunidad de generar un nuevo modelo productivo, que se compara con las transformaciones inducidas en la vida contemporánea por los ordenadores personales e Internet, que han supuesto significativos cambios

en cuanto a flexibilidad, trabajo en red, autonomía, movilidad y acceso individual y comunitario a los medios de producción.

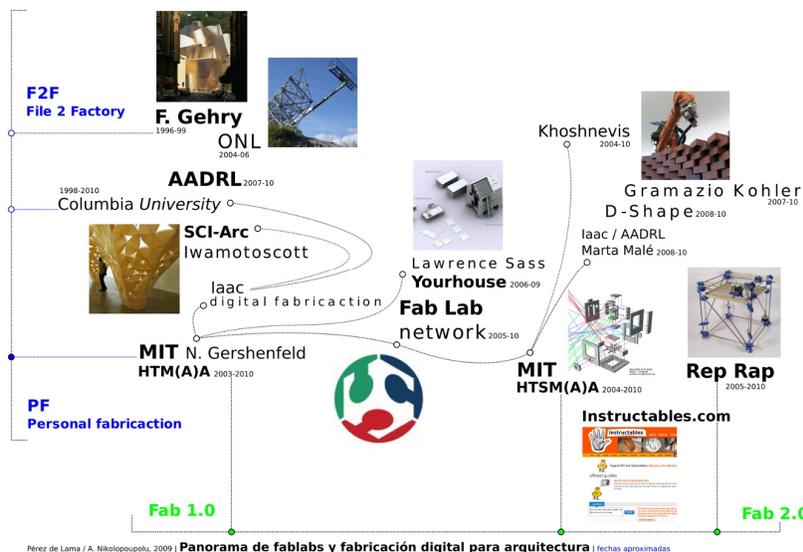


Figura 2: diagrama panorama fabricación digital, J. Pérez de Lama y A. Nikolopoulos, 2009

Entre la primera de las tendencias descritas, que plantea una conexión directa entre diseñadores e industria, y la segunda, la de la fabricación personal, se abre un espacio que toma elementos de ambos campos, y que describimos como fabricación comunitaria [Pérez de Lama, 2010a, 2010b]. La fabricación comunitaria es el objeto principal de la presente comunicación.

El proyecto de la red global Fab Lab [Fab Lab Network / <http://fab.cba.mit.edu>] promovida desde aproximadamente el año 2005 por el Center for Bits and Atoms del MIT [Massachusetts Institute of Technology, Estados Unidos] constituye uno de los principales referentes de investigación y experimentación práctica en este ámbito. Según la definición de Neil Gershenfeld, director del Center for Bits and Atoms “los fablabs son una red global de laboratorios locales, que posibilitan la invención dando acceso a los individuos a las herramientas de fabricación digital” [Gershenfeld, 2007]. En cuanto a su equipamiento e intenciones el mismo autor los describe así: “un Fab Lab es una colección de máquinas y componentes comercialmente disponibles relacionadas mediante software y

procesos desarrollados para fabricar cosas. Los primeros Fab Labs tienen una cortadora láser controlada por ordenador para construir estructuras tridimensionales a partir de piezas planas, una fresadora de control numérico para fabricar muebles y elementos arquitectónicos de escala doméstica, un plotter de corte [*signcutter*] para producir plantillas, circuitos flexibles y antenas, una fresadora de precisión [con resolución de micrones] para hacer moldes tridimensionales y placas electrónicas rígidas, y herramientas de programación para diseñar circuitos integrados de bajo coste y alta velocidad... Ésta no es una configuración estática, la intención con el paso del tiempo es reemplazar los componentes del Fab Lab por componentes hechos en el propio Fab Lab hasta que finalmente los laboratorios mismos sean autorreplicables” [Gershenfeld, 2005: 12].

