

# (Casi) Todo por hacer

Una mirada social y educativa sobre los Fab Labs y el movimiento maker

César García Sáez



Fundación

orange™



César García Sáez es Ingeniero Técnico de Sistemas y licenciado en Estudios de Asia Oriental por la Universidad Oberta de Cataluña. Es graduado del programa de fabricación digital Fab Academy. Tiene más de 10 años de experiencia como trabajador del sector TIC y amplia experiencia como divulgador tecnológico.

Es co-fundador de Makespace Madrid, una comunidad de aficionados a la tecnología y la creación que utilizan la fabricación digital para hacer realidad sus proyectos.

Es una persona muy activa entre las comunidades tecnológicas siendo organizador del grupo de Internet of Things Madrid desde 2011. Es vocal del capítulo español de Internet Society y de la Asociación Internacional de Fab Labs. Recientemente ha participado en la creación de la red de creación y fabricación digital (CREFAB).

Desde 2015, conduce el podcast “La Hora Maker”, que informa sobre los avances de la comunidad maker española, poniendo en valor a los pioneros de este movimiento al tiempo que impulsa la creación de nuevos espacios y colectivos.

Fundación Orange, 2016  
[www.fundacionorange.es](http://www.fundacionorange.es)

Título:  
(Casi) Todo por Hacer.  
Una mirada social y educativa sobre los Fab Labs y el movimiento maker.

Autor:  
César García Sáez para Asociación Descubre la Electrónica Orientada a Objetos.

Esta obra está licenciada bajo Licencia Creative Commons BY-SA (Atribución- Compartir Igual) que puede consultarse en la siguiente dirección: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Edita:  
Fundación Orange

© Ilustraciones de la obra: Orange

© Fotografías: consultar al final de la publicación

Fecha de cierre de edición:  
Mayo 2016

Diseño y Maquetación:  
[www.sirius-comunicacion.com](http://www.sirius-comunicacion.com)

Impresión y Encuadernación:  
Omán Impresores

Impreso en España – Printed in Spain

Depósito Legal: M-19462-2016

El papel utilizado para la impresión de este libro es libre de cloro y está calificado como papel ecológico.

Esta obra ha sido editada por Fundación Orange, que no comparte necesariamente los contenidos expresados en ella. Dichos contenidos son responsabilidad exclusiva de su autor.



# (Casi) Todo por hacer

Una mirada  
social y educativa  
sobre los Fab Labs  
y el movimiento  
maker

# Contenido

Prólogo / 4

Introducción / 6

Agradecimientos / 7

Cap1. / Historia y ecosistema Fab Lab / 18

Origen de la red de Fab Labs / 8

Movimiento Maker / 18

Cap2. / Educación / 28

Introducción / 28

Aprendizaje entre pares / 29

Iniciativas relacionadas con los Fab Labs / 31

Iniciativas de tipo maker / 35

Otras iniciativas educativas / 37

DAFO Educación / 45

Cap3. / Impacto social de los Fab Labs y el movimiento Maker / 50

Introducción / 50

Empleo / 51

Sostenibilidad / 52

Infraestructuras / 54

(Casi) Todo por hacer / 2

Proyectos con orientación social / 55  
Proyectos de ciencia ciudadana / 56  
Fomento de la empleabilidad / 56  
DAFO Fab Labs y su participación en proyectos de impacto social / 58

#### Cap4. / Análisis de las mejores prácticas y propuestas a futuro / 62

Metodologías de trabajo / 62

Educación / 62

Impacto Social / 63

Sostenibilidad del espacio y medioambiental / 64

Fomento de la creatividad / 64

Conclusiones / 67

Referencias / 66

Bibliografía / 69

Créditos de las fotografías / 70

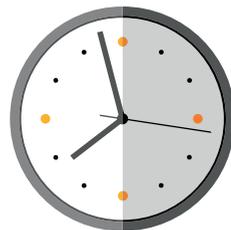
# Prólogo

Gutenberg. Tiene mérito este caballero. Habitó el siglo XV y ha sido citado como referencia, de manera tan testaruda como, en algún momento, cansina, al trazar paralelismos entre la revolución digital y lo que supuso el descubrimiento de la imprenta, hecho debido al citado natural de Maguncia. El caso es que su impronta perdura aguantando de manera firme los avances tecnológicos: en el documental “Print the legend”, que relata la historia de varias empresas embarcadas en la fabricación de impresoras 3D, uno de los protagonistas vuelve a citar al bueno de Johannes Gensfleisch zur Lade (sí, este es su verdadero nombre) como la correlación temporal de su proyecto. Y posiblemente tenga razón.

Creo que, más allá o acá de lo que los hechos supongan, hay un punto de unión ideológico, espiritual o como quiera considerarse, entre Gutenberg y sus lejanos sucesores. Todos quieren ver el mundo no como es, sino como podría ser. Cambiar el mundo puede parecer una cosa de locos, de idealistas, o de locos idealistas, si no se considera esto último como reiteración, pero el caso es que el mundo ha cambiado gracias a personas,

a movimientos, a descubrimientos, a avances tecnológicos. Y cuando no ha cambiado no me negarán que, al menos, ha evolucionado. Proceso evolutivo este que es fundamental cuando hablamos de innovación. La evolución significa innovación y viceversa.

Y es que, al fin y al cabo, de esto habla este libro. De innovación, de evolución, de futuro. Aunque, pensándolo bien, yo prefiero hablar de un presente que, cuando se generalice, será futuro. Porque sería una desfachatez por mi parte el considerar que todo lo que se relata en las páginas que siguen a esta introducción no es presente. Es un presente que, además, provoca un choque de conceptos, de esos que la imperante realidad va arrinconando, porque una de las conclusiones de esta lectura podría ser que lo digital no es, necesariamente, virtual. Desde luego sin lo digital sería imposible hablar de las personas que llenan estas páginas, de los lugares que les sirven de punto de encuentro, de lo que producen esas personas en esos lugares. Lo digital como condición necesaria, pero no suficiente. El factor humano como condición tan necesaria, o más que lo digital.



Y, hablando de factor humano, una obligada referencia al autor. César García es una persona conocida y reconocida (y reconocible, me atrevería a decir) en el mundo de los Fab Labs hispanos. Si no fuera por el afecto que le tengo incluso me arriesgaría a denominarle como un gurú en la materia, pero este vocablo ha visto disminuido su prestigio notablemente en los últimos tiempos debido, creo yo, a la asignación de ese calificativo a quienes no deberían ostentarlo y así lo han demostrado. Pero sí me atrevo a decir de él que es un tipo sabio, poseedor no de esa sabiduría que apabulla al que la recibe, sino de la que conforta recibir. Ideal por tanto para redactar un informe que pretende ser preciso, contenido y definido en sus expectativas: mapear conceptos y experiencias surgidas alrededor de la idea maker, del espacio Fab Lab, poniendo un especial énfasis en la educación.

Y por cierto, ¿qué pinta la Fundación Orange en todo esto? Pues en primer lugar, que nos creemos todo lo escrito hasta aquí. Pero además, es que llevamos lo digital en nuestro ADN. Y tenemos fe en las bondades de lo digital a la hora

de construir las personas del siglo XXI. Y también porque confiamos en el poder y la necesidad de la educación, pero en una educación expandida, en la que primen nuevos conceptos, en la que los puntos de partida sean diversos y diversos sean por tanto los de llegada. Porque queremos que se hable de educación (digital) de forma creativa y responsable. Y porque amamos la innovación. ¿Hacen falta más razones?

Decía Víctor Hugo que no hay nada tan fuerte como una idea a la que le ha llegado el tiempo. Demos la bienvenida a lo maker, a los Fab Labs, a la impresión 3D, a lo que hoy no tiene nombre pero acabará surgiendo de la simbiosis de estas realidades. Es su momento, su tiempo.

**Manuel Gimeno**  
Director General  
Fundación Orange

# Introducción

Durante los últimos años el número de espacios de fabricación digital no ha parado de crecer de forma vertiginosa por todo el mundo. La impresión 3D se ha popularizado y nos promete una nueva revolución industrial basada en un modelo distribuido colaborativo. Sin embargo, para la mayoría de las personas, estos términos le resultan totalmente ajenos.

Los objetivos de este estudio son múltiples. Por una parte daremos a conocer la historia de los Fab Labs y el movimiento maker, que no habían sido publicadas anteriormente en castellano. Esta explicación irá acompañada de información necesaria para entender el potencial de la fabricación digital y la cultura libre. Queremos desmitificar la tecnología y hacerla accesible con un vocabulario claro. El mapeo de recursos e iniciativas nacionales es algo inédito en nuestro país. El enorme ritmo al que se producen los acontecimientos hace de este análisis algo efímero, pero es necesario comprender el marco en el que nos movemos para pensar hacia dónde podría evolucionar.

El cuerpo fundamental de este texto es un análisis de casos, en el que hemos recopilado información sobre algunos de los proyectos más destacados a nivel mundial en los campos de la educación y el impacto social. Más allá de las capacidades técnicas de las máquinas que se ofrecen en los Fab Labs, consideramos clave comprender cómo las nuevas metodologías de trabajo pueden exportarse a otros ámbitos, adaptándose a las necesidades de cada contexto.

Los cursos y programas educativos basados en la experimentación y el hazlo tú mismo, han llegado a multitud de colegios españoles, en forma de clases de tecnología o robótica. A nivel internacional, programas como BBC Microbit han acercado la programación y el trabajo con circuitos a más de un millón de niños ingleses. Frente a la repercusión de estos grandes programas, descubriremos también que muchos de los espacios que exploraremos son relativamente nuevos, con recursos limitados, luchando por estabilizar su situación. Esto no impide que muchos de ellos comiencen a trabajar más allá de sus propias puertas, buscan-

do generar un impacto positivo dentro de su ecosistema local.

Los Fab Labs son una ventana hacia el futuro, un espacio para la experimentación en el que prototipar nuevos procesos y formas de crear. El movimiento maker nos proporcionará herramientas para la exploración, pautas para descubrir cómo funcionan las cosas y cómo adaptarlas a nuestras necesidades. Exploremos juntos en estas páginas para descubrir todo su potencial y comenzar a incorporarlo en nuestro día a día.

**César García Saez**



Me gustaría agradecer la ayuda recibida para hacer realidad este libro por parte de las siguientes personas: Blanca Villamía, Sara Alvarellos y Susana Tesconi. También quisiera agradecer a todas las personas que aparecen en este libro, que han encontrado hueco en sus apretadas agendas para compartir sus opiniones respecto al texto y que amablemente han ofrecido algunas de las imágenes que ilustran el texto. Por último quisiera agradecer a los miembros de Makerspace Madrid y al resto de usuarios y managers de los Fab Labs y Makerspaces, por ser una constante fuente de inspiración.

# Cap1. Historia y ecosistema Fab Lab

Fab Labs, Makespaces, Techshops y Hackerspaces aportan distintos sabores y facilidades, aunque por lo general todos ofrecen un espacio común equipado con numerosas máquinas.

Estas máquinas trabajan controladas por ordenador, para convertir nuestros diseños en la pantalla en objetos tridimensionales.

En este primer capítulo vamos a profundizar sobre su historia, clarificando las herramientas que se emplean y la forma en la que se organizan estos espacios.

## Origen de la red de Fab Labs

El Profesor Neil Gershenfeld comenzó a impartir el curso “How to Make Almost Anything” en el Centro para los Bits y los Átomos (CBA) del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) en el año 2001. En este curso se invitaba a estudiantes de distintas disciplinas a crear un proyecto propio que combinara distintas técnicas de fabricación digital y electrónica.

La demanda de estos cursos superó ampliamente las expectativas con más de 500 estudiantes inscritos para su primera edición. Con el fin de generar un espacio permanente en el que realizar los



→ Neil Gershenfeld

cursos, se lanzó el primer Fab Lab dentro del MIT.

El nombre Fab Lab deriva de “fabrication laboratory” (laboratorio de fabricación) pero también de laboratorio fabuloso, en el que la gente puede hacer realidad sus diseños e ideas. Estos laboratorios disponen de un equipamiento común, que ofrece las siguientes capacidades:

- Fabricación por adición de material con impresoras 3D
- Fabricación por sustracción de material con fresadoras de control numérico de distintos tamaños

— Corte de materiales planos por medio de láser o de una cuchilla controlada por ordenador en el caso del vinilo.

Estas máquinas están complementadas por una amplia colección de elementos de electrónica y un sistema de videoconferencia que permite la conexión con otros espacios remotos.

Gracias al apoyo de la National Science Foundation (NSF) se decidió crear un Fab Lab fuera de la propia institución para estudiar cómo funcionaría en otro tipo de entornos.

Este nuevo espacio se creó en el South End Technology Center de Boston, un es-



→ Fab Lab en Waag Society Amsterdam

pacio asociativo en el que se alentaba a los jóvenes a apropiarse de la tecnología.

El modelo Fab Lab comenzó poco a poco a replicarse en distintas partes del mundo, comenzando por India y Noruega. Estos nuevos espacios compartieron el inventario original del Fab Lab del MIT, lo que permitía que los proyectos diseñados en un espacio pudieran ser replicados más tarde en el resto.

La red ha crecido en tamaño, duplicándose el número de Fab Labs cada 18 meses, hasta llegar a los 569 de la actualidad. Aunque los espacios ya

no emplean exactamente las mismas máquinas, sí que se buscan mantener las capacidades de fabricación. Todos estos espacios comparten una serie de principios conocidos como el Fab Charter.

## FabLab charter

### ¿Qué es un Fab Lab?

Los Fab Labs (LABoratorios de FABricación o LABoratorios FABulosos) son una red global de laboratorios locales que hacen posible la creatividad e invención, a través de herramientas de fabricación digital.



→ Fab Lab South End Technology Center

### ¿Qué hay en un Fab Lab?

Los Fab Labs comparten un inventario común en constante evolución, con máquinas y procesos para hacer casi cualquier cosa. Esto permite que se compartan proyectos entre diferentes espacios y que cualquier persona habituada a estas herramientas y métodos pueda estar igualmente familiarizada con cualquier Fab Lab de la red.

### ¿Qué ofrece la red de Fab Labs?

La red permite un apoyo operativo, educativo, técnico, financiero y logístico más



allá del que se puede encontrar en un único Fab Lab.

### ¿Quién puede utilizar un Fab Lab?

Los Fab Labs están disponibles como recursos comunitarios, permitiendo el acceso abierto a individuos y el desarrollo de programas y proyectos.

### ¿Cuáles son tus responsabilidades en un Fab Lab?

Seguridad: trabajar sin hacer daño, ni a las máquinas ni a las personas; Funcionamiento: colaborar en la limpieza, mantenimiento y mejora del laboratorio; Conocimiento: contribuir a la documentación y el aprendizaje.

### ¿A quién pertenecen las creaciones de un Fab Lab?

Los diseños y procesos desarrollados en los Fab Labs pueden protegerse y venderse de la manera que elija el inventor, pero deben estar disponibles para que los individuos puedan usarlos y aprender de ellos.

### ¿Pueden los Fab Labs acoger negocios?

Un Fab Lab puede acoger actividad comercial en la fase de prototipado, siempre y cuando el desarrollo del producto o proyecto crezca fuera del laboratorio, no entre en conflicto con los otros usos del Fab Lab, y beneficie a los investigadores, laboratorios y redes que hayan contribuido a su éxito.

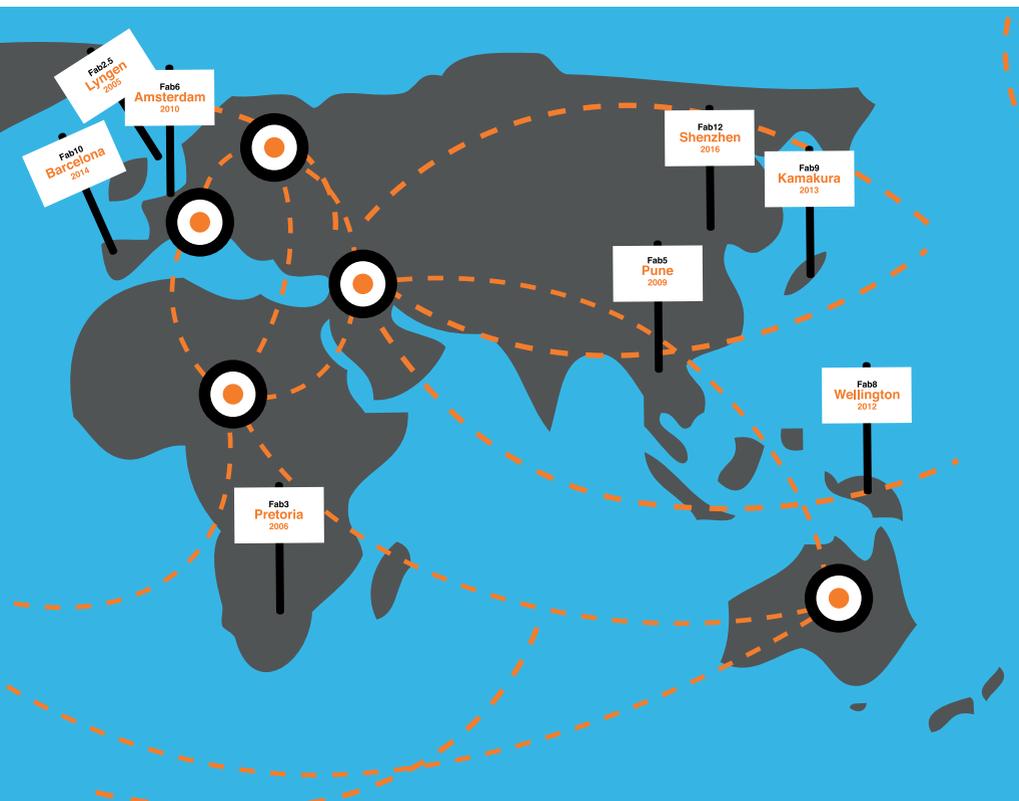


→ Inauguración del encuentro Fab11 (Boston)

## Estructura de la red

El crecimiento de la red de Fab Labs se ha realizado de forma descentralizada, con múltiples agentes, instituciones públicas y privadas, comunidades civiles y diversos grupos abriendo espacios al mismo tiempo. El punto de encuentro para todos

La FabFoundation fue creada en el año 2009 para apoyar la creación de nuevos Fab Labs, dinamizar la relación entre los espacios existentes y servir de punto de contacto con el MIT. El portal FabLabs.io desarrollado por Fab Lab Barcelona, ha complementado también la labor de la FabFoundation, ofreciendo un punto



estos Fab Labs ha sido un encuentro anual celebrado cada año en un país diferente. La ubicación de estos encuentros ha puesto en valor regiones con gran peso dentro del ecosistema Fab Lab.

El próximo encuentro, de nombre Fab12, se celebrará en Shenzhen (China) durante el verano de 2016. Santiago de Chile será la sede del Fab13 en 2017.

centralizado para el registro de espacios y para mantener un inventario actualizado de equipamientos. Este sitio ha cobrado especial relevancia a partir de 2015, desplazando parcialmente la wiki de los Fab Labs islandeses <http://wiki.fablabs.is>, que había servido hasta ese momento como repositorio centralizado de datos.

## Tipos de Fab Labs

Existen centenares de Fab Labs distribuidos por todo el mundo, cada uno con sus especialidades y particularidades. Desde hace varios años se está estudiando cómo se organizan estos espacios, de cara a ofrecer soluciones y mejores prácticas. La clasificación más extendida es la que aparece en el repositorio islandés [wiki.fablab.is](http://wiki.fablab.is) y contempla dos modelos fundamentales:



→ Espacio taller MUSE Fab Lab, ubicado en el interior de un museo

**Institucionales.** Son aquellos Fab Labs que están vinculados a una institución. Los ejemplos más conocidos han estado siempre asociados a instituciones académicas como el Fab Lab del MIT, o Fab Lab Barcelona, vinculado al Instituto de Arquitectura Avanzada de Catalunya (laaC). Según han ido evolucionando, también han comenzado a relacionarse con otro tipo de entidades como Fab Lab León, creado por Fundación Telice, Fab Lab LABORal, asociado al Centro de Arte y Producción Industrial del mismo nombre, o Fab Lab Toulouse, auspiciado por Airbus. Su organización suele ser de arriba a abajo, con el Fab Lab dependiente presupuestaria y organizativamente de la institución padre. En la actualidad podemos encontrar Fab Labs vinculados con todo tipo de instituciones como museos, bibliotecas, ayuntamientos, etc.



→ Banco de herramientas en Makerspace Madrid

**Grassroots.** Son aquellos Fab Labs que surgen a partir de la unión de varias personas interesadas. Suelen organizarse de forma autónoma y su financiación suele venir de cuotas de socios y/o subvenciones esporádicas para asociaciones sin ánimo de lucro. El ejemplo más conocido de este tipo de espacios es Fab Lab Amersfoort, que publicó una guía llamada “Cómo lanzar un Fab Lab en una semana con 5000 EUR y 4 personas”. Makerspace Madrid es también un ejemplo de espacio grassroots.

En documentos más recientes, como la presentación de Peter Troxler y John Boeck en 2011 para la IFLA (Federación Internacional de Asociaciones de Bibliotecarios y Bibliotecas), se ha agregado una nueva categoría adicional denominada “**Prototype shops**”. Se trataría en este caso de espacios de prototipado comerciales, que ofrecen sus instalaciones para trabajos profesionales, en formato Fab Lab.

## Fabricación digital

La fabricación digital es un proceso que permite “la manufactura de objetos físicos a través del uso de herramientas controladas por ordenador”.

Para poder fabricar objetos digitalmente necesitaremos necesariamente un modelo 3D que represente la pieza más una serie de máquinas controladas por ordenador que realicen una serie de movimientos para generarla.

Podemos buscarle una analogía con el proceso para imprimir un documento convencional. Lo primero que necesitamos hacer es crear el texto o descargarlo de internet. Una vez tenemos este archivo podemos configurar las diferentes opciones de acabado (doble cara, blanco/negro o color, etc.). Al enviar el documento, nuestra impresora comienza a moverse hasta que termina de producir el documento en papel.

En el caso de la fabricación digital el proceso no es tan sencillo. En lugar de una sola impresora, existen un buen número de tecnologías diferentes con las que podemos generar piezas totalmente distintas. Estas máquinas son más caras y complejas que las impresoras domésticas. Se trata de equipos que requieren un mantenimiento y supervisión periódica.

Entre las principales estrategias para generar piezas utilizando fabricación digital están:

— Fabricación aditiva: se trata de un proceso en el que se va añadiendo paulatinamente material hasta que la pieza esté acabada. La impresión 3D es el ejemplo más claro de fabricación aditiva. En este caso vamos fundiendo filamento y moviendo un cabezal para generar la pieza que queremos conseguir sumando

múltiples capas en altura.

— Fabricación sustractiva: se trata de un proceso en el que la pieza se produce por eliminación de material. El ejemplo más claro son las fresadoras de control numérico. Estas máquinas son similares a un taladro controlado por ordenador que permite desbastar o cortar partes concretas de material hasta conseguir el resultado esperado.

— Fabricación por corte: se trata de un proceso en el que se genera un corte con una herramienta adecuada al material. El ejemplo más claro son las máquinas de corte láser, aunque existen otros modelos más especializados como la cortadora de plasma y/o cortadora de agua para el corte de metales.

## Orígenes de la red española de Fab Labs

Fab Lab Barcelona abrió sus puertas en el año 2007. Se trata del primer Fab Lab de España y uno de los primeros en Europa. Este espacio se enmarca dentro del Instituto de Arquitectura Avanzada de Catalunya (laaC), fundado por Vicente Guallart. Guallart conoció el concepto Fab Lab gracias a su amistad con Neil Gershenfeld y decidió importarlo, para diseñar así las arquitecturas del futuro. Este centro está especializado en arquitectura y urbanismo de tipo experimental. También es conocido por sus proyectos relacionados con los textiles inteligentes y las smart cities. Es uno de los referentes claves dentro de la red de Fab Labs dado que sirve como coordinador de los cursos de formación FabAcademy para Europa.

Dos años más tarde, se abrió también un Fab Lab en Bermeo, conocido como Basque Fab Lab. Este espacio se mudó en el año 2014 a la población de Santurtzi y se le dotó de nuevo personal. Según

sus propios fundadores: “Los principales destinatarios del espacio son empresarios y profesionales que quieran innovar, desde la generación de nuevas ideas hasta la materialización de nuevas iniciativas empresariales, así como jóvenes y ciudadanos en general capacitándoles y creando una cultura innovadora para el desarrollo local, que redundará en el incremento de la empleabilidad y la cohesión social.”

En el año 2011 se produjo una nueva oleada de aperturas, abriendo cuatro espacios: Fab Lab Sevilla, Fab Lab Asturias, Green Fab Lab y Fab Lab León.

Fab Lab Sevilla es un Fab Lab de tipo institucional vinculado a la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Sevilla. Su director es José Pérez de Lama y busca acercar las técnicas de producción digitales a los estudios de arquitectura, orientadas a las intervenciones urbanas. Han sido también promotores activos de varios libros respecto a la fabricación digital y los Fab Labs como “Yes, we are open” (<http://fablabsevilla.us.es/index.php/proyectos/185-liberamos-nuestro-libro-yes-we-are-open>).

Fab Lab Asturias está ubicado dentro de LABoral, Centro de Arte y Producción Industrial (Gijón). El espacio se creó para complementar las necesidades de artistas en residencia de su programa Plataforma Cero, así como para acercar la tecnología a la población en general. Realizan un programa educativo junto con el Principado de Asturias llamado Aulab, que compatibilizan con numerosos talleres relacionados con aviones por control remoto, drones y vehículos submarinos.

Green Fab Lab es un proyecto de Fab Lab Barcelona que busca explorar cómo puede apoyar la fabricación digital un estilo de vida más sostenible. Está ubicado en una antigua masía catalana en la

zona de Valldaura, rodeada de naturaleza. Durante todo el año reciben estudiantes y visitantes que quieren experimentar con técnicas de construcción y producción circular.

Fab Lab León fue creado por la Fundación Telice Magnetic Anomaly con el fin de acercar las nuevas tecnologías a la ciudad. Este Fab Lab ha sido clave para la creación de un gran número de espacios, siendo uno de los primeros en ofrecer el programa FabAcademy. Los fundadores de Fab Lab UE, Makespace Madrid, Fab Lab Madrid CEU, Xtreme (Extremadura), Fab Lab Deusto realizaron buena parte de su aprendizaje en este Fab Lab. En el año 2014, el Fab Lab se mudó a un nuevo espacio más céntrico, con la intención de captar nuevos públicos.

En el año 2012 se lanza también el Fab



→ Espacio Inauguración Fab Lab León. En la foto de izquierda a derecha: Raul Diosiado (Xtreme y Zona Maker), Szilard Kados (Fablab Deusto), Alex Schaub (invitado desde Waag Society, ahora mismo en Fabguru), Sara Alvarellos (Makespace Madrid), Japi Contonente (CiO Studio), Rubén Ferrero (Ultra-lab), Fabricio Santos (Fablab UEM), César García (Makespace Madrid), Nuria Robles (Tutora de FabAcademy), Pablo Nuñez (Fablab León y Fabrico tus ideas) y Carlos Cano (Xtreme Makespace)



→ Visión General Fablab IED Madrid

Lab Valencia ubicado dentro de la Universitat Politècnica de Valencia. Manuel Martínez Torán es el coordinador de este proyecto, que ampliaría su extensa carrera en el campo de la fabricación dentro del Instituto de Diseño y Fabricación de la escuela.

A principios de 2013 se lanza una tercera ola de Fab Labs, multiplicando en número y extensión la red previa. Surgen en estos momentos los primeros Fab Labs en España que tienen un modelo grassroots no institucional, como Makespace Madrid o MADE BCN. Entre los espacios que abrieron están Fab Lab Medialab-Prado, Fab Lab Madrid CEU, MADE Makerspace Barcelona y Makespace Madrid. En el año 2014 se produjo la apertura de un nuevo modelo de Fab Lab adicional. Los Ateneus de Fabricació Digital de Barcelona nos muestran cómo se puede impulsar un programa de fabricación digital centrado en la ciudadanía, buscando la

colaboración de entidades ciudadanas de tipo asociativo. Exploraremos este nuevo modelo de Fab Labs ciudadanos con más detalle a lo largo del texto.

El número de Fab Labs no ha parado de crecer con la incorporación del Fab Lab de la Universidad Europea de Madrid, el Fab Lab del Instituto Europeo de Design (Madrid), el Beach Fab Lab de Sitges, MakerConvent (Barcelona), Tinkerers Lab en el campus de la UPC de Castelldefels... En la actualidad existen también múltiples Fab Labs que están en fase planificada. Esto significa que un grupo de personas ha mostrado su interés por lanzar un espacio en su escuela o ciudad, pero que todavía no se ha materializado.

En la siguiente, tabla se reúnen los datos de todos los Fab Labs presentados:



## Tabla resumen

### Fab Labs españoles

Nombre	Ubicación
Basque Fablab	Santurtzi, Vizcaya
Green Fablab	Barcelona
Fablab Madrid-CEU	Boadilla del Monte, Madrid
Fablab Madrid Medialab-Prado	Madrid
MADE Makerspace Barcelona	Barcelona
Deusto Fablab	Bilbao, Vizcaya
Fablab UE	Villaviciosa de Odón, Madrid
Tinkerers Lab	Castelldefels, Barcelona
Fablab BCN	Barcelona, Cataluña
Fablab Asturias	Gijón, Asturias
Fablab Sevilla	Sevilla
Fablab León	San Andrés del Rabanedo, León
Makerspace Madrid	Madrid
Fablab IED Madrid	Madrid
Ateneus	Barcelona
Fablab UPM	Pozuelo, Madrid
The Beach Lab	Sitges, Cataluña
Fablab Valencia	Valencia
Fablab Lleida	Lleida, Cataluña
Fablab Tenerife	Santa Cruz de Tenerife, Canarias
Fablab Terrassa	Terrassa, Cataluña
Fablab Vita	Sant Cugat del Vallés, Barcelona
Fablab Alicante	San Vicente del Raspeig, Alicante
Fablab Santander	Santander

Creación	Tipo	Estado actual	Institución asociada
2007	Institucional	Abierto	
2011	Institucional	Abierto	Instituto de Arquitectura Avanzada de Catalunya
2013	Institucional	Abierto	Universidad San Pablo CEU
2013	Institucional	Abierto	Medialab-Prado (Ayto. Madrid)
2013	Grassroots	Abierto	Independiente
2015	Institucional	Abierto	Universidad de Deusto - Escuela de ingeniería
2015	Institucional	Abierto	Universidad Europea de Madrid
2015	Grassroots	Abierto	Independiente aunque ubicado en el campus de la UPC
1/03/2007	Institucional	Abierto	Instituto de Arquitectura Avanzada de Catalunya
7/04/2011	Institucional	Abierto	LABoral Centro de Arte y Producción Industrial
1/08/2011	Institucional	Abierto	Universidad de Sevilla - Escuela de Arquitectura
30/11/2011	Institucional	Abierto	Fundación Telice Magnetic Anomaly
15/04/2013	Grassroots	Abierto	Independiente
2015	Institucional	Abierto	Istituto Europeo di Design
2014	Institucional	Abierto	Ajuntament de Barcelona
2012	Institucional	Cerrado al público	Universidad Politécnica de Madrid
2014	Grassroots	Cerrado al público	Independiente
2012	Institucional	Espacio en reforma	Universidad Politécnica de Valencia
Planificado		Planificado	
Planificado	Grassroots	Planificado	Independiente
Planificado	Institucional	Planificado	Universitat Politècnica de Catalunya - Escuela de Ingeniería de Terrassa
Planificado	Grassroots	Planificado	Independiente
	Grassroots		



## Movimiento Maker

El término ganó muchísima popularidad con la aparición de la revista Make Magazine, publicada por Make Media. El equipo de Make formaba parte de la editorial O'Reilly, dedicada a los libros técnicos. Comenzó publicando una serie de guías y revistas que tuvieron buena acogida, pero que se separaban de la línea editorial, por lo que decidieron ampliar su oferta en este sentido y formar una nueva compañía.

Indudablemente el auge del movimiento Maker viene acompañado de una serie de tendencias sociales mucho más amplias. La llegada de Internet ayudó a que surgiera una nueva figura en la que se borran las barreras tradicionales entre los productores de contenidos y los consumidores. Los prosumidores (productores-con-

sumidores) son este tipo de personas que crean sus propios contenidos y los comparten en red, al tiempo que consumen contenidos generados por otros agentes. Esta misma tendencia se da también dentro del mundo maker, donde parte del interés reside en crear con otros y compartir las invenciones. Muchos portales como Instructables.com o Hackster.io, recogen cientos de recetas y tutoriales para crear todo tipo de artefactos. En Youtube podemos encontrar también multitud de contenidos relacionados con la fabricación digital y la expresión personal. En Estados Unidos, Becky Stern acumula miles de visitas, mientras que en España, gente como Juan Gonzalez (más conocido como ObiJuan) ha inspirado a toda una generación de fabricantes de impresoras 3D, dentro del grupo Clone Wars.



## Maker Movement Manifiesto

En base al espíritu del hacer, te recomiendo enfervorecidamente que cojas este manifiesto, hagas tus cambios y que lo hagas tuyo. ¡Esto es de lo que se trata el hacer!