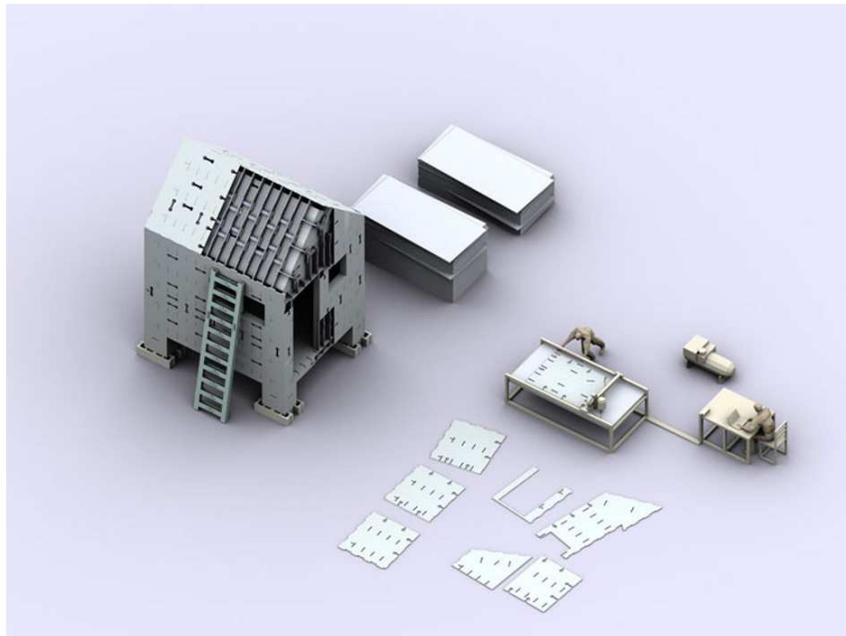


Figura 3: Lawrence Sass et al, 2007, proyecto Your House, Nueva Orleans, Estados Unidos ; procedencia : <http://mit.edu/yourhouse/>

Esta red cuenta actualmente con más de treinta laboratorios [Fab Labs] distribuidos por Norte y Sudamérica, Europa, África y Asia. En el Estado Español existen dos nodos activos, uno en Barcelona [Fab Lab BCN, Iaac] y otro en Euskadi, y un tercero en Madrid, en proceso de constitución [en su primera etapa se denominó Absolut Lab]. Hasta la fecha, los nodos de la Fab Lab Network, se han centrado en la producción de objetos y herramientas de pequeña escala. Sin embargo el caso de la Fab Lab House

desarrollada por el Fab Lab BCN en colaboración con el IAAC y el Center for Bits and Atoms de MIT para Solar Decathlon 2010 demuestra su potencial en la escala arquitectónica [<http://www.fablabhouse.com/>]. El trabajo de Lawrence Sass en MIT es igualmente de gran relevancia a este respecto [Gershenfeld, 2005; Bergdoll et alii, 2008].

Software libre

El carácter digital de los objetos, y de la arquitectura producida a través de este tipo de procesos [Sterling, 2005] sugiere la posibilidad de pensarlos en un marco análogo al del software libre y open source [FLOSS: Free / Libre Open Source Software]. El software libre fue una invención de Richard Stallman, por medio del establecimiento de la licencia GPL [General Public License] y de la creación de la Free Software Foundation, ambos hacia 1985; [Kelty, 2008: 176-209]. Desde entonces la incorporación al movimiento de miles de colaboradores que hicieron suya la idea, la consolidación del sistema operativo GNU-Linux, y la multiplicación de programas y aplicaciones – desde Apache, pasando por Open Office, hasta Android - han dado ocasión a algo que no sólo tiene que ver con el software, sino que constituye una nueva forma de producción y una nueva ecología social, que en muchos sentidos deben calificarse como revolucionarias. Una nueva forma de producción que se basa en las redes distribuidas sobre Internet, en la reproductibilidad sin coste de lo digital y en una idea de la autoría, que no tiene tanto que ver con la propiedad privada, como con la idea tradicional de los *commons*, o bienes del común [Rheingold, 2002; Benkler, 2006; Rodríguez, 2007 ; Hardt, Negri, 2009; Pérez de Lama, 2010c].

Según la enunciación de Stallman el software libre se caracteriza por las siguientes cuatro libertades [<http://www.gnu.org/philosophy/freesw.html>]:

0/ La libertad de usarlo, para cualquier propósito.

1/ La libertad de poder estudiar cómo funciona el programa, y poder modificarlo para que haga lo que uno desee; el acceso al código fuente es una pre-condición de esta libertad.

2/ La libertad de distribuir copias, de manera que puedas ayudar a tu vecino.