<b>Hacer</b>	<p>Hacer es algo fundamental para lo que significa ser seres humanos. Debemos hacer, crear y expresarnos para sentirnos completos. Hay algo especialmente único sobre las cosas físicas. Esas cosas son como pequeñas partes de nosotros mismos y encarnan porciones de nuestras almas.</p>	<b>Equiparte</b>	<p>Debes tener acceso a las herramientas adecuadas para el proyecto en el que estás trabajando. Invierte y consigue acceso localmente a las herramientas necesarias para hacer las cosas que quieres. Las herramientas para hacer nunca han sido más baratas, más sencillas o más potentes que hoy en día.</p>
<b>Compartir</b>	<b>Jugar</b>	<p>Juega y cacharrea con lo que estás haciendo. Te sorprenderás, emocionarás y estarás orgulloso de lo que descubras.</p>	<b>Participa</b> <p>Únete al Movimiento Maker y contacta con la gente a tu alrededor que están descubriendo la alegría del hacer. Organiza fiestas, eventos, días makers, ferias, exposiciones, clases y cenas con y para los otros makers en tu comunidad.</p>
<p>Compartir lo que has hecho y lo que sabes sobre hacer con otros es el método por el que un maker consigue un sentimiento de plenitud. No puedes hacer y no compartir.</p>	<b>Cambio</b>		
<b>Apoyo</b>	<p>Esto es un movimiento y por tanto, requiere apoyo emocional, intelectual, financiero, político e institucional. Nosotros somos la mejor esperanza para mejorar el mundo y somos responsables de crear un futuro mejor.</p>	<p>Abraza el cambio que ocurrirá de forma natural según navegas en tu camino como hacedor. Dado que hacer es algo fundamental para el ser humano, llegarás a ser una versión más completa de ti.</p>	<b>Aprender</b>
<b>Dar/Ofrecer</b>	<p>Debes aprender para hacer. Siempre debes tratar de aprender más sobre lo que hacer. Puede que llegues a ser un oficial o un maestro artesano, y aun así seguirás aprendiendo, querrás aprender y empujarte a ti mismo para aprender nuevas técnicas, materiales y procesos. Construir un camino para el aprendizaje a lo largo de la vida te garantiza una vida rica y reconfortante en el hacer, lo que te permitirá compartirlo con otros.</p>		
<p>Hay pocas cosas tan desinteresadas y satisfactorias como regalar algo que tú has hecho. El hecho de hacer pone una pequeña parte de ti en el objeto. Entregar este objeto a otra personas es como entregarle a alguien una pequeña parte de ti mismo. Este tipo de cosas son a menudo nuestras posesiones más valiosas.</p>			

## Visibilidad y definición del movimiento de cara al gran público

Aunque la fabricación digital y el prototipado rápido llevan más de treinta años entre nosotros, ha sido en la última década en la que han tomado cierta presencia pública. El abaratamiento de las impresoras 3D, junto con la aparición de cientos de espacios alrededor del mundo ha facilitado que sea conocido por el gran público.

En 2014 se celebró la primera Maker Faire en la Casa Blanca. En este encuentro el presidente de Estados Unidos, Barack Obama, manifestó su interés en promover los estudios STEAM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas) entre los jóvenes, para devolver a su país aquellos trabajos de fabricación que se estaban deslocalizando al extranjero. Esta iniciativa recibió el nombre de “Nation of Makers” y resalta el valor de las técnicas de prototipado rápido y fabricación digital, como ventajas competitivas y competencias clave para los trabajos del futuro.

Este apoyo institucional ha venido acompañado también de reconocimiento para algunas de las figuras más destacadas del movimiento maker. Por ejemplo, Limor Fried, fundadora de la tienda de electrónica Adafruit recibió el premio a emprendedora del año 2012.

El primer ministro chino Li Keqiang visitó diversos espacios y fábricas en la región de Shenzhen, donde se ubica buena parte de la fabricación de los bienes de consumo. Tras su visita anunció el lanzamiento de un programa llamado “Mass Makerspace” para promover la innovación y el emprendimiento a gran escala. Según su punto de vista el emprendimiento hará que todo el mundo pueda participar de la innovación, la ciencia y



→ Limor Fried, fundadora de la empresa de electrónica Adafruit

los avances científicos. El objetivo es conseguir movilizar a la población para que comiencen a lanzar sus propios negocios. Por su parte el ministro de ciencia y tecnología Wan Gan explicó:

*“This is part of the new normal; we need to better transfer academic research into commercial products; science should serve our economy. And we need to better promote the great scientific achievements of China and let them be known all over the world... we have a new technology revolution, which will help restructure old patterns... open source and open hardware can help realize this innovation strategy. We encourage crowdsourcing and mass entrepreneurship in society so that resources are better distributed... It’s the opportunity of the majority, rather than just the privilege of the few, to realize a life long dream.”*

## Publicación Libro Makers

El libro *Makers* de Chris Anderson populariza el término dentro del mercado anglosajón. Chris, ex-editor de la revista *Wired*, aborda diversos procesos de manufactura que son transformados por el uso de las tecnologías abiertas, la participación de los usuarios finales y la fabricación digital. El libro recoge múltiples casos de éxito, vinculando las nuevas creaciones con la tesis de uno de sus anteriores libros, “La economía long tail”. Según este libro, Internet permite la existencia de mercados de nicho a nivel global. Frente a los best seller y productos convencionales producidos al por mayor, existe una economía incipiente de cientos de miles de productos personalizados, que puede generar volúmenes de negocio similares. La fabricación digital permite la personalización y adaptación de los productos a las necesidades específicas de los clientes, sirviendo a pequeños mercados de nicho que antes no se podían atender a un coste razonable.

El libro explora también la innovación abierta como mecanismo para involucrar al usuario en el proceso creativo proponiendo una serie de retos. Por ejemplo, la compañía *Local Motors*, lanza un concurso para la carrocería de su nuevo coche. La carrocería que resulte ganadora será fabricada al finalizar el proceso. La persona que realizó el diseño ganador, comenzó a trabajar para una compañía convencional de coches, en vista del talento que había demostrado durante el concurso.

El libro trata otros ejemplos similares, inspirados en el patrón de *3D Robotics*, sobre cómo están cambiando los procesos de creación de las empresas utilizando tecnologías de prototipado rápido. Entre los ejemplos más obvios está la impresión 3D para permitir probar



→ Chris Anderson

distintas configuraciones de una forma muy rápida. El libro habla también sobre *Fab Labs* y *Makespaces*, pero tras una visita al *Fab Lab Manchester*, muestra su afinidad por el modelo *Techshop*, una cadena de espacios de maquinaria compartida muy popular en Estados Unidos. Chris Anderson subraya el papel activo de todos estos espacios, pilares fundamentales del movimiento, que permiten a los inventores emprendedores fabricar sus propios productos y llevarlos al mercado de forma mucho más rápida.

### Espacios recreacionales - El modelo de los *FabCafé*

El espacio de *coworking Makers of Barcelona* ha sido uno de los primeros en impulsar un espacio de fabricación digital en sus instalaciones. Este espacio se llama *FabCafé* y sigue el modelo de otros espacios en *Tokyo* y *Taiwán*. En lugar de un espacio para realizar trabajo

de forma continua, los FabCafés permiten a la gente explorar cómo funciona la tecnología en un ambiente más distendido y casual. Al tiempo que los visitantes toman un café, pueden imprimir en 3D o realizar cortes láser. Las actividades educativas son otro de los alicientes de estos espacios, que muestran usos de estas máquinas poco convencionales.

En Madrid, utopic\_US ha abierto dentro de su espacio de la calle Colegiata un Faber Café, que comparte la misma filosofía, aunque no pertenecen a la misma red.

### Hardware abierto

Hoy en día podemos encontrar múltiples programas de software libre en nuestro día a día como por ejemplo: el navegador Mozilla Firefox, el paquete ofimático LibreOffice o los sistemas operativos Linux.

Estos programas son libres porque utilizan una licencia que garantiza las cuatro libertades que veremos más adelante. El hardware libre surge inspirado por este modelo de licenciamiento, pero ¿qué significa que un ordenador tenga una licencia abierta?

El hardware abierto busca mantener el mismo espíritu del software libre: el usuario debe poder utilizar la placa para lo que quiera, el diseño de la placa debe estar disponible para aprender cómo está hecha, el diseño recibido puede modificarse para adaptarse al uso propio y los cambios que generemos se deberán poder liberar también.

Arduino es uno de los ejemplos más conocidos de hardware libre. Esta pequeña placa se diseñó para acelerar el diseño de prototipos en el Instituto IVREA. Arduino surgió en el año 2005 y desde un primer momento utilizaron licencias

abiertas. Esto ha permitido que mucha gente cree nuevos diseños y modificaciones y que los vuelva a compartir con la comunidad.

La placa dispone de un pequeño microprocesador que ejecuta el programa que le carguemos. Así mismo Arduino dispone de múltiples entradas y salidas, a las que podemos conectar sensores y actuadores para interactuar con el mundo físico. El nombre Arduino se utiliza también para designar el entorno con el que se programa la placa, llamado Arduino IDE. Este programa también dispone de licencia libre.

Muchísimos proyectos maker utilizan componentes libres, para poder aprender cómo funcionan y adaptarlos a sus propias necesidades.

### Libre vs Abierto (Free vs Open)

Cuando hablamos sobre software y hardware, podemos emplear los términos libre y abierto indistintamente sin prestarle mucha atención al detalle. Aunque ambos términos pueden parecer claros y equivalentes, esto no es así.

La palabra libre pone el foco en la libertad de la persona como usuario de la tecnología. Cualquier software que sea libre debe respetar las siguientes cuatro libertades:

- La libertad de ejecutar el programa como se desea, con cualquier propósito (libertad 0).
- La libertad de estudiar cómo funciona el programa, y cambiarlo para que haga lo que usted quiera (libertad 1). El acceso al código fuente es una condición necesaria para ello.
- La libertad de redistribuir copias para ayudar a su prójimo (libertad 2).

Los FabCafés permiten a la gente explorar cómo funciona la tecnología en un ambiente más distendido y casual.





— La libertad de distribuir copias de sus versiones modificadas a terceros (libertad 3). Esto le permite ofrecer a toda la comunidad la oportunidad de beneficiarse de las modificaciones. El acceso al código fuente es una condición necesaria para ello.

Cuando hablamos de software abierto, nos estamos refiriendo a aquel programa cuyo código fuente está disponible. Esto no implica necesariamente el resto de libertades. En ocasiones se utiliza el término FLOSS para designar este tipo de software sin hacer distinción. FLOSS significa FreeLibreOpenSourceSoftware.

### **Diferencias entre los Fab Labs, Makespaces y Hackspaces**

A lo largo de esta primera parte hemos podido descubrir distintos tipos de espacios. Vamos a aclarar cuáles son las diferencias fundamentales entre los distintos modelos.

Los **Fab Labs** comparten el manifiesto Fab Charter y una serie de equipamiento. Entre los objetivos de los espacios está la experimentación y compartir el conocimiento.

Los **Makespaces** no ponen tanto énfasis en compartir el conocimiento y por lo general no obligan a sus miembros a compartir sus invenciones. Su inventario es también bastante más heterogéneo, incluyéndose los distintos tipos de máquinas según la necesidad de sus usuarios.

Los **Hackspaces** son estructuras más ad-hoc, en los que se pone énfasis en la capacidad de sus miembros para valerse por sí mismos. No suelen ofrecer programas de introducción para sus nuevos miembros, esperando que estos adquieran el conocimiento por sus propios medios.

Los **Hacklabs** suelen compartir temática con los hackspaces aunque tienen un posicionamiento más político. Suelen crearse en centros sociales ocupados y mudarse cuando el centro es abandonado.

En muchos casos estas diferencias no se traducen a cambios notables en la práctica: muchos usuarios de Fab Lab no disponen de tiempo suficiente para documentar sus proyectos; los usuarios de los makespaces suelen liberar sus creaciones con licencias abiertas, con lo que al final cualquiera puede replicarlos si quiere.

### **Aspectos comunes de los espacios compartidos de fabricación**

Aunque existen múltiples variedades de espacios, casi todos comparten una serie de principios fundamentales así como una serie de retos para su futuro. Veamos cuales son estos puntos en común:

- **Práctica basada en el hacer:** En todos estos espacios prima la capacidad de hacer, de crear, de trabajar sobre temas concretos hasta materializarlos.

- **Aprendizaje como proceso compartido:** Más allá del propio espacio y de la maquinaria de los mismos, estos espacios facilitan el aprendizaje informal entre pares.

- **Fabricación digital:** El abaratamiento de la tecnología ha permitido que buena parte de los espacios puedan disponer de todas las capacidades de fabricación que hemos visto con anterioridad.

- **Compartir y evolucionar proyectos existentes:** Las soluciones abiertas son las preferidas en estos espacios. Esto permite una evolución constante basada en iteraciones continuas y el trabajo en red con otros espacios.

- **Espacios como catalizadores de encuentro, producción y socialización:** Todos estos espacios funcionan como potenciadores para sus usuarios, permitiéndoles establecer relaciones más allá del propio espacio.

Por otra parte autores como Benedict Delloit (Delloit, 2015), han localizado cuatro áreas clave que suponen retos para todos estos espacios. Son líneas en las que se visualizan las controversias que caracterizan el día a día de los espacios:

- **Gobernanza:** la mayoría de espacios están explorando formatos de organización y toma de decisiones que resulten al mismo tiempo ágiles e inclusivos, algo francamente complicado.

- **Financiación:** explorando modelos de sostenibilidad que garanticen la existencia a largo plazo de los espacios.

- **Membresía:** tratando de atraer perfiles diversos, para que no se conviertan en lugares de nicho en el que todos los participantes piensen igual.

- **Ética:** explorando los usos y posibilidades de la fabricación digital personal, la propiedad intelectual y las relaciones con potenciales partners y sponsors.

Añadiría a estos retos dos cuestiones adicionales: el desconocimiento de sus actividades fuera de un círculo muy reducido y, en el caso español al menos, el aislamiento entre los distintos espacios. Este aislamiento no tiene que ver con la distancia física o con diferencias ideológicas, sino con la dificultad para compartir, procesar e incorporar información de otros espacios de la red. Esta carencia hace que los laboratorios reinventen continuamente una y otra vez prácticas desde cero o que directamente ignoren

formas de trabajar asentadas desde hace años.

Una encuesta realizada en Reino Unido reveló que menos del 1% de la población ha participado en cualquiera de estos espacios, aunque el 24% estaría interesado en utilizarlos en un futuro. Queda mucho trabajo por hacer para que estos espacios lleguen a resultar tan cotidianos como otro tipo de infraestructuras como bibliotecas, espacios deportivos, oficinas, etc.

# Cap2. Educación

La educación es un campo en constante evolución, en el que distintos paradigmas se alternan y compiten entre sí con el objetivo de que el estudiante asimile unas prácticas y unos contenidos. Los makespaces como recursos educativos son una tendencia clara en múltiples países en el mundo. Estos espacios de fabricación digital están apareciendo en colegios y bibliotecas, incorporando nuevos elementos tangibles dentro del proceso de aprendizaje ordinario.

## Introducción

Los Fab Labs surgieron en el ámbito académico del universitario MIT, pero con el paso del tiempo se han multiplicado las opciones educativas relacionadas con la fabricación digital. Esta proliferación se debe fundamentalmente al abaratamiento de la tecnología y al aumento de la demanda de profesionales en los campos de la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, más conocido por su acrónimo en inglés STEM.

Según la National Math + Science Initiative (USA), el número de trabajos de profesiones STEM crecerá un 17% frente al 9.8% de las profesiones no STEM. Una mayor empleabilidad es una de las ventajas para estas profesiones, a la que se suma un sueldo promedio un 26% superior al de profesiones no STEM.

Los informes sobre educación STEM de la Unión Europea ofrecen un panorama similar, indicando que estas profesiones han crecido un 12%, el triple de la media en la EU (Cedefop 2015), al tiempo que se propone poner un mayor énfasis de las profesiones STEM para lograr una economía más sostenible o incluir STEM de forma prioritaria dentro de los programas para la educación de nuevas habilidades EU2020 (Reymen 2015).

La educación es un campo en constante evolución, en el que distintos paradigmas se alternan y compiten entre sí con el objetivo de que el estudiante asimile unas prácticas y unos contenidos. Los makespaces como recursos educativos son una tendencia clara en múltiples países en el mundo. Estos espacios de fabricación digital están apareciendo en colegios y bibliotecas, incorporando nuevos elementos tangibles dentro del proceso de aprendizaje ordinario.



→ Taller para niños en Fab Lab Berlin

Para la profesora Laura Fleming, promotora de varios Makespaces dentro de colegios en Estados Unidos, el papel del movimiento maker en la educación es:

— Pasar del consumo a la creación y convertir el conocimiento en acción.

Más allá de las propias máquinas, debemos plantearnos cuáles son las bases metodológicas y pedagógicas que justifican su incorporación dentro del currículo y cómo podría sacárseles el mejor partido. Habitualmente los sistemas educativos han podido entenderse dentro de tres paradigmas: el conductivismo, el constructivismo y, más recientemente, el conectivismo.

— El conductivismo se basa en el aprendizaje de habilidades por medio de la repetición. Las personas asimilarían nuevos contenidos aprendiendo a partir de fuentes pre existentes.

— El constructivismo explica el aprendizaje como el proceso de creación de

nuevos esquemas mentales que nos permitan resolver los problema a los que nos enfrentamos. En lugar de asumir que existe una solución óptima a priori, se prioriza el descubrimiento y la construcción de soluciones para interiorizar el funcionamiento del mundo.

— La tercera variante es el conectivismo, que afirma que el aprendizaje se produce a través de la interacción con los otros. Tan importante es el conocimiento depurado como tejer las redes con las personas junto con las cuales se pueden generar nuevos conocimientos.

Por lo general, encuadraremos el aprendizaje relacionado con Fablabs y makers como un aprendizaje de tipo constructivista, con pinceladas conectivistas.

### Aprendizaje entre pares

Los Fab Labs y Makespaces sirven como espacios de aprendizaje informal entre pares. Es muy habitual encontrarnos con cursos de capacitación para el uso de

equipamiento en aquellos espacios que no disponen de personal dedicado. Adicionalmente, muchos de estos espacios funcionan a través de grupos de trabajo en los que se establece una temática común y todos participan del proceso de creación y aprendizaje.

Durante los últimos años se ha puesto de moda el término DIWO (Do It With Others) para designar este tipo de procesos relacionados con estrategias “Hazlo por ti mismo” pero aplicadas a contextos grupales. Algunas de las iniciativas más conocidas recibieron el nombre MasterDIWO, destacando los grupos de trabajo de Madrid en Medialab-Prado y en Alicante ([http://wiki.medialab-prado.es/index.php/Master\\_DIWO](http://wiki.medialab-prado.es/index.php/Master_DIWO))

Estos grupos de MasterDIWO exploraban cómo aprender entre pares, validando el aprendizaje y compartiendo aquellos elementos comunes. Cada uno de los participantes seleccionaba una temática que quería explorar y mensualmente compartía sus avances con el resto. Para garantizar los avances, cada uno de los estudiantes seleccionaba dos mentores con los que mantendría el contacto de forma periódica para ir acompañándole en su proceso de aprendizaje. Se producía de esta forma una validación doble: por un lado con los expertos en la materia, por otra parte con el resto de pares. Este tipo de aprendizaje entre pares podría entenderse tanto desde una óptica constructivista, en la que cada persona va creando su propio modelo mental del problema que está tratando, así como desde el punto de vista conectivista, en el que la persona va tejiendo las redes personales que le permiten crecer y abarcar nuevos retos.

### **Clone Wars**

El proyecto Reprap fue lanzado en el año 2004 por Adrian Bowyer para estudiar la

posibilidad de hacer máquinas autorreplacantes. Los diseños de estas máquinas se liberaron utilizando licencias libres y pronto muchos entusiastas de todas partes del mundo se sumaron a este proyecto aportando sus contribuciones. Algunos de los modelos de impresoras 3D más populares, como las Prusa i2 e i3 surgieron a raíz de este proyecto. El nombre de estas impresoras deriva del de su creador, Josef Prusa, que también optó por compartir sus avances con el resto de la comunidad.

En España las impresoras 3D se multiplicaron de forma exponencial gracias al grupo Clone Wars. Este grupo surgió en el departamento de robótica de la Universidad Carlos III de Madrid. Los alumnos querían poder crear sus propios modelos de robot, pero sólo disponían de una impresora 3D para todos. Para paliar este problema decidieron crear una impresora rebrap y reconocer la dedicación de los alumnos más implicados utilizando un esquema de gamificación basado en Star Wars: los estudiantes que recibían su primer juego de piezas eran llamados padawan (aprendices jedi) y completaban su aprendizaje cuando donaban un juego de piezas impresas a otro compañero.

Uno de los profesores del departamento, Juan González, más conocido como Obi-juan, comenzó a colgar vídeos en YouTube explicando el proceso para montar tu propia impresora i2 que se volvieron tremendamente populares. Este hecho hizo que el proyecto creciera más allá del entorno académico, multiplicándose el número de impresoras clones a un ritmo vertiginoso.

Una extensión muy interesante de este concepto de objetos replicables es el de los objetos libres, que dejan de ser propiedad de una persona y pasan a ser patrimonio tecnológico de la humanidad.

Clone Wars es un proyecto de referencia a la hora de construir comunidad, de facilitar el aprendizaje de nuevos miembros y de trabajar en red para explorar un tema común basado en licencias abiertas.



→ Conectando por video conferencia a las clases de FabAcademy

de estos espacios funciona como sede local del programa, ofreciendo todas las herramientas de fabricación digital



→ Realizando la práctica de fresado en madera en equipo CNC - FabAcademy

## Iniciativas relacionadas con los Fab Labs

### FabAcademy

FabAcademy es un programa de choque de fabricación digital para adquirir las competencias básicas de la fabricación digital. Está basado en el programa original del curso “How to Make Almost Anything (HTMAA)” que dio origen a los Fab Labs.

Neil Gershenfeld imparte las clases desde el MIT por video conferencia a todos los Fab Labs participantes en cada edición. La duración del programa es de 14 semanas. Cada una de las semanas se expone un nuevo tema y los estudiantes tienen que realizar una creación utilizando las técnicas presentadas. El proceso completo, junto con los resultados, se documenta de forma pública a través de la plataforma web [academy.cba.mit.edu](http://academy.cba.mit.edu)

El programa se realiza de forma distribuida en más de 50 Fab Labs. Cada uno

a los estudiantes para que realicen sus prácticas. Se espera que los estudiantes puedan invertir unas cuarenta horas por semana para poder completar sus tareas.

Los resultados de cada práctica se exponen de forma pública, donde son evaluados tanto por los instructores remotos como por los locales. Esta evaluación del trabajo basado en currículum se ha extendido más allá del propio programa del FabAcademy, a través de la iniciativa del MIT Maker Portfolio (<http://mitadmissions.org/blogs/entry/faq-for-maker-portfolios>).

En 2015 se lanzó una iniciativa llamada Academany (<http://academany.org/>), para ampliar esta forma de estudiar a otros campos más allá de la fabricación digital. El primer curso que se ha lanzado con esta metodología se ha llamado “How To Grow Almost Anything” HTGAA (<http://bio.academany.org/>). Se trata de un curso sobre biología sintética liderado por el profesor George Church de la Universidad de Harvard. En este caso se busca también replicar la implicación de

profesores punteros en sus respectivos campos para ofrecer un valor diferencial.

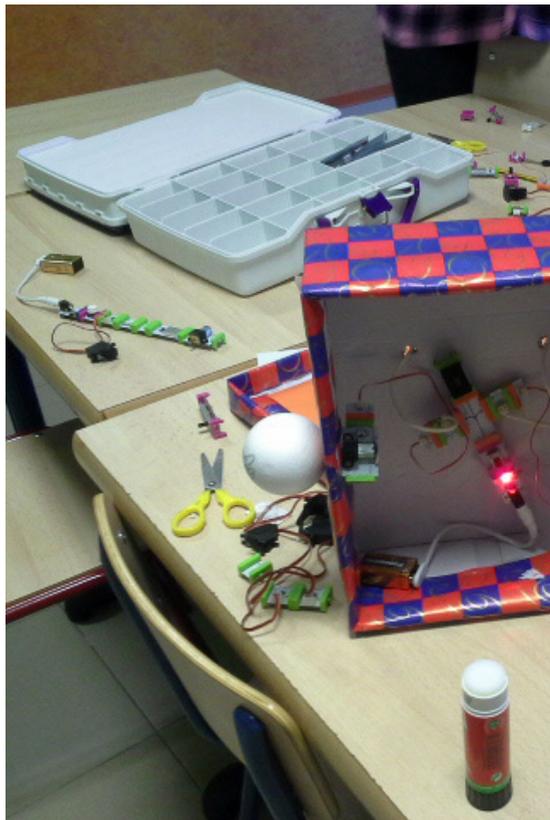
El coste de este curso es de 5000 EUR, lo que limita potencialmente el número de personas que pueden participar. En los nuevos cursos esta cantidad se está abonando por cada lab participante dado que los contenidos están todavía desarrollándose.

## FabEd

Fab Lab Ed es una iniciativa lanzada de forma conjunta por Fab Foundation y el TIES (Teaching Institute of Excellence in STEM).

Esta iniciativa busca incorporar los Fab Labs dentro del curriculum educativo. Para ello están elaborando una serie de contenidos específicos que permitan utilizar la fabricación digital como vehículo para la enseñanza STEM. Según sus fundadores, las ventajas competitivas de su programa respecto a otros similares son (<http://www.tiesteach.org/solutions/fab-labs/>): la adecuación de los contenidos a los estándares nacionales y estatales; enseñanza transversal para los distintos profesores relacionados con la ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, tradicionalmente separados en sus correspondientes silos; y por último la posibilidad de conectar cada una de estas escuelas e institutos con el resto de espacios de la red Fab Lab.

El primer fruto de esta colaboración es el diseño y lanzamiento del instituto MC2STEM en Cleveland (Ohio). En la actualidad están tratando de trabajar con otros colegios e institutos en las siguientes líneas: diseño e instalación de Fab Labs en las escuelas, desarrollo y adaptación del curriculum educativo, formación de profesores y fab managers locales con la ayuda de la red de gurus de FabAcademy. Para una lista completa de sitios en los



que están desarrollándose este tipo de iniciativas puede consultarse <http://www.tiesteach.org/solutions/fab-labs/>

## FabLab@School

FabLab@School es un programa experimental, impulsado por Paulo Blinkstein desde el departamento “Transformative Learning Technologies Lab” de la Universidad de Stanford. Este programa propone la creación de un Fab Lab en cada colegio, como recurso didáctico. Una vez instalado este espacio, se utilizará para investigar y compartir respecto al tipo de aprendizaje que puede llevarse a cabo así como investigar cuáles son las mejores prácticas educativas. En la ac-



tualidad son 7 centros los que participan y se están abriendo otros tres centros adicionales.

El programa comenzó a desarrollarse a través de un piloto en el que participaron el DLab de Stanford y la Aarhus University de Dinamarca. En la actualidad están participando seis escuelas en este programa, compartiendo aprendizajes y sacando el mayor partido posible a sus recursos. En España hay un centro participando, que está en la población catalana de Rubí. Una de las ideas fundamentales del programa es la adaptación de los contenidos educativos a la realidad del espacio. Para el desarrollo de los cursos en Rubí se está utilizando un modelo histórico: Durante

el primer año se evalúa los componentes básicos de la física utilizando como telón de fondo la fundación Romana de la ciudad cuando Barcelona se llamaba Barcino. Estas actividades se articulan en relación con otras asignaturas, como la música. Por ejemplo, se les pide a los estudiantes que creen una lira utilizando la fabricación digital. Al construir el instrumento descubren cómo afecta la longitud de las cuerdas al tono o cómo se transmite la vibración. El siguiente curso se explora la Barcelona medieval haciendo foco en componentes más avanzados de mecánica; a continuación se trabaja sobre la Barcelona modernista de Gaudí, introduciendo elementos de electrónica; el último año está centrado en el modelo de Barcelona como Smart City. Durante este curso se trabaja sobre la computación física y sobre como integrar distintos elementos para generar soluciones reactivas.

Tal y como se puede ver la tecnología dentro de esta forma de trabajo tiene un papel instrumental. No se pone un énfasis especial en los propios elementos tecnológicos, si no que se sirve de ellos para poder explicar y comprender mejor el contexto donde se realizan las clases.

### **FabLearn**

FabLearn es una iniciativa de la universidad de Stanford para estudiar cómo impactan los Fab Labs en el aprendizaje. Esta línea de trabajo fue lanzada también por Paulo Blikstein, para facilitar el intercambio de mejores prácticas y aprendizajes entre profesionales de la educación implicados en la educación en Fab Labs.

El programa de investigación se articula a través de una serie de colaboradores, denominados FabLearn Fellows. Estos colaboradores son personas con una gran trayectoria en el ámbito educativo y pedagógico. Cada uno de ellos está de-

sarrollando un programa de aprendizaje que utiliza el Fab Lab como parte integral del aprendizaje. En España, Susanna Tesconi está colaborando con LABoral para la realización de estos programas en Fab Lab Asturias.

FabLearn da nombre también a una serie de conferencias que se realizan desde el año 2013. Las primeras sesiones se celebraron en la Universidad de Stanford, pero desde el año 2014 existe una convocatoria europea que se realiza con periodicidad anual. Más recientemente se han lanzado dos conferencias adicionales: FabLearn Asia y FabLearn Australia. En estas conferencias se comparten los resultados de las investigaciones y se plantean las preguntas que quedan por resolver.

## **Aulab - LABoral**

Laboral, Centro de Arte y Producción Industrial ha estado trabajando durante los últimos años para ofrecer el Fab Lab como un recurso didáctico para los colegios. Este programa se denomina Aulab y está diseñado por Susanna Tesconi. Se trata del primer programa de Fabricación digital para contextos de educación formal.

Durante el desarrollo del programa, distintas escuelas se acercan al Fab Lab para ver cómo pueden complementar su enseñanza mediante el uso de los equipamientos disponibles. El equipo de LABoral, acompañará a los profesores, que no tienen por qué ser profesores de tecnología, para que se apropien del espacio y puedan generar materiales didácticos propios para complementar sus asignaturas.

Al igual que el resto de programas revisados, cada uno de los alumnos debe trabajar en un proyecto concreto y desarrollarlo de forma paulatina durante el curso. Aulab es por tanto un programa que se desarrolla en el Fab Lab en relación con escuelas

## **YAMakers**

Young Aspies Makers es un programa donde jóvenes con autismo de alto funcionamiento desarrollan proyectos de impresión 3D para mejorar la autonomía de personas con discapacidad.

El proyecto, impulsado por Fundación Orange y desarrollado por BJ Adaptaciones y Fundación Friends, se lleva a cabo en los Ateneos de Fabricación del Ayuntamiento de Barcelona.

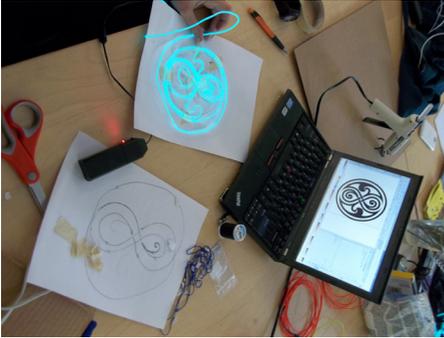
Las sesiones formativas están orientadas a dar respuestas sencillas, a través de la impresión 3D, a necesidades concretas de la vida diaria de diferentes personas con diversidad física.

Esta iniciativa se enmarca dentro de un programa internacional (Solidarity Fablabs) que ha lanzado la Fundación Orange para que jóvenes en riesgo de exclusión descubran estos espacios (Fab Labs, Makespaces...) y realicen acciones formativas que les puedan proporcionar una sólida base que les motive y ayude en su integración social. Actualmente la Fundación Orange está apoyando a 51 Fab Labs en 9 países.

## **Otros centros educativos de prestigio y su vinculación con los Fab Labs**

Muchos de los Fab Labs están vinculados a instituciones educativas. Entre los ejemplos más conocidos tenemos: IaaC, MIT, Universidad de Michigan.

El origen del Fab Lab suele condicionar bastante el uso que se da de los mismos. Por ejemplo, en las escuelas de Arquitectura, el Fab Lab solía ser antes el aula de maquetas o proyectos, en el que los estudiantes manufacturaban sus creaciones. En la medida en la que se han ido incorporando más máquinas, se ha tenido que producir una capacitación



→ Proyectos MakerEd



→ Conectando la placa Makey Makey utilizando hilo conductivo

adicional, tanto en términos de procesos como de herramientas.

En los programas educativos que se ofrecen a los estudiantes de grado podemos encontrar competencias tales como modelado 3D, diseño paramétrico, corte con láser, etc. Durante los últimos años se han lanzado diversos programas de fabricación digital para estudiantes universitarios de máster en la Universidad San Pablo CEU o la Universidad Europea de Madrid.

Uno de los problemas que suelen presentar estos Fab Labs es cómo compatibilizar la demanda interna de formación con los requisitos de apertura a terceros. Para salvar esta problemática se suelen ofrecer cursos periódicamente sobre algunas de las materias en las que el Fab Lab es especialista, aunque no es una solución óptima.

### Iniciativas de tipo maker

#### MakerEd Corps

MakerEd es una fundación sin ánimo de lucro estadounidense que quiere promover una educación más cercana a las prácticas Maker. Se trata de una formación orientada a jóvenes que servirán a

su vez como formadores para realizar cursos de verano utilizando metodologías maker. En el año 2013 se lanzó su primera edición, en la que participaron 34 espacios y 108 jóvenes. En total se consiguió llegar a un total de 90.000 personas. En la última edición de 2015 este número ha aumentado hasta llegar a las 220.000 personas. (<http://makered.org/makercorps/about-maker-corps/impact/>)

El programa está orientado a otras ONGs, asociaciones y fundaciones que tengan experiencia trabajando con personas jóvenes. Estas entidades buscarán uno o más candidatos que participarán en una formación online durante los meses de primavera. Una vez concluyan su formación, estos jóvenes realizarán unas prácticas remuneradas impartiendo diversos cursos de verano. Los cursos de verano están orientados hacia otros jóvenes, para fomentar su interés por esta forma de aprender.

MakerEd Corps está pensado para ser lo más sostenible posible, al apoyarse económicamente en las entidades colaboradoras y humanamente en los profesores, que tienen así una oportunidad para comenzar a trabajar.

Es importante tener en cuenta que mu-

chos de los centros donde se impartirá esta información no serán necesariamente Fab Labs o Makerspaces. Los objetivos de este curso tienen que ver con pensar y crear a través del prototipado más que una formación centrada en el uso de las distintas máquinas en un Fab Lab.

## Maker Camp

Desde el año 2012 Make Media organiza de manera conjunta con Google una actividad llamada Maker Camp. Se trata de una especie de campamentos de verano basados en actividades prácticas. Durante las cuatro semanas que duran estos cursos, se combinan múltiples



→ Taller de fabricación digital para jóvenes, semana de la juventud de 2015

retos semanales y unos hangouts, en los que los participantes pueden entrar en contacto con otras personas y con mentores locales (<http://makercamp.com/>).

El objetivo del programa es que los padres acompañen a los niños en el proceso de aprendizaje, descubriendo juntos cómo crear el objeto propuesto o replicando el experimento en cuestión. Existe la posibilidad de participar a través de espacios que funcionan como partners locales. En España participan desde Droide Comunidad (Valencia) y MakerConvent (Centro cultural Convent de Sant Agustí, Barcelona) (<http://makercamp.com/map/>)

## Makerspace SEK

El colegio del SEK de Ciudadcampo ha sido uno de los primeros colegios españoles en ofrecer un makerspace dentro de sus instalaciones. Estos espacios están orientados hacia el aprendizaje aplicado, en las áreas de ciencia, diseño y tecnología. Además de las áreas tradicionales de fabricación digital, también se han incluido aspectos relacionados con los medios de comunicación (radio, televisión y prensa), así como una zona estilo TED en la que los estudiantes podrán practicar para presentar sus ideas.