3/ La libertad de distribuir copias de tus versiones mejoradas a otros. Haciendo esto puedes dar a toda la comunidad la oportunidad de beneficiarse de tus cambios; el acceso al código fuente es una precondición de esta libertad.



Figura 4: diagrama libertades software libre según la FSF y Richard Stallman; Pérez de Lama, 2010

Mientras que las libertades 1 y 3 son ejercidas por los desarrolladores o programadores, las libertades 0 y 2 son ejercidas también por los usuarios.

El interés de los entornos libres / open source en comparación con los entornos llamados propietarios radica en la mayor accesibilidad al conocimiento, la aceleración de la innovación en entornos distribuidos posibilitada por esta accesibilidad y la mejor distribución de la riqueza generada entre los participantes en las redes productivas implicadas.

Traslación de la cultura del código abierto a la arquitectura

El éxito proliferante del software libre, hizo que esta nueva forma de producción sedujera a investigadores y productores de otros campos del conocimiento, y que técnicos, creadores o artistas no directamente implicados en el desarrollo de software empezaran a imaginar cómo podrían extenderse estas formas de organización y de distribución a otros ámbitos [Lessig, 2005 y 2009; González Barahona et ali, 2006; Kelty, 2008]; y entre éstos, al ámbito de la arquitectura.

En el caso del software existen dos instancias principales, como son, el código fuente [el programa escrito en un lenguaje de programación como

puede ser C++] y el archivo en código binario, el programa que podemos ejecutar en nuestro ordenador. La disponibilidad del código fuente es la que caracteriza específicamente el carácter libre de una cierta pieza de software, según el planteamiento original de Richard Stallman. Para el caso de objetos o arquitecturas FLOS las libertades tienen que ser analizadas en un mayor número de capas, dado que se no puede pensarse en un código ejecutable estrictamente en el mismo sentido en el que se ejecuta un programa de software. Esta diferencia nos obliga a pensar en la posibilidad de múltiples libertades que pueden ser interconectadas, La reflexión puede plantearse en relación con las libertades que interesan o afectan a los diferentes agentes que participan de la producción arquitectónica. Por ilustrarlo con un ejemplo, podríamos pensar en una persona que quisiera poder imprimirse una silla a partir de los archivos digitales, otra a la que le interesara adaptar el diseño de ésta para cambiar las dimensiones, el material o la máquina con que se va a construir, y una tercera, finalmente, a la que le interesara evolucionar el diseño para convertirla, por ejemplo, en un sillón, o incluso utilizar algunos de los módulos originales para emplearlos en otro diseño diferente.

FREE HARDWARE	COMPUTERS No alternatives	CNC MACHINES Rep-Rap Impresora 3D Various MIT designs Makerbot Iaac / AA-DRL Marta Malé	MICROELECTRONICS Arduino Various MIT designs Various Instructables designs
FREE SOFTWARE	OPERATIVE SYSTEMS Linux	CAD / Design Blender 3D Qcad Comm. Ed. 2D CAE / Engineering No known alternatives	CAM / Manufacturing cam.py [MIT]
FREE DESIGNS	"SOURCE CODE" DESIGN [3D models]	"SOURCE CODE" PARAMETRIC designs [3D parametric models]	MACHINE ready FILES cut, milling, printing.. files Formats
Direct Beneficiaries	Designers Communities	Designers, fabbers and final users communities	Fabbers and final users
OTHERS ISSUES RELATED TO DESIGNERS, FABBERS AND FINAL USERS "LIBERTIES"			
<ul style="list-style-type: none"> _ Accesibility to machines whether free or proprietary: personal fabrication, community and public fab labs _ Accesibility to software: existence, efficiency, ease of use _ Accesibility to knowledge: community, blogosphere, tutorials, workshops _ Accesibility to designs: community development, repositories, cvs _ Open standards development for the interoperability of formats, designs, machines, procedures _ Licenses: analisis of the aplicability of Creative Commons and/or similar licenses to the field _ Development of an economy around FLOS design and architecture 			

MULTILAYER ANALYSIS OF FLOS ARCHITECTURE FEASABILITY v 1.2 / J. Pérez de Lama/ hackitectura.net, 2010

Figura 5 : Cuadro análisis capas de libertades potenciales en fabricación digital, Pérez de Lama, 2010

Un segundo aspecto a considerar tendría que ver con la accesibilidad a los medios o herramientas de producción en un momento y un lugar concretos. En este sentido tanto el acceso a la maquinaria de fabricación, como la publicación de tutoriales y manuales, el desarrollo de comunidades online compartiendo conocimientos, e incluso el uso táctico de software propietario pero de fácil acceso mientras se desarrollan herramientas libres, parecen condiciones necesarias para la construcción de una esfera de libertades y accesibilidad social en el campo de la fabricación digital para la arquitectura [ver figura 5].

La traslación de los conceptos de la cultura libre al campo de lo arquitectónico, por tanto, no es inmediata, sino que es compleja y plantea múltiples niveles y alternativas. En su estudio antropológico sobre el proceso de desarrollo de la ecología del software libre y el código abierto entre las décadas de 1970 y 2000, Kelly [2008] señala 5 áreas que trascienden las cuestiones técnico-científicas que deberían ser tenidas en consideración para generar una ecología similar en el ámbito del diseño y la producción arquitectónicas, como son: [i] la creación de un movimiento y un conjunto de principios comunes, [ii] la implementación de estrategias para compartir el código / conocimiento, [iii] la concepción de los sistemas abiertos, [iv] el diseño de las licencias de distribución, y [v] la organización de los procesos colaborativos. La idea que se deduce de los estudios de Kelly es que no sólo se trata de un problema de investigación técnico-científica, sino que es necesaria, además, la construcción de lo que podríamos llamar una máquina socio-técnica, usando la acepción de máquina de Félix Guattari [1996], un dispositivo biopolítico, si usáramos una terminología foucaultiana, o una configuración actor-red, si recurriéramos al aparato metodológico de Bruno Latour [2007]. A este respecto pueden verse también los análisis sobre medios de innovación y redes tecno-sociales y productivas en Brand [1994], Castells [1997], Arquilla y Ronfeldt [2001] y Benkler [2006].

En lo relativo a la innovación distribuida Lakhani y Panetta [2007] señalan aspectos clave para su viabilidad, como son : [i] la motivación para participar en las redes productivas, que debe combinar aspectos subjetivos con otros de carácter económico – un 40 % de los participantes en proyectos OS son retribuidos por su trabajo [Lakhani, 2007 : 103] ; [ii] los principios organizativos, que deben basarse en conceptos de modularidad y granularidad para la estructuración de tareas y proyectos, y en la posibilidad de que los diferentes participantes en los procesos de innovación puedan elegir diferentes grados de implicación [105]; y [iii] el carácter abierto y las formas de gestión de la propiedad intelectual, - comentados anteriormente [107-108].

Es necesario incidir en los aspectos económicos de este modelo productivo, aunque sea superficialmente. Software libre o producción cultural libre, en términos más genéricos, no significa que no existan intercambios

comerciales. Significa que éstos no se producen en virtud de copyrights o patentes. Benkler [2006] y Lakhani [2007] aportan algunos datos a este respecto. En su texto “La riqueza de las redes”, Benkler [2007 : 44-45, citando el Censo Económico de los Estados Unidos] señala que dos tercios de la actividad relacionada con la industria del software, está constituido por servicios no vinculados a estrategias propietarias [como son escribir, modificar, testear y mantener software para necesidades específicas; planificar y diseñar sistemas integrados de hardware, software y comunicación ; gestionar y administrar in situ instalaciones y sistemas de procesado de datos]. Lakhani y Panetta [2007: 98], por su parte, mencionan que “se estima que el ecosistema que rodea Linux [el más conocido sistema operativo libre] alcanzará en 2008 un volumen de negocio de 35.000 millones de dólares USA con instalaciones en más de 43 millones de dispositivos computacionales incluyendo ordenadores personales y servidores a teléfonos móviles, routers y clusters de super-ordenadores”. Android el sistema operativo libre para móviles lanzado por Google hacia 2007 se convirtió este año en el más usado del mercado. Finalmente se debe señalar que las denominadas externalidades positivas que no son considerados en las referencias anteriores deben ser estudiadas como uno de los beneficios económicos destacados de este modo de producción [Boutang et ali, 2004; Rodríguez, 2007].