La apertura experimental de este primer centro ha dado pie para el lanzamiento de Makerspaces, como el colegio SEK Dublín en Febrero 2016.

## Xtrene Makespace Almendralejo

La asociación sin ánimo de lucro Xtrene ha realizado diversos talleres de fabricación digital orientados a jóvenes en su sede local de Almendralejo (Extremadura). Su objetivo es dar a conocer las nuevas tecnologías relacionadas con la fabricación digital y la electrónica a distintos colectivos de su región. Han trabajado con jóvenes, personas desempleadas y mayores para tratar de reducir la brecha digital. Este grupo trabaja preferentemente con contenidos libres, para facilitar el acceso a cualquier persona interesada.

## Camins Makers

Camins Makers es un espacio de la Escuela de Caminos de la Universitat Politècnica de Catalunya (<http://camins-makers.upc.edu/>). Su lema es “Learning through making”. Ofrecen a los alumnos la posibilidad de probar con diferentes experimentos los conceptos que estudiarían en clase. Para ello generan modelos a escala a los que añaden sensores y

estudian cómo se comportan bajo determinadas circunstancias. Es una forma mucho más tangible y experiencial de analizar estructuras, cargas, temblores, cimentación, etc.

## Otras iniciativas educativas

### CTC Arduino

Creative Technologies in the Classroom es un programa educativo STEM orientado a colegios e institutos. Ha sido diseñado para ofrecer apoyo a los profesores de tecnología, para introducir nuevos contenidos de tipo creativo en la asignatura de tecnología. Arduino Verkstad (Malmö, Suecia) es la empresa que impulsa este programa. La primera edición se llevó a cabo en Castilla La Mancha, con el apoyo de la Junta de Castilla La Mancha y el apoyo de la Universidad de Castilla La Mancha. El proyecto en Barcelona ha contado con el apoyo de Obra Social “La Caixa” y se producido por parte de Ultra-lab. En Madrid, el proyecto ha contado con la colaboración de Fundación Telefónica y Ultra-lab.

El programa se compone de un total de cuatro bloques en los que se exploran temas tales como: pensamiento computacional, computación física, trabajo con señales digitales y analógicas y robótica.

CTC se integra en el currículum de la asignatura de tecnología, utilizando tecnologías abiertas y técnicas de prototipado rápido/maker. El curso se inicia con Processing, un entorno de programación que permite generar gráficos interactivos de forma sencilla. Más adelante se introduce Arduino y se explica cómo utilizarlo para interactuar con distintos sensores y actuadores.

La metodología que utilizan en el curso es el aprendizaje basado en proyectos.

Cada alumno deberá seleccionar un proyecto concreto, que irán elaborando e incorporando los contenidos según se van impartiendo. El colofón final del curso es una presentación final abierta, en la que se muestran estos proyectos a sus padres y personas interesadas.



→ Proyecto Torito Bravo - CTC2015

Este curso se ha realizado en más de 450 centros y lo han completado más de 13.000 alumnos. Para evaluar el impacto, se utiliza una triple valoración: por una parte, Arduino envía una serie de formularios opcionales de forma semanal para evaluar el rendimiento de los alumnos, por otra parte cada uno de los colegios realiza una evaluación del aprendizaje y por último, la entidad educativa dependiente de la comunidad autónoma, realiza también sus propias evaluaciones. En la actualidad se está llevando un estudio del impacto de estos cursos sobre el aprendizaje de los estudiantes por parte de la Universidad de Castilla la Mancha, aunque no tiene todavía fecha prevista de publicación.

### Instroniks

Marc Sibila y Jordi Divins trabajan como profesores en la localidad de Navas, a una hora de Barcelona. Con el fin de ofrecer a sus alumnos una formación más didáctica e interesante, decidieron



→ Piano electrónico creado por Instroniks



→ Acordeón electrónico creado por Instroniks

utilizar la música como hilo conductor. De lo más diverso, para generar nuevos instrumentos musicales electrónicos. En lugar de intentar generar elementos muy complejos, emplean las funciones básicas de Arduino. Al final de estos talleres, los alumnos comprenden bien cómo funciona la tecnología al tiempo que interactúan los unos con los otros para generar pequeñas piezas de música electrónica.

Durante los últimos años, este grupo ha comenzado a ofrecer estos mismos talleres. Es uno de los proyectos maker más conocidos y han participado en diversas ferias como expositores y como músicos. Marc y Jordi también organizan en Navas TICDate (<http://ticdate.navas.cat/>), un encuentro divulgativo relacionado con las nuevas tecnologías, la innovación y la creatividad.

### Complubot

Complubot nació en el año 2003 en Alcalá de Henares. Entre sus objetivos está la difusión de la robótica, la ciencia y la tecnología en la sociedad, especializándose sobre todo en el trabajo con jóvenes.

Comenzaron impartiendo cursos de formación como actividad extraescolar en los colegios. En el año 2014 realizaron las actividades en su propio espacio, de más de 300 m<sup>2</sup>, para poder crecer y satisfacer la demanda de clases de robótica, que



→ Clase de formación de formadores en Complubot

han aumentado enormemente durante los últimos años.

Los cursos de Complubot enseñan a los niños pensamiento computacional, diseño mecánico, proceso del prototipo por iteraciones continuas, etcétera. Otras habilidades que se practican son el aprendizaje mediante prueba y error, la aplicación del método científico y la

formación basada en proyectos. Entre los objetivos finales del curso, está que los niños sean capaces de fabricar sus propios robots y participar en competiciones internacionales.

Complubot es uno de los equipos de referencia en la RoboCup Junior. Han sido cuatro veces campeones del mundo



con sus robots creados íntegramente por ellos. Su diseño ha sido más tarde incorporado a otras plataformas de robótica educativa como Arduino Robot por los buenos resultados obtenidos.

Complubot organiza asimismo algunos de los talleres y actividades más conocidas en España relacionados con la robótica. Por una parte, organizan Alcabot un

encuentro que se celebra en la Universidad de Alcalá de Henares. Alcabot está orientado tanto a profesionales como a un público más curioso. Son también el equipo nacional encargado de la organización de la RoboCup Junior España.

Los cursos de Complubot se realizan con jóvenes de edades comprendidas entre los 4 y los 18 años. En estos cursos, la tecnología se utiliza para aprender los conceptos básicos, que pueden ser aplicados a posteriori en la construcción y mejora de los robots de competición como en muchos otros aspectos de la vida cotidiana. La formación está organizada en seis niveles y cada nivel suele durar más de un año. Dentro de sus planes formativos propios emplean 14 plataformas distintas, que van combinando a lo largo de los años en función del grado de interés y motivación de cada alumno. Ofrecen habitualmente formación a formadores con un programa basado en las plataformas Arduino, Crumble y Lego.

### **César Poyatos - Aulablog**

César Poyatos es uno de los profesores más reconocidos, tanto a nivel nacional como internacional, en cuanto al uso de las nuevas tecnologías en el aula. Ha sido reconocido como educador distinguido y ha recibido más de nueve premios en Innovación Educativa.

Su foco fundamental es el empleo de la tecnología como una herramienta más. En lugar de utilizar múltiples apps con funcionalidad limitadas, César utiliza tabletas como instrumentos para documentar los proyectos de los alumnos.

Durante el curso se les proponen distintas actividades que los alumnos tienen que elaborar y documentar en el blog. Estas actividades se presentan en forma de circuito, de tal forma que todos los

alumnos las puedan realizar en diferente orden, al tiempo que se minimiza el material necesario para impartir el curso. De nuevo estamos ante una metodología basada en proyectos, de formato semi-estructurado.



→ Muestra proyecto Aulablog 2015

César Poyatos es también impulsor de uno de los grupos más importantes de aprendizaje y nuevas tecnologías, llamado Aulablog. Se trata de un grupo distribuido por toda España que se reúne anualmente desde el año 2006. Fue precisamente en este año en el que lanzaron la declaración de Roa, por la integración de las tecnologías de la información y la comunicación en la educación.

Revisando el texto se puede comprobar hasta qué punto los principios promovidos por esta declaración se están trasladando a otros muchos ámbitos relacionados con el movimiento maker y los Fab Labs hoy en día.

## Declaración de Roa por la integración de las TIC en la educación

1. La incorporación de las TIC facilita el aprendizaje y la comunicación de toda la comunidad educativa, y resulta un objetivo irrenunciable.
2. Es necesaria una política decidida de las administraciones educativas para que las TIC formen parte del currículum y se integren en él con competencias definidas.
3. Resulta necesaria la implementación de un sistema de evaluación de los modelos de integración existentes y los que se puedan poner en marcha.
4. Se debe dotar a todos los centros educativos de medios técnicos suficientes y funcionales. Es prioritario el acceso a Internet mediante banda ancha.
5. La dotación de medios debe ir siempre acompañada del personal técnico especializado. Además, consideramos necesaria la creación de la figura del animador/a TIC, que promueva el uso de estas tecnologías, y guíe a quienes se inician.
6. Debe fomentarse el uso y desarrollo del software libre, puesto que está sirviendo de soporte para las experiencias innovadoras, que resultan económicamente inviables con herramientas comerciales, y porque facilita el acceso a las TIC.
7. La formación del profesorado requiere un cambio en las TIC como objeto y como medio de formación que incorpore modelos pedagógicos para su aplicación en el aula.
8. Es necesario incentivar al profesorado comprometido con la innovación, no solo económicamente.

**La efectiva incorporación a la Sociedad de la Información y la Comunicación debe ser un objetivo prioritario para cualquier sistema educativo y para cualquier país. La institución educativa debe asumir la responsabilidad de conseguir la alfabetización digital y el acceso de la ciudadanía a las TIC.**

**Pero la integración de las TIC necesita un impulso mucho más decidido por parte de toda la comunidad educativa; en consecuencia, el profesorado reunido en Roa realiza la siguiente declaración por la integración de las TIC en la enseñanza.**

**9.** Se debe fomentar la creación de comunidades profesionales modelo y redes sociales que permitan la formación entre iguales, la transmisión de buenas prácticas y el trabajo cooperativo.

**10.** Se debe difundir el uso de esquemas abiertos de propiedad intelectual y gestión de derechos de autor que fomenten el trabajo en colaboración y faciliten el acceso a repositorios de recursos educativos.

### **GazteaTech**

GazteaTech es un programa realizado por Espacio Open en Bilbao para fomentar las habilidades creativas en los jóvenes relacionadas con lo digital. El programa tiene una duración de una semana, en la que los participantes exploran distintos tipos de tecnología (impresión 3D, robótica y electrónica textil) debiendo crear al final sus propios prototipos.

El programa se ha celebrado ya en tres ocasiones y han asistido más de 300 jóvenes. En los primeros análisis para la medición del impacto de estos cursos se ha detectado que el 40% de los participantes están interesados en incorporar los contenidos adquiridos en la búsqueda de empleo.

### **BQ - Programa oficial tecnología, programación y robótica**

La Comunidad de Madrid ha incluido dentro del currículo la asignatura Tecnología, programación y robótica. Desde BQ se han embarcado en la creación de materiales didácticos abiertos, que puedan ser empleados en las clases por los profesores para impartir esta nueva materia. En la actualidad pueden encontrarse los recursos para alumnado y el profesorado para 1º de la ESO.

### **Grupo Devtech - Universidad de Tufts**

Marina Bers es profesora de la Universidad de Tufts. Tras trabajar junto a Seymour Papert en el MIT, decidió comenzar sus propios proyectos dentro del grupo “Developmental Technologies Research Group” de la Universidad de Tufts (Boston). Este grupo está especializado en el trabajo con niños de entre 6–8 y el pensamiento computacional.

Dentro de esta iniciativa se busca generar herramientas propias para que los niños puedan expresarse utilizando la informática como un medio de expresión adicional. Esta tendencia deriva de los primeros intentos por generar ordenadores portátiles en los que sus usuarios pudieran personalizar y generar las herramientas a su antojo. El ejemplo más



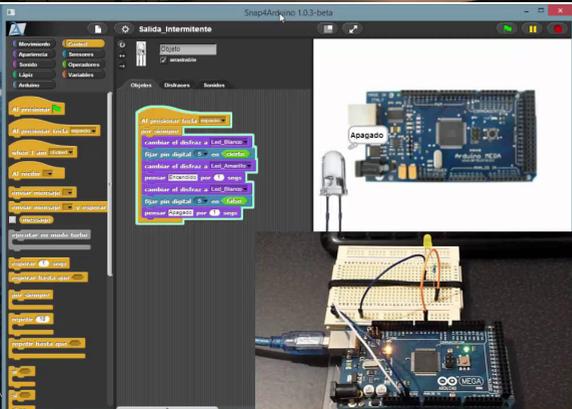
→ Participante del programa Gaztea Tech prototipando con cartón

conocido son los Dynabooks, propuestos por Alan Kay.

Frente a un modelo basado en aplicaciones cerradas, encontramos aquí aplicaciones que nos permiten la personalización combinando los distintos módulos. El ejemplo más claro es Scratch Junior, que permite a los niños utilizar su propio entorno de programación. Otro ejemplo interesante sería KIBO, un robot que permite a los niños más pequeños comenzar a programar secuencias de movimientos. Estos movimientos están pegados a una serie de cubos físicos que deben colocarse en orden y escanearse con el robot, que los reproducirá en orden.

### **Grupo Edutech - Citilab (Cornellá)**

Citilab es un laboratorio ciudadano ubicado en Cornellá (Barcelona). El espacio quiere potenciar la creatividad, facilitar el aprendizaje de nuevas tecnologías y poner la innovación al alcance de cualquier persona. Citilab dispone de una zona para acceso a Internet, donde se ofrecen cursos de forma periódica. Los ciudadanos pueden solicitar también espacio de trabajo en una zona de coworking. Si varias personas quieren empezar a trabajar juntas para crear su empresa, Citilab les ofrece pequeñas oficinas, que podrán ampliarse en años sucesivos en otras áreas del edificio. Al igual que en el resto de Fab Labs, si la empresa crece más allá



- Estudio de televisión de Citilab
- Interfaz principal de Snap4Arduino



- Niño utilizando el programa Scratch

del espacio facilitado, tendrá que buscar un lugar más grande fuera del centro. Citilab ofrece formación en todo tipo de tecnologías, disponiendo incluso de un plató de televisión totalmente equipado.

Entre los proyectos educativos de Citilab destaca el grupo EduTech, que explora el aprendizaje siguiendo los preceptos de clásicos como Seymour Papert o Alan Kay. El centro participa activamente en el desarrollo de nuevas herramientas como [Snap for Arduino]( <http://s4a.cat/snap/>), que permite gestionar una placa Arduino en tiempo real desde la interfaz gráfica del ordenador, o Beetleblocks, un software de diseño 3D generativo que utiliza los mismos componentes de Snap. (Snap

es también un entorno de programación visual basado en bloques como Scratch, pero a diferencia de este último, permite hacer tus propias funciones primitivas combinando bloques (<http://snap.berkeley.edu/>). El desarrollador principal de estos módulos es Bernat Romagosa, que trabaja junto con otros compañeros para facilitar una educación constructivista de la tecnología.

### **Jimmy Iovine and Andre Young Academy - University South California**

La academia Jimmy Iovine and Andre Young busca educar a perfiles relacionados con las artes, la tecnología y la innovación para los negocios en un contexto

único. Los fundadores de esta escuela son dos personas con amplia carrera profesional en el mundo de la música. Ambos crearon la marca de auriculares Beats. Andre Young, más conocido como Dr. Dre, es uno de los más relevantes raperos estadounidenses. El objetivo de la escuela es hacer que los estudiantes trabajen con ideas propias originales y que sean capaces de llevarlas a la práctica. Según sus propias palabras buscan:

*“to shape the future by nurturing the talents, passions, leadership and risk-taking of uniquely qualified students who are motivated to explore and create new art forms, technologies, and business models”*

Los estudiantes disponen de un espacio de trabajo permanente llamado el Garage, bastante similar a lo que entenderíamos como un makespace, donde aprenden y ponen en práctica un currículo personalizado. Trabajan con fabricación digital, drones, apps, etc.

El programa se articula en torno a cuatro áreas fundamentales: artes y emprendimiento; tecnología, diseño y cómo llevarlo al mercado; conceptualización de plataformas para los negocios; creación de prototipos. Cada alumno puede elegir su plan de estudios a partir del catálogo de la universidad y adecuarlo a sus intereses. El objetivo final del año es que acaben realizando un prototipo y que cuenten con los medios para lanzarlo al mercado.

Cada uno de los estudiantes recibe formación y mentorización individual, contando con el acceso a profesionales con perfiles muy diferentes tales como el propio Dr. Dre o la estrella de los monopatines Rodney Mullen.

## **Lighthouse Creativity Lab**

Lighthouse Community Charter School es un instituto público gratuito de Oakland, California, orientado a personas jóvenes de bajos recursos. El instituto está construyendo un programa formativo que se adecue a los estándares educativos americanos al tiempo que incorpore habilidades relacionadas con el diseño y el making. El objetivo de la escuela es ayudar a los jóvenes para que adquieran las habilidades, conocimientos y herramientas para convertirse en estudiantes competentes y automotivados.

El instituto está trabajando con múltiples instituciones como Maker Education Initiative, Tinkering Studio y el Transformative Learning Technologies Lab de Stanford, para avanzar respecto al estado del arte en educación. Aaron Vanderweff, uno de los fundadores del espacio, es FabLearn Fellow.