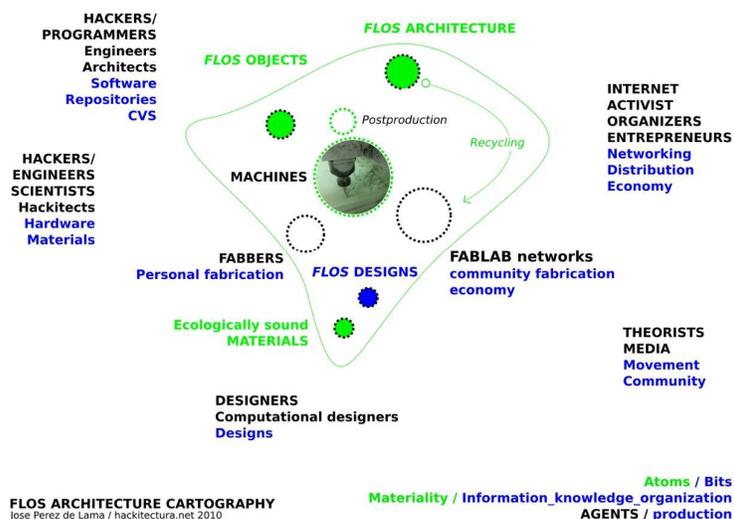


Figura 6 : diagrama actor-red fabricación digital FLOSS, Pérez de Lama, 2010

Experiencias del equipo del Laboratorio de Fabricación Digital de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Sevilla

Desde la fundación en septiembre de 2009 del Centro de Innovación y Diseño de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Sevilla, y del Laboratorio de Fabricación Digital integrado en éste, venimos trabajando, entre otras, en esta línea de investigación sobre la aplicación de los principios y prácticas de la cultura del software libre y open source a la producción arquitectónica.

Los trabajos desarrollados se pueden presentar distribuidos en diversos apartados. En primer lugar está la producción teórica que se expone resumidamente en esta comunicación y que es extensión en gran parte de las investigaciones previas de algunos de los miembros del equipo de investigación [Moreno, Pérez de Lama, 2011]. En segundo lugar, en el proceso de formación de los propios investigadores y de los estudiantes de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura se ha venido trabajando en la creación de una red colaborativa y de compartición del conocimiento con un carácter abierto, algunas de cuyas manifestaciones son la publicación on-line de forma sistemática de la documentación que se viene generando en investigaciones, clases y talleres, y el uso de licencias libres [diversas variantes de Creative Commons] para las producciones de los talleres de formación. En tercer lugar tenemos una línea de trabajo con la Makerbot CNC, una impresora 3D [hardware libre]. En cuarto lugar, se vienen desarrollando proyectos de investigación para el desarrollo específico de diseños y redes que funcionen de acuerdo con los principios del conocimiento libre, la producción colaborativa y la innovación distribuida, destacando entre estos, el proyecto “The Commons Factory”, el proyecto presentado al Plan Andaluz de Investigación “Fablab Worknet Andalucía”, y el proyecto “Fabbing CC. Intervenciones Colaborativas” en colaboración con la Concejalía de Innovación y e-Gobierno del Ayuntamiento de Cáceres, Extremadura.

The Commons Factory

El proyecto “The Commons Factory”, liderado por el Dr. Pérez de Lama y Aretí Nikolopoulou, arquitecta colaboradora del Laboratorio de Fabricación Digital entre 2009 y 2010, propone la creación de una plataforma para el diseño de “plug ins” urbanos, que sean diseñados y distribuidos de acuerdo con los principios del software libre. Los archivos digitales de los diferentes diseños – pequeñas estructuras y mobiliario urbano.- pueden ser descargados de la red por ciudadanos y diseñadores, para ser usados, copiados, modificados y vueltos a distribuir. Los archivos descargados

pueden ser usados para la fabricación de las piezas con la maquinaria - cortadora, fresadora, etc. - de fablabs y/o talleres locales. Los distintos elementos en la base de datos son considerados como herramientas para la intervención en el espacio urbano, su modificación o customización, temporal o permanente. El objetivo del proyecto es el de generar un catálogo on line de diseños y procedimientos que funcione como un recurso del común - *commons* -, y que sirva de soporte para la generación de una "ecología de la innovación distribuida" formada por programadores, diseñadores, *fabbers*, activistas urbanos y *usuarios* en torno a la fabricación digital.



Figura 7 : A. Nikolopoulou, J. Pérez de Lama et ali, 2010, Mutant Brush, Taller The Commons Factory, Absolut Lab, vista de la instalación en la Plaza de Santa Ana de Madrid

El primer testeo del proyecto tuvo lugar en un taller organizado en diciembre de 2010 en colaboración con el Absolut Lab de Madrid, entidad promovida por los arquitectos Daniel Ibáñez y Rodrigo Rubio, y vinculada a la Fab Lab Network del MIT. Durante aproximadamente 10 días se desarrolló un proceso de diseño, prototipado y fabricación, que concluyó con la instalación temporal y la presentación en la Plaza de Santa Ana de Madrid de cuatro piezas de mobiliario urbano. Los archivos digitales para la fabricación de las piezas se subieron a la plataforma on-line thingiverse.com [http://www.thingiverse.com/commons_factory] para su posible uso por parte de otras personas. Para enfatizar la condición de "spimes", esto es, de

objetos que existen simultáneamente en el espacio físico y en el espacio digital [Sterling, 2005], se preparó un set de códigos QR [http://en.wikipedia.org/wiki/QR_Code] para establecer una relación directa entre las piezas físicas en la plaza y sus versiones digitales en thingiverse.com, conexión que podía hacerse en tiempo real con lectores de teléfonos móviles.

Aunque la breve duración del taller limitó el alcance de los resultados, la experiencia, puso de manifiesto interesantes y diversos potenciales que el equipo se propone desarrollar en próximos proyectos de investigación. Pueden verse detalles del planteamiento y desarrollo del taller en: <http://thecommonsfactory.wordpress.com>.

Estrategias de investigación futuras

Como conclusión y resumen de las consideraciones expuestas planteamos una serie de acciones que configuran un plan estratégico para el desarrollo de una “ecología” de la fabricación digital de código abierto para la arquitectura. Estas líneas de trabajo son las que estructuran los proyectos de investigación presentados por el equipo durante los últimos meses, que se encuentran pendientes de resolución. Las líneas son las siguientes:

- 1/ Desarrollo y adaptación de software libre / open source CAD/CAE/CAM para fabricación digital en arquitectura.
- 2/ Diseño de procesos para la producción colaborativa y la innovación distribuida y construcción de comunidades on-line en torno a la fabricación digital y la arquitectura FLOS.
- 3/ Programación y mantenimiento de repositorios al servicio de estas comunidades [software, diseños, tutoriales, etc.].
- 4/ Organización de laboratorios de fabricación digital [fablabs] para la convergencia de académicos, *cultura hacker* [Himanen, 2002] y comunidades locales; sindicación, organización en red de fablabs a diversas escalas.
- 5/ Desarrollo y experimentación de máquinas FLOS para fabricación digital [hardware libre / Fab 2.0].
- 6/ Colaboración en los procesos de desarrollo de estándares, protocolos y licencias de distribución vinculados a la fabricación digital para la arquitectura.

7/ Incorporación de la perspectiva medioambiental-ecológica a los procesos de fabricación digital: materiales, reciclaje, consumo energético, etc.

8/ Desarrollo de estudios económicos – economía política y modelos de negocio para la sostenibilidad económica – [Troxler, 2010].

9/ Investigación e innovación sobre convergencia de la fabricación digital y las redes electrónicas, conectividad e interactividad [Oosterhuis, 2003].

10/ Diseño y aplicación de políticas públicas, - en educación, investigación, innovación y economía - de apoyo al desarrollo de la fabricación digital comunitaria y la cultura libre como elemento para el desarrollo local.