## **BBC Microbit UK**

El proyecto Microbit ha sido lanzado en Reino Unido para formar a los alumnos en la programación desde edades tempranas. Está inspirado en los ordenadores BBC Micro que se utilizaban en los colegios para aprender a programar en los 80. En la actualidad, Microbit es una placa, similar a Arduino, que permite generar interacciones físicas de forma sencilla.

El lanzamiento ha venido acompañado de una gran campaña de medios y de una gran cantidad de complementos y aplicaciones educativas. Pese a que el proyecto ha sufrido un retraso considerable, durante el mes de marzo de 2016 se ha comenzado la distribución de más de un millón de placas, que serán entregadas de forma gratuita a estudiantes de 7 años.

# DAFO

## Educación Fab Labs



### Debilidades

Muchos espacios luchan por sobrevivir.

Perfil de los distintos laboratorios muy similar, no muy abiertos. Gobernanza no explícita.

Modelo “búscate la vida”.

Estructura de la red pseudo descentralizada y sin muchos recursos comunes.



### Fortalezas

Inicios vinculados al ámbito académico.

Prestigio del nombre y de la marca.

Métodos y equipamientos más o menos estandarizados.

Espacios en todo el mundo.

Escala establecida en distintos formatos basados en potencias de 10: 10, 100...

Experiencia en programas learn 2 teach y teach 2 learn.



### Amenazas

Estructura de liderazgo estilo dictador benevolente.

Apoyo institucional sesgado.

Politización superficial.



### Oportunidades

Modelo de crecimiento replicable.

Vinculación con las comunidades y las empresas locales.

Apoyo institucional.

Metodologías maker para reducir la brecha de género en profesiones STEAM.

## Debilidades

### Muchos espacios luchan por sobrevivir

El rápido crecimiento de la red de Fab Labs implica que un buen número de espacios han sido creados recientemente. Como cualquier tipo de entidad o iniciativa estas primeras etapas son cruciales para estabilizar el proyecto y hacerlo sostenible.

En muchos casos, todas las energías de las personas implicadas en el Fab Lab están dedicadas a estas tareas, lo que puede condicionar su participación en otro tipo de actividades.

### Perfil de los distintos laboratorios muy similar, no muy abiertos. Gobernanza no explícita

Casi todos los Fab Labs españoles parten de un modelo institucional vinculado a grandes entidades. En muchas ocasiones el modelo de gobernanza del Fab Lab y su relación con la entidad padre no es explícito, lo que hace que sea complicado saber quién toma realmente las decisiones o quién es la persona con la que conectar para proponer nuevas actividades.

### Modelo “búscate la vida”

La forma en la que operan los espacios está inspirada de alguna forma por el modelo de aprendizaje auto dirigido del MIT. Se espera que los participantes sean más o menos autónomos y aprendan unos de otros, sin muchos recursos en los que apoyarse. Aunque muchos contenidos están publicados, no suelen ser fácilmente accesibles o localizables, ni estar en el idioma materno de los participantes.

### Estructura de la red pseudo descentralizada y sin muchos recursos comunes

El modelo de crecimiento de la red de Fab Lab es descentralizado aunque mantiene un modelo de gobernanza de tipo dictador benevolente. Durante los últimos años se ha potenciado el papel de FabFoundation como eje articulador, pero no ha orientado sus esfuerzos para la creación de recursos comunes. Los múltiples repositorios y agregadores de información se están desarrollando a ritmos muy diferentes y no queda claro a primera vista cuáles están operativos realmente.

Por poner un ejemplo, no se dispone de una lista o foro en el que puedan participar todos los usuarios o managers de los Fab Labs. Esto condiciona fuertemente la difusión de eventos o recursos entre los miembros de la red, que se organizan como buenamente pueden. El único recurso similar es la lista de ex-alumnos de FabAcademy, aunque no todos los agentes de la red han participado en dicha formación.

Existen multitud de portales como FabEconomy que abordan un nicho concreto, pero su evolución es bastante desigual.

## Fortalezas

### Inicios vinculados al ámbito académico

El primer Fab Lab surgió dentro del MIT, una entidad con indudable prestigio internacional a nivel académico.

### Prestigio del nombre y de la marca

Aunque formalmente el resto de Fab Labs no está vinculado al MIT, retiene parte del prestigio de dicha institución. Esto es algo importante cuando planteamos la participación de los espacios en programas de tipo educativo.

En ocasiones la no vinculación de los espacios ha generado toda serie de confusiones y leyendas respecto a los Fab Labs. Mucha gente asume que los espacios son una serie de franquicias refiriéndose a ellos como los Fab Labs del MIT, o piensa que para abrir un Fab Lab hay que pedir permiso a alguien.

### Métodos y equipamientos más o menos estandarizados

El MIT publica un inventario en el que se recoge el equipamiento básico que debería tener un Fab Lab. Esto incluye tanto las máquinas, cómo los componentes electrónicos y consumibles necesarios.

Muchos Fab Labs han tomado esta lista como punto de partida a la hora de equipar sus espacios, lo que hace que dispongan de las mismas máquinas. Esto facilita que los proyectos puedan replicarse con facilidad y que los métodos de trabajo funcionen de forma más o menos similar en todos los espacios de la red.

Independientemente de los modelos particulares de máquina, todos los espacios deben compartir los mismos métodos de Fabricación Digital: fabricación aditiva, fabricación sustractiva y corte controlado

por ordenador.

### Espacios en todo el mundo

El número de Fab Labs a nivel mundial se duplica aproximadamente cada 18 meses. Esto ha hecho que sea relativamente sencillo encontrar estos espacios en todos los rincones del mundo. El crecimiento ha sido bastante orgánico, con un modelo no franquiciado ni controlado de manera centralizada. Este modelo hace que los espacios sean más resilientes, al tener los espacios que buscar sus propios mecanismos para ser sostenibles, pero hace más compleja la comunicación, al no disponer de canales formales o herramientas colaborativas comunes.

Otra ventaja adicional es que dado que los fundadores de los Fab Labs provienen del propio ecosistema en el que nacen, resultará mucho más fácil adaptar los contenidos y actividades educativas a las idiosincrasias de cada comunidad.

### Escala establecida en distintos formatos basados en potencias de 10: 1k, 10k, 100k

Con el paso del tiempo se estableció una escala de potencias de 10 para los Fab Labs. Este modelo es similar al de las bibliotecas. Sólo hay una biblioteca del congreso/biblioteca nacional del país que dispone de ejemplares de muchísimo valor y gran variedad. En las ciudades grandes hay bibliotecas municipales o regionales de gran tamaño, mientras que en los barrios hay bibliotecas más pequeñas.

En el caso de los Fab Labs, se plantea un esquema similar: habría pocos Fab Labs cuyo equipamiento costara un millón de dólares (MIT y grandes centros de investigación), múltiples Fab Labs con el equipamiento original (100.000 dólares),

multitud de Fab Labs con equipamientos más modestos (10.000 dólares) e incluso pequeños Fab Labs locales que ofrecerán funcionalidades más básicas con un coste de 1.000 dólares.

Entre los investigadores más destacados de esta tendencia está Bart Bakker, que documenta todo tipo de herramientas de pequeño tamaño en su sitio web MiniFab Lab.nl.

### Experiencia en programas de aprendizaje sostenibles

Dentro de la red existen espacios con amplia experiencia en la creación de modelos de aprendizaje sostenibles en el tiempo. El ejemplo más claro es el programa Learn 2 Teach y Teach 2 Learn del South End Technology Center (SETC)

El Fab Lab del SETC es el primer Fab Lab que se creó fuera del MIT. Este centro, liderado por Mel King, invita a las personas a que se conviertan en creadores de conocimiento y no sean meros consumidores de tecnología. En el espacio disponen de múltiples herramientas que sirven para poner este mantra en práctica: aula de informática, emisora de radio, estudio de grabación y el Fab Lab.

El centro organiza una serie de talleres anuales, llamados “Learn 2 Teach/ Teach 2 Learn” en el que se invita a jóvenes a aprender a utilizar todas estas tecnologías. Estos jóvenes se comprometen a cambio a enseñar a otros niños y jóvenes, de forma que se crea un ecosistema de aprendizaje humanamente sostenible.

## Amenazas

### Estructura de liderazgo estilo dictador benevolente

Al igual que en otros muchos proyectos de tipo abierto y escala global, la red de Fab Labs presenta un estilo de liderazgo informal de tipo dictador benevolente. Una vez al año, todos los Fab Labs del mundo se reúnen en una localización para compartir ideas y conectar entre sí.

Uno de los momentos clave de estos encuentros es la charla: The Future Of the Fab, en el que Neil ofrece su visión sobre cómo debería evolucionar la red a futuro. Aunque no hay dependencia funcional formal, esta charla sí que ejerce una tremenda influencia respecto a dónde deberían enfocarse los esfuerzos durante el próximo año. Hasta la fecha se han dedicado hacia la proliferación de nuevos cursos, pero esto no tiene porqué ser así en el futuro, centrándose en aspectos como la manufactura, más alejados de la educación.

### Apoyo institucional sesgado

En muchos países se han ofrecido ayudas para la creación de nuevos Fab Labs, pensados como nuevos centros de incubación empresarial. Estas ayudas se han destinado mayoritariamente a nuevos agentes relacionados con el tejido empresarial, al tiempo que los Fab Labs ya establecidos luchaban por encontrar modelos de negocio sostenibles.

Esta aproximación limita el potencial de los Fab Labs como espacios de educación, experimentación y encuentros para perfiles diversos, potenciando mayoritariamente su faceta empresarial.

## Oportunidades

### Modelo de crecimiento replicable

El gran número de Fab Labs es una muestra de que el modelo de crecimiento de la red es replicable y aplicable a distintos contextos. La aproximación basada en potencias de diez permite que se creen laboratorios de distintos formatos adaptados a los recursos y necesidades locales.

### Vinculación con las comunidades y las empresas locales

Muchos de los Fab Labs son relativamente nuevos, pero están estableciendo vínculos con comunidades y empresas locales. Estas relaciones harán florecer el verdadero potencial de los Fab Labs, en base a las necesidades locales, en conexión con las comunidades de práctica existentes.

### Apoyo institucional

La red de Fab Labs ha recibido apoyo institucional por parte de gobiernos, administraciones locales y fundaciones de diverso tipo. Este apoyo visibiliza la labor de los Fab Labs, al tiempo que les permite llegar hasta otro tipo de agentes de innovación más tradicionales.

### Metodologías maker para reducir la brecha de género en profesiones STEAM

Existen informes que plantean las metodologías que se emplean en educación “maker” como forma de reducir la brecha de género entre las profesiones STEAM. (Wittemeyer, 2014).

# Cap3. Impacto social de los Fab Labs y el movimiento Maker



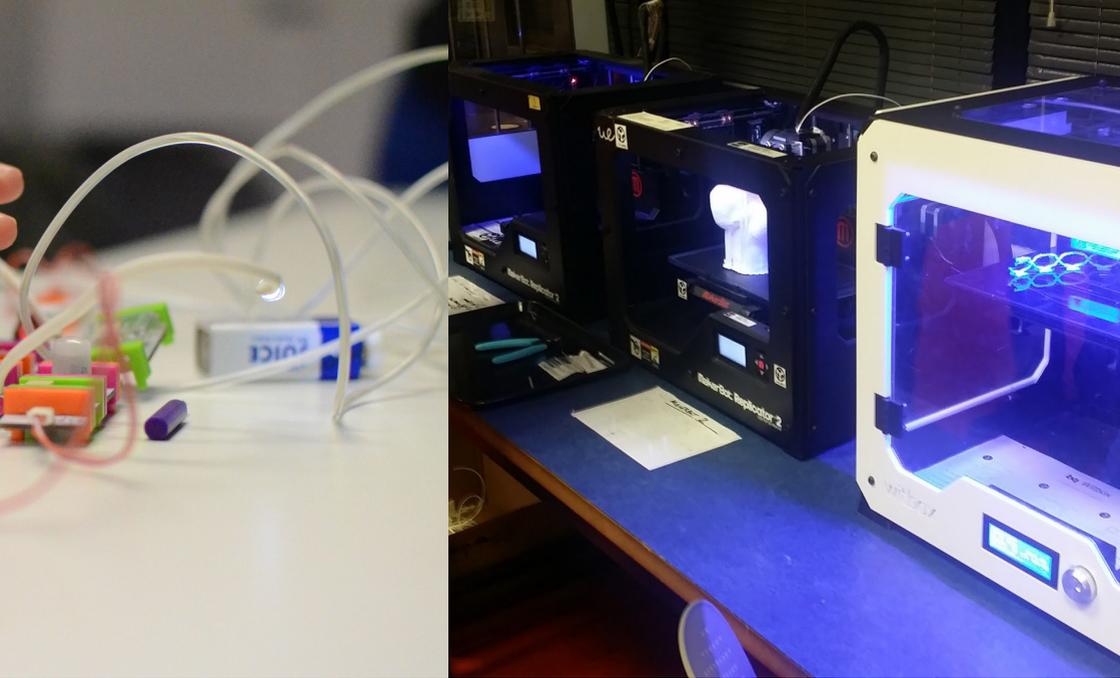
La Unión Europea considera clave la participación de los distintos agentes de la sociedad civil para favorecer el empleo de los jóvenes, aportando soporte para adquirir nuevas habilidades, que les permitan conseguir un primer trabajo. Estos efectos son especialmente beneficiosos en el caso de jóvenes en riesgo de exclusión social.

En este capítulo exploraremos este tema desde una perspectiva amplia, tratando de ilustrar los distintos efectos que está produciendo el movimiento maker y la expansión de la red de Fab Labs.

## Introducción

En estos momentos la medición de impacto social es una gran tendencia a nivel europeo. Se está trabajando con distintas metodologías para calcular el retorno de la inversión para proyectos de índole social. Delimitar lo que constituye lo social es algo bastante complejo: para algunas personas, la creación de empleo es el mejor indicador de impacto social, mientras que otras personas consideran que hay otras métricas mucho más importantes más allá de la creación de empresas.

Independientemente de esta controversia, la Unión Europea considera clave la participación de los distintos agentes de la sociedad civil para favorecer el empleo de los jóvenes, aportando soporte para adquirir nuevas habilidades, que les permitan conseguir un primer trabajo. Estos efectos son especialmente beneficiosos en el caso de jóvenes en riesgo de exclusión social.



En este capítulo exploraremos este tema desde una perspectiva amplia, tratando de ilustrar los distintos efectos que está produciendo el movimiento maker y la expansión de la red de Fab Labs.

## Empleo

### Ultimaker

Durante los últimos años se han lanzado multitud de empresas relacionadas con la fabricación digital. Uno de los ejemplos más conocidos es Ultimaker. Esta empresa surgió en Utrech, Holanda, alrededor de un espacio llamado Protospace.

La empresa comenzó fabricando unos kits de impresora construidos con corte láser y piezas impresas en 3D. Este diseño estaba libremente disponible en su página web. Hoy en día es una empresa con más de 50 trabajadores y que vende sus impresoras por todo el mundo.

### Formlabs y Littlebits

Tanto Formlabs como Littlebits son empresas fundadas por graduados del MIT que realizaron el curso How To Make Almost Anything con Neil Gershenfeld.

Formlabs es una empresa de impresoras 3D estereolitográficas de resina. Su sede está en Sommerville, Massachusetts, muy cerca del MIT. Para lanzar su empresa decidieron realizar una campaña de crowdfunding en Kickstarter, en la que consiguieron 3 millones de dólares. Posteriormente consiguieron una segunda ronda de inversión de 20 millones de dólares para crear su segundo modelo, la impresora Form 2. La empresa está creciendo ahora en el mercado europeo, aumentando su plantilla considerablemente.

Little Bits es una compañía que fabrica kits de prototipado electrónico. Su fundadora, Ayah Bdeir, creó sus primeros prototipos durante su participación en el curso “How To Make Almost Anything”.



→ Ayah Bdeir, fundadora de Little Bits

La principal característica de Little Bits es que sus componentes se ensamblan de forma sencilla por medio de imanes. Little bits puede ser utilizado tanto por adultos como por niños para crear sus propias invenciones. Su sencillez y facilidad expresiva ha sido reconocida por múltiples instituciones en el ámbito del diseño, como el MoMA de Nueva York.

### **BCN3D Technologies y Marcha Technology**

En España se han lanzado también distintas empresas relacionadas con las impresión 3D. Entre las más conocidas está BCN3D y Marcha3D.

BCN3D es una empresa de la Fundación CIM-UPC, ubicada en el campus que la Universitat Politècnica de Catalunya tiene en Castelfel·l de la Roca. Comenzaron fabricando sus propios diseños basados en modelos abiertos y recientemente han lanzado modelos propios para llegar a nuevos

segmentos de mercado.

Marcha Technology era una empresa de impresión 3D navarra, que lanzó una de las primeras máquinas cuya caja era totalmente cerrada, llamada Witbox. La empresa fue comprada en el año 2013 por BQ, que lanzó de esta forma su propio departamento de impresión 3D. En la actualidad BQ está comercializando diversas impresoras a nivel internacional, entre las que se encuentra el modelo actualizado Witbox 2.

### **Sostenibilidad**

#### **Great Recovery**

Great Recovery es un proyecto de la Royal Society for the encouragement of Arts, Manufactures and Commerce (RSA) con el apoyo de Innovate UK. El programa busca trabajar con la basura y los residuos que se generan a diario, para generar nuevos procesos de economía circular a través del diseño.