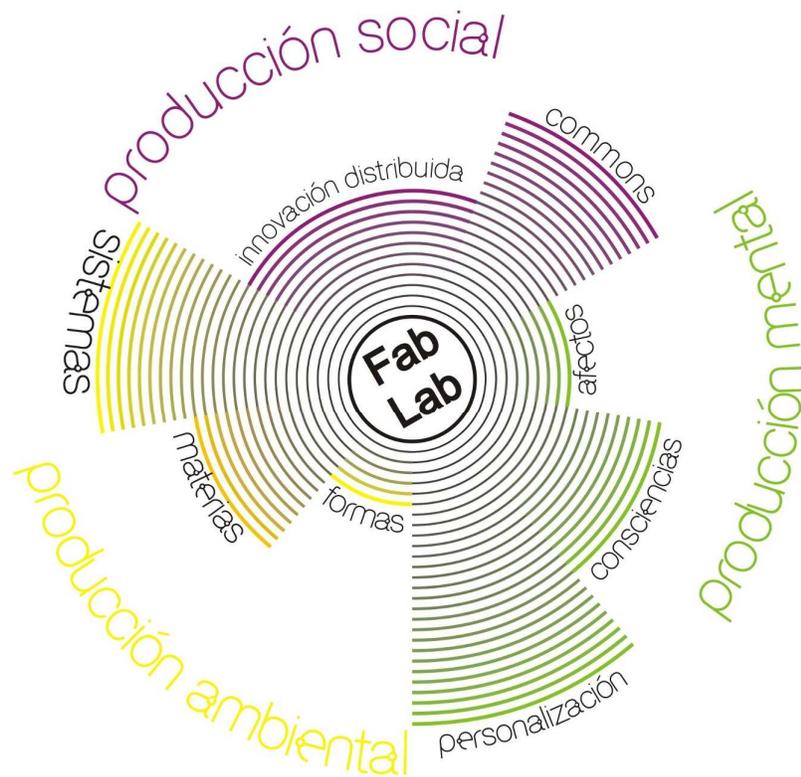


Figura 8: Juan José Olmo, 2011, Tres ecologías de la Fabricación Digital

Bibliografía

John ARQUILLA, David RONFELDT [editores], 2001, *Networks and Netwars: The Future of Terror, Crime and Militancy*, Rand Corporation, Santa Mónica, también en: <http://www.rand.org/publications/MR/MR1382/>

Yochai BENKLER, 2006, *The Wealth of Networks. How Social Production Transforms Markets and Freedoms*, Yale University Press, New Haven & Nueva York

Barry BERGDOLL, Peter CHRISTENSEN, 2008, *Home Delivery. Fabricating the Modern Dwelling*, Birkhäuser, Basel – Boston – Berlín

Yan Moulier BOUTANG, Antonella CORSANI, Maurizio LAZZARATO et alii, 2004, *Capitalismo cognitivo, propiedad intelectual y creación colectiva*, Traficantes de Sueños, Madrid

Adrian BOWYER, 2007, *The Self-replicating Rapid Prototyper – Manufacturing for the Masses*, Invited Keynote Address, *Proc. 8th National Conference on Rapid Design, Prototyping & Manufacturing*, Centre for Rapid Design and Manufacture, High Wycombe, June 2007. Rapid Prototyping and Manufacturing Association, ISBN-13: 978-0948314537

Stewart BRAND, 1994, *How Buildings Learn. What happens after they are built*, Penguin, Nueva York

Manuel CASTELLS, 1997 [edición original en inglés 1996], *La era de la información. Economía, sociedad y cultura. Volumen 1: La sociedad red*, Alianza Editorial, Madrid

Neil GERSHENFELD et alii, 2007, *Fab Charter*, en: <http://fab.cba.mit.edu/about/charter/> [consultado en 02.2011]

Neil GERSHENFELD, 2005, *Fab. The Coming Revolution on Your Desktop – From Personal Computers to Personal Fabrication*, Basic Books, Nueva York

Jesús M. GONZÁLEZ BARAHONA et alii, 2006, *Copyleft manual de uso*, Traficantes de Sueños, Arteleku, UNIA Arte y Pensamiento, Madrid-Donostia-Sevilla

Félix GUATTARI, 1995 [traducción Paul Baines, Julian Pefanis; edición original en francés 1992], *Chaosmosis. An ethico-aesthetic paradigm*, Indiana University Press, Bloomington-Indianapolis

Manuel GUTIÉRREZ DE RUEDA, José PÉREZ DE LAMA [editores], 2010, *IND _ Centro de Innovación y Diseño Memoria IND 2009/2010*, Escuela Técnica Superior de Arquitectura Universidad de Sevilla, Sevilla; ISBN 978-84-693-9020-7

Michael HARDT, Antonio NEGRI, 2009, Commonwealth, Belknap Harvard, Cambridge

Pekka HIMANEN [prólogo de Linus Torvalds; epílogo de Manuel Castells], 2002 [edición original en inglés de 2001], La ética del hacker y el espíritu de la era de la información, Destino, Barcelona

Christopher M. KELTY, 2008, Two Bits. The Cultural Significance of Free Software, Duke University Press, Durham and London

Karim LAKHANI, Jill PANETTA, 2007, The Principles of Distributed Innovation, Innovations, Summer 2007, en:
<http://www.mitpressjournals.org/doi/pdf/10.1162/itgg.2007.2.3.97>

Bruno LATOUR, 2007 (primera edición en inglés de 2005), Reassembling the Social. An Introduction to the Actor-Network Theory, Oxford University Press, Oxford – Nueva York

Lawrence LESSIG, edición e introducción de Florencio Cabello, 2009 [orig. 2006], El código 2.0, Traficantes de Sueños, Madrid

Lawrence LESSIG, 2005 [original en inglés 2004], Por una cultura libre, Traficantes de Sueños, Madrid

Bruce LINDSEY, 2001, Digital Gehry, Birkhauser, Basilea

Sergio MORENO, José PÉREZ DE LAMA, Laura H. ANDRADE, 2011, WikiPlaza. Request For Comments, DPR, Barcelona [en preparación]

Kas OOSTERHUIS, 2003, Hyperbodies. Towards an E-motive architecture, Birkhäuser, Basel – Boston – Berlin

José PÉREZ DE LAMA, 2010a, Arquitectura FLOS. Del DIY [Do It Yourself] al DIWO [Do It With Others]; en: Alejandro González [editor], 2011, Caja de Herramientas, CEDMA, Málaga [en preparación]

José PÉREZ DE LAMA, 2010b, WikiPlaza and other FLOS [Free Libre Open Source] heterotopias, en: Ewen Chardronnet [editor], Proceedings of Futur en Seine 2009. The Digital Future of the City. Festival for Digital Life and Creativity, Cap Digital, Paris; ISBN: 978-1-4466-7929-6; pp: 229-248

José PÉREZ DE LAMA, 2010c, Twelve thesis on biopolitics and the commons for architects and cartographers, en: <http://htca.us.es/blogs/perezdelama/2010/12/30/ca-1011a-sobre-los-procomunes-on-the-commons/>

Howard RHEINGOLD, 2002, Smart Mobs. The Next Social Revolution, Perseus Publishing, Cambridge

Almudena RIBOT, Ignacio BORREGO, Javier GARCÍA-GERMÁN, Diego GARCÍA-SETIÉN, 2010, //Colaboratorioetsam.2009, Marea Libros, Madrid

Emmanuel RODRÍGUEZ, 2007, La Riqueza y la Ciudad , Yproductions, Barcelona | <http://www.ypsite.net/recursos/biblioteca/documentos/emmanuel%20rodriguez-riqueza%20ciudad.pdf>

José María SÁNCHEZ-LAULHÉ, 2010, Notas abiertas sobre la biopolítica y el territorio. El caso del arroyo Jaboneros, en: FAMA, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Sevilla [catálogo digital].

Ed SELLS, Zach Smith, Sebastien Bailard, and Adrian BOWYER, 2009, [RepRap: The Replicating Rapid Prototyper - Maximizing Customizability by Breeding the Means of Production](#). Proc. Mass Customization and Personalization Conference, MIT, October 2007, in *Handbook of Research in Mass Customization and Personalization*, Eds: Frank T. Piller and Mitchell M. Tseng, World Scientific, ISBN: 978-981-4280-25-9

Bruce STERLING, 2005, Shaping Things, MIT Press, Cambridge

Don TAPSCOTT, Anthony WILLIAMS, 2006, Wikinomics. How Mass Collaboration Changes Everything, Penguin, Nueva York

Peter TROXLER, 2010, Commons-Based Peer-Production of Physical Goods: Is There Room for a Hybrid Innovation Ecology? (October 8, 2010). Paper presented at the 3rd Free Culture Research Conference, Berlin, October 8-9, 2010. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1692617>

Maria VOYATZAKI [editora], 2010, F2F File to Factory Continuum. The Design and Fabrication of Innovative Forms in a Continuum, Education and Culture DG Life Learning Programme, Thessaloniki