El paradigma de la economía circular plantea que los residuos al final del ciclo de vida útil de un producto pueden ser materias primas idóneas para unos nuevos productos. Para ello se debe considerar desde el primer momento los materiales que se van a emplear, la forma en la que se ensamblan y se desmontan así como la composición química de los elementos de cara a los tratamientos para la recuperación de los mismos.

Uno de los retos es visibilizar todos estos procesos, normalmente bastante opacos. En Septiembre de 2014, decidieron establecerse en Fab Lab Londres, donde se dispone de equipamiento para la fabricación y se ofrece formación de forma periódica. En este espacio pueden reunirse personas de distintas disciplinas, para participar en procesos de producción,



→ Recreación Fab Lab Amazonas

pensamiento de diseño y co-creación a escala local.

### **Fab Lab Amazonas**

Fab Lab Amazonas es un proyecto impulsado por Fab Lab Peru para la creación de un laboratorio flotante. Este laboratorio viajaría por el río Amazonas realizando pruebas y ensayos relacionados con la protección del medioambiente. Fab Lab Amazonas dispondría de todas las herramientas de un Fab Lab tradicional, permitiendo a los investigadores la creación de sus propias herramientas de campo.

Aunque el proceso se encuentra en sus fases iniciales, es una muestra del potencial de los Fab Labs para involucrar a personas de distintas disciplinas, países e intereses. En la actualidad están realizando un proceso de pensamiento de diseño para establecer las necesidades que se requieren para el laboratorio, detallar el proceso de construcción y conseguir los fondos necesarios para su

financiación.

### **Fairphone**

Fairphone surgió con el objetivo de crear teléfonos móviles más justos y sostenibles. Son una spin-off de Waag Society, uno de los centros de referencia europeos de diseño abierto, nuevas tecnologías y fabricación digital.

Para generar este móvil más justo, sus fundadores viajaron a los puntos donde se extraen los materiales básicos para garantizar unas condiciones laborales mínimas. Viajaron después a la fábrica china donde se ensamblan los teléfonos, ayudando a los trabajadores a conseguir mejores condiciones. En la nueva versión del teléfono, han rediseñado la electrónica para que el usuario final pueda reemplazar con facilidad las piezas que más se rompen y así alargar la vida útil del teléfono.

Al igual que otras muchas iniciativas,

Fairphone ha sido posible gracias a múltiples campañas de financiación colectiva. La primera campaña consiguió vender más de 10.000 unidades por adelantado. En la campaña para lanzar el segundo teléfono han conseguido más de 9 millones de euros.

## Infraestructuras

### Ateneus de Fabricació de Barcelona

Los Ateneus de Fabricació Digital son la propuesta del Ajuntament de Barcelona para acercar la fabricación digital a la ciudadanía. Se trata de una serie de centros cívicos ubicados en los distintos distritos de la ciudad donde la gente puede encontrarse para realizar actividades, acceder a las herramientas y tomar contacto con el resto de vecinos.

El proyecto inicial de Ateneus contempla la creación de un centro por distrito. Cada uno de estos Ateneus estará especializado en base a alguna característica propia del barrio. En la actualidad hay abiertos tres Ateneus:

- Les Corts
- Ciutat Meridiana
- La Fábrica del Sol (Barceloneta)

Antes de abrir los Ateneus se contactó con las asociaciones vecinales de cada uno de los barrios, para ofrecerles la posibilidad de realizar actividades en su interior de forma rotatoria. De esta forma se trataba de conectar la nueva oferta de equipamiento con actividades que tuvieran sentido para el tejido vecinal.

La utilización de los centros se basa en un modelo de contraprestaciones no económicas. La gente que quiere utilizar el Fab Lab propone su actividad y una serie de contraprestaciones que benefi-

cien al centro. Por ejemplo, una persona podría utilizar la máquina de corte láser una tarde a la semana y a cambio, ofrecerse a mantener los equipos del centro actualizados.

El equipo de los Ateneus recogerá toda la información relativa al proyecto, sus desarrollos y mejores prácticas en un documento denominado “Libro Blau”, de próxima publicación.

### Red de Fab Labs de Sao Paulo

La prefectura de Sao Paulo (Brasil) anunció a principios de 2015 la apertura de 12 Fab Labs para ofrecer equipamiento de fabricación digital fundamentalmente a estudiantes. Se busca de esta forma incentivar las oportunidades de emprendimiento local.

Para sus promotores se trata de una iniciativa revolucionaria para dotar a la ciudad de una tecnología de la que sólo se disponía en el ámbito universitario y académico. De esta forma los estudiantes que acaben sus estudios podrán seguir creando, involucrando a otras personas en sus comunidades.

El primero de estos espacios, Fab Lab Livre SP, se abrió en diciembre de 2015 y se espera que el resto de espacios abran sus puertas antes de marzo 2016.

### Bibliotecas

Cada vez son más las bibliotecas que están incorporando espacios de fabricación digital dentro de las instalaciones.

Por una parte, el British Council está impulsando la red Maker Library Network, para incorporar a las bibliotecas tradicionales textos relacionados con el diseño y la fabricación digital. Esta red está ya presente en Berlín, Londres, Edimburgo, Ciudad del Cabo y Glasgow.

En Estados Unidos son muchas las bibliotecas que se están sumando al llamamiento en 2009 de Phillip Torrone para transformar las librerías en espacios comunitarios en los que acceder, no sólo a una gran colección de libros, sino también a herramientas y a equipamientos que una persona sola no podría permitirse.

### Proyectos con orientación social

#### Telar Fabable

El arquitecto peruano Walter Gonzáles ha diseñado un telar que puede ser fabricado con las herramientas básicas del inventario de los Fab Labs. Este telar utiliza un 50% menos de piezas respecto a los telares convencionales permitiendo un gran ahorro. Esta reducción de costes hace posible el acceso a esta tecnología a personas que no se lo podrían permitir

otro modo. La idea de Walter es hacer la tecnología disponible para las mujeres peruanas que no disponen de medios y que puedan de esta forma ganarse la vida.

#### Incubadora Fabable

Alejandro Escario Méndez, alumno de FabAcademy de la Universidad San Pablo CEU de Madrid, ha realizado una incubadora de bajo coste utilizando herramientas sencillas de fabricación digital. Esta incubadora utiliza materiales que son fácilmente localizables, para que pueda construirse y repararse fácilmente in situ. Durante el año 2015 se realizaron unas primeras pruebas de campo con estas incubadoras en Benin con el apoyo de la Fundación Alaine.

→ Taller de montaje del telar Fabable organizado por Sara Alvarellos en Medialab-Prado



## Proyectos de ciencia ciudadana

Los Fab Labs y Makespaces han estado involucrados en diversos proyectos de ciencia ciudadana. Uno de los campos en los que han tenido mayor implicación es en la medición de la calidad del aire. En el año 2013, se lanzan dos proyectos en paralelo en Barcelona y Madrid. El proyecto de Barcelona se convirtió a los pocos años en el proyecto Smart Citizen, mientras que el proyecto en Madrid se sumó a la iniciativa Air Quality Egg. Ambos proyectos están dedicados a la medición, en el ámbito doméstico, de distintas características ambientales. Desde una plataforma web sus usuarios pueden compartir sus datos, conectar con otros ciudadanos interesados y observar las lecturas de sus sensores en un mapa de la ciudad en tiempo real.

La principal limitación de todos estos proyectos suele estar relacionada con las dificultades para mantener la implicación de los ciudadanos a lo largo del tiempo. A esta cuestión se suma uno de los problemas más recurrentes: los sensores de que disponen estas placas, no son extremadamente precisos por lo que muchos ciudadanos dejan de utilizarlas al no saber exactamente qué hacer con los datos obtenidos.

## Fomento de la empleabilidad

### IK BEN STER(k)

El programa Ik Ben Ster(k) (Soy una estrella), está orientado fundamentalmente a jóvenes en riesgo de exclusión social. Estos jóvenes que participan en el programa, reciben una serie de clases básicas respecto a la alfabetización digital y la fabricación empleando las nuevas tecnologías.

Una vez los estudiantes finalizan este proceso de formación, se les ofrece la posibilidad de diseñar unos cursos, que puedan ofrecer ellos a otros jóvenes. Se trata de una especie de intercambio entre pares en los que cualquiera de los participantes puede brillar como una estrella. Más allá del propio aprendizaje técnico se fomenta así la autoestima, independencia y autonomía de los adolescentes.

### Frysklab

El proyecto Frysklab recorre los países bajos con una furgoneta móvil ambulante. Esta furgoneta dispone de todos los elementos de un Fab Lab convencional y sirve al mismo tiempo del biblioteca. Esta nueva infraestructura móvil, busca ofrecer formación aplicada a los jóvenes respecto a la fabricación digital. Para ello, se tratan una serie de temáticas de interés general tales como la gestión del agua o el diseño de soluciones sociales potenciando así la empleabilidad de las personas que asisten a dichos cursos.

A diferencia de otros Fab Labs mencionados, Frysklab viene derivado del ámbito bibliotecario. Según sus promotores, las bibliotecas deben ofrecer contenidos relevantes, actualizarse para incluir las nuevas tecnologías y llevar este aprendizaje a las zonas rurales con menos recursos.

Frysklab realiza talleres y actividades para jóvenes de entre 14–18 años, buscando siempre temas relevantes para su contexto en Holanda. Entre los temas más recurrentes se encuentra la gestión del agua.

### **Learn to Teach / Teach to Learn**

Learn to Teach / Teach to Learn (L2T/T2L) es un programa que se lanzó por primera vez en el Fab Lab del South End Technology Center (SETC). Este programa quiere implicar a los estudiantes en la educación de las generaciones venideras.

Los futuros profesores son elegidos de todos los distritos de Boston, tratando de maximizar la diversidad de los aspirantes. A las personas seleccionadas, se les ofrece formación específica durante todo el año en este programa. Como contraprestación por las clases, los alumnos deben comprometerse a impartir estas clases durante el verano.

El programa se aplica en el centro para múltiples disciplinas aparte del Fab Lab., como la locución radiofónica y el montaje de video. El objetivo de todos estos cursos es permitir a las personas ser creadores de tecnología y no meros consumidores.

### **Knowles West Media Center**

Knowles West Media Center (KWMC) es un espacio sin ánimo de lucro ubicado en Bristol. KWMC ha trabajado durante los últimos años en múltiples programas orientados a los jóvenes. El factor diferencial de estos cursos ha sido tratar de hacerlos sostenibles económicamente, incluyendo tareas reales remuneradas dentro del programa, para poder pagar la formación de los años siguientes. Destacan los siguientes programas educativos:

— Junior Digital Producer Programme: Se trata de un programa de seis meses, orientado a jóvenes de entre 18–24 años que estaban teniendo problemas para encontrar trabajo en industrias digitales. Durante el programa los participantes debían seleccionar un proyecto real para resolver problemas locales. Al finalizar el programa el 88% de los participantes consiguió un trabajo o se estableció por su cuenta.

— Eight: Se trata de un programa que trata de acercar los productores digitales a empresas que demandan trabajos de calidad. Recibe el nombre por el número de integrantes del primer grupo. Permite a la gente que participa en el programa JDPP conseguir afianzar sus puestos de trabajo, al tiempo que mejoran sus habilidades: <http://eight.org.uk/>

— Eagle House Pop-up Furniture Factory: Se trata de un programa que trata de revitalizar un barrio abriendo una fábrica de mobiliario temporal. Esta fábrica arrancó con el encargo de fabricar más de 500 muebles para un nuevo centro de negocio. Para ello, se contrataron a dos vecinos del barrio con experiencia en la fabricación, para que sirvieran como tutores para el resto de participantes. El programa ha recibido varios premios y ha servido para lanzar un nuevo espacio permanente, el Bristol Maker Lab.

# DAFO

## Fab Labs y su participación en proyectos de impacto social



### Debilidades

Escasa vinculación a los asuntos locales.

Estructura asociativa con recursos limitados para la realización de grandes proyectos.

Poca experiencia respecto a proyectos de índole social.

No todo usuario de los Fab Labs puede estar interesado en explorar esta línea (tensión entre el hobby y el carácter asistencial).

Después de acabar la formación no hay espacio donde seguir trabajando.



### Amenazas

Falta de proyectos con impacto claro.

Tecnificación de la asistencia.

Transmitir saberes antes de encontrar el product-market fit de los espacios.

Replicar modelos asistenciales basados en la dependencia (no sostenibles).

Politización superficial.



### Fortalezas

Usuarios multidisciplinares.

Mentalidad curiosa y exploratoria.

Trabajo basado en tecnologías abiertas, lo que facilita el uso por parte de un tercero de los mismos recursos.

Espacio articulado en torno a las relaciones entre pares.

Facilidades para permitir que los nuevos usuarios fabriquen sus propias herramientas (basadas en diseños abiertos).



### Oportunidades

Colaboración con otras entidades para dar a conocer las metodologías de trabajo y los saberes técnicos.

Creación de puestos de trabajo de tipo técnico, creativo o artesano.

Colaboración con aceleradoras de hardware y otras entidades locales para impulsar iniciativas más allá del propio espacio (en el momento de crecimiento).

Modelos para incorporar nuevos participantes más claros.

## Debilidades

### **Escasa vinculación a los asuntos locales**

Muchos de los espacios están ubicados dentro de una institución o pensados como centros de investigación o producción. Esta configuración limita fuertemente el contacto con iniciativas o personas a nivel local. En ocasiones se sabe mejor qué está ocurriendo en otro punto de la red internacional que lo que ocurre en los alrededores del espacio.

### **Estructura asociativa con recursos limitados para la realización de grandes proyectos**

La red de Fab Labs como tal no dispone de excesivos recursos para la creación de proyectos conjuntos. FabFoundation ha recibido apoyos institucionales importantes de empresas como Chevron, que se han dedicado fundamentalmente a la creación de nuevos Fab Labs con el apoyo de agentes locales. No hay muchos canales compartidos de comunicación masivos más allá de las listas de correo de los ex-alumnos de FabAcademy o los encuentros anuales. Aunque los Fab Labs disponen de sistemas de video conferencia que les permiten conectar entre sí, estos no han escalado al mismo ritmo que el número de espacios.

### **Poca experiencia respecto a proyectos de índole social**

Los orígenes del Fab Lab son académicos y no se dispone de una experiencia extensiva en cuanto a la realización de proyectos de índole social. Ha habido ciertamente casos de éxito, como el Fab Lab del South End Technology Center o los proyectos de Waag Society, pero no son representativos frente a la gran mayoría de espacios recién creados. Du-

rante los primeros años el trabajo de tipo social ha estado relacionado con la cooperación internacional para el desarrollo, para lanzar nuevos espacios en países desfavorecidos.

### **No todo usuario de los Fab Labs puede estar interesado en explorar esta línea (tensión entre el hobby y el carácter asistencial)**

Muchos de los usuarios de Fab Labs y Makespaces entienden el espacio como un lugar compartido en el que crear y experimentar con otros iguales. Algunas personas acuden al espacio para desarrollar sus hobbies después del trabajo. Otros estarán dando sus primeros pasos para lanzar su propio proyecto o empresa. La presencia de personas con otros perfiles, de un tipo más asistencial, puede resultarles molesta e innecesaria.

### **Después de acabar la formación no hay espacio donde seguir trabajando**

En algunas ciudades los Fab Labs sirven como centro educativo de Fabricación Digital más que como espacio abierto a la experimentación. Esto hace que los alumnos no tengan lugares en los que utilizar sus conocimientos de forma aplicada nada más acabar el curso. En el caso concreto de Madrid, con cinco Fab Labs, sólo uno de los espacios está abierto a la fabricación de personas ajenas a la institución de forma ordinaria, siendo además el espacio con menos equipamiento.

## Amenazas

### **Falta de proyectos con impacto claro**

La mayoría de los Fab Labs son de reciente creación y han estado trabajando fundamentalmente en su sostenibilidad. Por otra parte, muchos de los proyectos de impacto social requieren de bastan-

te tiempo hasta que se perciben sus efectos. Por último, los Fab Labs están muy orientados hacia el prototipado, con dificultades para conseguir grandes impactos o generar soluciones a escala.

### **Tecnificación de la asistencia**

El nombre Solucionismo, propuesto por el investigador, Evgeny Morozov, explica la tendencia a tratar de proponer soluciones técnicas simples a cualquier problema de tipo político, social, medioambiental... En los proyectos de Impacto Social los saberes técnicos representan una parte de la solución, pero no su totalidad. En este sentido, el prototipo creado en el Fab Lab no debería pensarse como la solución definitiva sino como una prueba de concepto dentro de un puzzle mucho más amplio.

### **Transmitir saberes antes de encontrar el product-market fit de los espacios**

La fabricación digital nos ofrece muchas posibilidades a la hora de crear nuevos productos y soluciones. Muchos Fab Labs están encontrando problemas a la hora de ser sostenibles y de crecer. Esto ocurre por varias razones: aunque se dispone de la tecnología, no hay una masa crítica de usuarios; los casos claros en los que se puede justificar la inversión en el espacio son todavía limitados. La parte didáctica tiene ahora mismo un peso mucho más amplio que los servicios de fabricación o prototipado en sí.

### **Replicar modelos asistenciales basados en la dependencia (no sostenibles)**

Muchos de los modelos clásicos de asistencia social se basan en la obtención de ayudas o subvenciones como única fuente de financiación. Esto hace que los programas sean difícilmente sostenibles a largo plazo. Es necesario explorar nue-

vos modelos que permitieran sostener estos programas en ausencia de patrocinadores externos.

### **Politización superficial**

El discurso de los Fab Labs habla sobre la emancipación tecnológica, la nueva revolución industrial y la producción distribuida. Han pasado diez años desde la creación de los primeros Fab Labs y aunque se encuentran algunos casos de éxito aislados, están todavía muy alejados del potencial de transformación social y política que precognizan.

Muchos de los participantes de la red abogan por cambios en los modelos de producción, que repercutan socialmente de forma positiva. Estas personas pueden sentirse defraudadas si no se consiguen estos objetivos y los Fab Labs se convierten en una especie de commodity para la creación, sin cambiar de forma alguna el modelo productivo.

### **Fortalezas**

#### **Usuarios multidisciplinares**

El perfil de los usuarios suele ser de tipo multidisciplinar, lo que facilita que el trabajo pueda realizarse en diferentes campos. Es común encontrar perfiles que mezclen la parte técnica con la parte más social y artística, algo que enriquecerá sin duda los resultados obtenidos.

#### **Mentalidad curiosa y exploratoria**

Buena parte de los usuarios son curiosos por naturaleza, cercanos a los procesos colaborativos de creación. La posibilidad de participar en nuevos programas de tipo social puede representar para ellos un aliciente importante, que les ayude a valorar más su propio conocimiento y el potencial del grupo.

## **Trabajo basado en tecnologías abiertas, lo que facilita el uso por parte de un tercero de los mismos recursos**

El uso de herramientas abiertas facilita que otras personas puedan sumarse y colaborar en los proyectos en marcha. Por otra parte, el uso de estas licencias garantiza que los resultados generados tengan más recorrido más allá de la propia actividad puntual en el propio espacio.

## **Espacio articulado en torno a las relaciones entre pares**

Las relaciones entre los miembros del espacio es una relación entre iguales, donde se prima la colaboración, la exploración y el desarrollo de competencias técnicas. Se asume como natural estar aprendiendo continuamente y apoyarse en otros compañeros para superar los obstáculos encontrados por el camino.

## **Facilidades para permitir que los nuevos usuarios fabriquen sus propias herramientas (basadas en diseños abiertos)**

La fabricación digital junto con las máquinas de los espacios permiten a sus usuarios generar sus propias herramientas y soluciones adaptadas a sus necesidades. El hecho de crear algo por uno mismo impacta muy positivamente en la autoestima y refuerza los conocimientos técnicos adquiridos.

## **Oportunidades**

### **Colaboración con otras entidades para dar a conocer las metodologías de trabajo y los saberes técnicos**

Hasta ahora, la fabricación digital ha sido un conocimiento de nicho. De forma similar a como ha ocurrido con la informática y los ordenadores, hace falta que este conocimiento llegue al público más amplio. Del mismo modo que no todos los usuarios disponen de fotoco-

piadoras o impresoras en sus casa, es muy probable que los Fab Labs pasen a ocupar este papel dentro del ecosistema productivo del ecosistema de fabricación digital.

### **Creación de puestos de trabajo de tipo técnico, creativo o artesano**

Muchos de los trabajos del futuro no existen hoy en día. Muchas de las potencialidades de estas tecnologías para usos creativos y artísticos están todavía pendientes de explorarse, lo que conllevará la creación de nuevos perfiles y puestos de trabajo.

### **Colaboración con aceleradoras de hardware y otras entidades locales para impulsar iniciativas más allá del propio espacio**

Los proyectos que crezcan dentro del Fab Lab deberían escalar más allá del propio espacio. Este proceso puede resultar bastante complejo. Por este motivo es necesario que los Fab Labs comiencen a tejer una serie de redes con aceleradores de hardware y otro tipo de entidades para facilitar este tránsito y ayudar a estos proyectos incipientes.

### **Modelos para incorporar nuevos participantes más claros y eficientes**

En la actualidad todos los espacios están experimentando respecto a los formatos para facilitar el acceso de los nuevos miembros del espacio. Esto hace que muchas personas que se acercan para investigar y crear se puedan sentir frustrados al ver que la institución no puede seguirles el ritmo. Existe una gran oportunidad para hacer que las personas puedan contribuir y crear desde las primeras etapas, haciendo que los espacios sean más ágiles, sencillos y sostenibles.

# Cap4.

## Análisis de las mejoras prácticas y propuestas de futuro

En este último capítulo, vamos a tratar de hacer unas recomendaciones que puedan ayudar a los distintos espacios a afrontar los retos a futuro, al tiempo que abordan las distintas oportunidades que se les presentan.

### Metodologías de trabajo

La evolución y adaptación a gran velocidad es una constante en el mundo de la fabricación digital. Algunas de las máquinas que estamos empleando hoy en día quedarán obsoletas en los próximos años de forma irremediable. Es por ello especialmente importante conseguir abstraer las metodologías y formas de trabajo más allá de las máquinas concretas actuales. Ser capaz de aprender seguirá siendo la principal actividad de makers y fabbers.

Por otra parte, es necesario que los Fab Labs inviertan sus esfuerzos en estudiar algunas de las metodologías de trabajo preexistentes para poder extraer valiosas conclusiones sin tener que reinventar la rueda. En este sentido, las metodologías basadas en el método Toyota, que tratan de reducir los efectos indeseados en la creación de los objetos (p.e “poke-yoke”) o los métodos creativos estructurados como TRIZ, pueden ampliar los horizontes de los makers respecto a qué significa crear o fabricar de forma sostenible.

### Educación

Será clave la colaboración de los espacios con otros agentes del sistema educativo para paliar varias de las carencias que tienen ahora mismo tanto a nivel educativo, como económico. Uno de los ejemplos más interesantes sería el de aliarse con otros espacios para conseguir certificar la enseñanza, algo que probablemente resultaría prácticamente imposible de realizar al Fab Lab por separado. Este tipo de alianzas beneficia a ambas partes, al crear un canal de comunicación entre lo formal y lo informal, reduciendo los costes por ambas partes a la hora de incluir prácticas innovadoras en educación que podrían redundar en una mayor empleabilidad de los participantes.

Seminarios como FabLearn están alcanzando su madurez al tiempo que se incorporan nuevos investigadores a su programa en Stanford. Muchas de las prácticas experimentales que estamos descubriendo y analizando durante estos años madurarán, ofreciendo resultados académicos en cuanto a qué funciona y qué debe mejorarse para hacer verdaderamente efectivo el proceso de aprendizaje basado en el making. Es imperativo coordinar los esfuerzos de la red de Fab Labs en torno a este tipo de iniciativas, ya que nos permiten ampliar nuestro repertorio de herramientas para la enseñanza.

Considerando los ciclos educativos actuales, es especialmente crítico para aquellos Fab Labs institucionales buscar modelos que permitan a sus usuarios crecer más allá del propio espacio. Las escuelas universitarias suelen restringir el uso de los espacios a los alumnos matriculados. Aunque esta política tiene sentido desde el punto de vista de la institución, resultan altamente frustrante para los ex-alumnos, que pierden la capacidad para seguir explorando y creando de un día para otro. En la medida que los ecosistemas se fortalezcan se podrá buscar alternativas, pero hoy en día es una carencia grave a cubrir.

## Impacto Social

Varios Fab Labs han comenzado a trabajar más allá de sus propias puertas ayudando a sus comunidades. Dada la versatilidad de soluciones que pueden configurarse en cada uno de estos espacios, es cuestión de esfuerzo y dedicación que sean capaces de generar un retorno positivo.

Involucrar a las nuevas generaciones en el mantenimiento de los espacios y los programas educativos, de forma que sean capaces de incorporar a las personas más jóvenes, es clave para garantizar la existencia de estos programas a largo plazo. Para que esto se materialice es imprescindible que los Fab Labs trabajen para comunicar con claridad su misión y visión, al igual que ocurriría con cualquier otra entidad sin ánimo de lucro. Este esfuerzo redundará en una identidad positiva compartida, que hará más sencillo sumar nuevos miembros a cada uno de los espacios.

Otro área de trabajo para conseguir un mayor impacto es aliarse con otras empresas e instituciones que compartan sus mismos principios e intereses. En este tipo de relaciones debe valorarse esta colaboración más allá de las aportaciones económicas, buscando acciones win-win en la que todos los actores se benefician. Ciertamente, este tipo de acuerdos no resultan siempre triviales, pero merecen la pena para conseguir fomentar relaciones a largo plazo.

## Sostenibilidad del espacio y medioambiental

Los Fab Labs deben encontrar su propia voz, diferenciándose del resto de agentes que participan en su mismo segmento. Casi todos los Fab Labs están encontrando su nicho de forma natural, potenciando las inquietudes de sus miembros al tiempo que perfeccionan sus habilidades.

Ejemplos como “The Great Recovery” muestran las posibilidades de los Fab Labs para contribuir a proteger el medioambiente. El reto a futuro será buscar mecanismos que nos permitan compartir los aprendizajes que se produzcan en estos centros especializados, de forma que el resto de espacios de la red puedan ayudar a reducir su impacto ambiental. A este reto debe sumarse también la enorme diversidad de espacios y condiciones locales circundantes. Cada uno de los espacios debería ser capaz de adaptar las píldoras educativas que reciba y adaptarlas al contexto local en el que operan.

Esta flexibilidad resultará especialmente importante en el caso de ofrecer servicios. En esta cuestión se debe apostar por aquellas escalas adecuadas para la fabricación digital. Tratar de competir con otros espacios especializados en fabricación de grandes volúmenes sólo conseguirá frustrar los intentos del Fab Lab. La clave estará en ofrecer propuestas de valor más allá de lo que sería una reprografía convencional, pero de objetos 3D. Es importante no olvidar que la socialización también juega un papel clave en el mantenimiento del espacio.

## Fomento de la creatividad

Los Fab Labs y Makespaces son espacios de creación en el que los participantes se sienten arropados para poder materializar sus ideas. Es importante destacar esta componente de apoyo emocional, sin obviar los aspectos técnicos. Muchas personas crecen de forma explosiva dentro de estas comunidades una vez superadas las barreras iniciales. En la medida que se mejoren los procesos para incorporar a estas nuevas personas, podremos invertir más tiempo en las etapas creativas y menos tiempo rompiendo el hielo.

Los Fab Labs pueden servir también como trampolín para la creación de nuevas soluciones para la ciudad. El binomio de ciudadano-maker, capaz de crear y transformar el mundo, es una metáfora muy potente. Muchas iniciativas apuntan a procesos más participativos para la mejora de nuestras ciudades, entendiendo a los ciudadanos como prosumidores implicados con el espacio público.

El papel de estos espacios a futuro ganará mayor relevancia en la medida en la que sean capaces de acompañar el proceso creativo del maker, hasta que éste se materialice en forma de solución práctica, ayudándole a superar las brechas institucionales y burocráticas que impiden por lo general la entrada de nuevos agentes a pequeña escala.



El mundo de los Makers y los Fablabs es poliédrico, repleto de sutilezas, detalles e historias únicas. Su etapa actual se asemeja a una gran estampida en la que cada corredor trata de avanzar sin chocar contra otros, al tiempo que mantiene su ritmo constante. Cada día está lleno de novedades y de retos, de nuevos parajes por descubrir y nuevos inventos que materializar.

Nos encontramos en un momento único, en el que estamos abandonando el paradigma de las pantallas, teclados y ratones, para llevar la computación a nuestro entorno más cercano. Los Fab Labs son estas bases de lanzamiento, estos faros desde los que vislumbrar este futuro. Al igual que los exploradores, al igual que los inventores de las primeras imprentas, estamos dando forma a un futuro que poco a poco se va cristalizando ante nuestros ojos.

Compartiendo los aprendizajes, permitiendo florecer la creatividad individual y grupal de los makers, llevando el foco más allá de los propios espacios conseguiremos transformar el mundo sutilmente de forma distribuida. Sin duda, la mejor forma de conocer el futuro es participando de su creación.

Espero que este libro anime a muchas personas a dar el primer paso, para explorar sus inquietudes, ideas y deseos en compañía de otros, en cualquiera de estos Fab Labs y Makespaces, que cada vez están más próximos para ayudarnos a crear casi cualquier cosa.

# Referencias

## Cap1. Historia y ecosistema Fab Lab

### Origen de los Fablabs

<http://fablabs.io>

### Fab Charter

Traducción a partir de la versión: <http://fab.cba.mit.edu/about/charter/>

<http://fablabmadrid.org/the-fab-charter/>

### Estructura de la red

<http://wiki.fablab.is/wiki/Portal:Events>

### Fabricación digital

[http://scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd-12152009-131820/unrestricted/Pfeiffer\\_DV\\_T\\_2009.pdf](http://scholar.lib.vt.edu/theses/available/etd-12152009-131820/unrestricted/Pfeiffer_DV_T_2009.pdf)

### Orígenes de la red española de Fab Labs

<http://www.spri.eus/euskadinnova/es/innovacion-tecnologica/noticias/bermeo-albergara-centro-innovacion/4877.aspx>

<http://fablabsevilla.us.es/index.php/proyectos/185-liberamos-nuestro-libro-yes-we-are-open>

### Maker Movement Manifiesto

Texto traducido creado a partir del libro Maker Movement Manifiesto de Mark Hatch y publicado originalmente en <http://make.cesargarciasaez.com/2016/01/08/maker-movement-manifiesto-traduccion-a-espanol/>

### Visibilidad y definición del movimiento de cara al gran público

<http://techculturematters.com/2015/11/06/mass-making-in-china/>

### Publicación Libro Makers

<http://www.empresaactiva.com/es-ES/catalogo/catalogo/makers-039000296?id=039000296>

[http://www.empresaactiva.com/es-ES/catalogo/catalogo/la\\_economia\\_long\\_tail-039000204?id=039000204](http://www.empresaactiva.com/es-ES/catalogo/catalogo/la_economia_long_tail-039000204?id=039000204)

<https://3drobotics.com/about/>

### Espacios recreacionales - El modelo de los FabCafé

<http://www.fabcafe.com/>

### Aspectos comunes de los espacios compartidos de fabricación

Dellot, Benedict. Ours to Master. How makerspaces can help us master technology for a more human end, November, 2015.

Sleigh, A., Stewart, H. and Stokes, K.  
(2015) Open Dataset of UK Makerspaces.  
London: NESTA. Obtenido 15-03-2016.

## Cap2. Educación

### Introducción

Why Stem Education Matters.

#### Aprendizaje entre pares

<http://furtherfield.org/projects/diwo-do-it-others-resource>

<http://furtherfield.org/projects/diwo-do-it-others-resource>

[http://wiki.medialab-prado.es/index.php/Master\\_DIWO](http://wiki.medialab-prado.es/index.php/Master_DIWO)

#### Clone Wars

<http://reprap.org/wiki/About>

[https://www.youtube.com/watch?v=52wb\\_QHu6zg&list=PL5214FB3136B7E69A](https://www.youtube.com/watch?v=52wb_QHu6zg&list=PL5214FB3136B7E69A)

Charla Obijuan en TEDxValladolid: [https://www.youtube.com/watch?v=94\\_uafCR0w](https://www.youtube.com/watch?v=94_uafCR0w)

#### Fab Lab@School

[titi.stanford.edu/Project/FabLabschool](http://titi.stanford.edu/Project/FabLabschool)

#### YAMakers

<http://www.fundacionorange.es/fablabs/yamakers/>

#### Aulab - LABoral

Programa de Aulab - Laboral: <http://www.laboralcentrodearte.org/es/educacion/files/2015/educacion/aulab/aulab-2015-16>

#### MakerEd Corps

<http://makered.org/makercorps/about-maker-corps/impact/>

#### Maker Camp

<http://makercamp.com/>

<http://makercamp.com/map/>

#### Makespace SEK

<http://dublin.sek.es/2016/02/apertura-del-makespace-sek-dublin/>

<http://www.ciudalcampo.blogsek.es/2015/10/14/makespace-ha-comenzado-un-huracan-de-creatividad-esta-llegando/>

#### Xtrene Makespace Almendralejo

<http://www.xtrene.com/>

#### CTC Arduino

<https://www.arduino.cc/en/Main/CTCprogram>

#### Instroniks

<http://instroniks.com>

#### Complubot

<http://www.complubot.com>

#### César Poyatos - Aulablog

<http://www.pyrox.es/>

#### Declaración de Roa por la integración de las TIC en la educación

<https://aulablog.wikispaces.com/Declaracion+de+Roa>

#### GazteaTech

<http://espacioopen.com/portfolio/gaztea-tech-2015/>

#### BQ - Programa oficial tecnología, programación y robótica

<http://diwo.bq.com/cam15/>

#### Grupo Devtech - Universidad de Tufts

<http://ase.tufts.edu/devtech/>

#### Jimmy Iovine and Andre Young Academy - University South California

[https://news.usc.edu/50816/jimmy-iovine-and-dr-dre-give-70-million-to-create-new-academy-at-usc/?pagewanted=all&\\_r=0](https://news.usc.edu/50816/jimmy-iovine-and-dr-dre-give-70-million-to-create-new-academy-at-usc/?pagewanted=all&_r=0)

<http://iovine-young.usc.edu/>

#### Lighthouse Creativity Lab

<http://lighthousecreativitylab.org/>

## **BBC Microbit UK**

<https://www.microbit.co.uk/>

## **Cap3. Impacto social de los Fab Labs y el movimiento Maker**

### **Ultimaker**

<http://www.ultimaker.com>

### **Formlabs y Littlebits**

<https://www.kickstarter.com/projects/formlabs/form-1-an-affordable-professional-3d-printer/description> Referencias: <http://formlabs.com/company/press/formlabs-strengthens-its-european-presence/>

<https://www.crunchbase.com/organization/littlebits-electronics#/entity>

### **BCN3D Technologies y Marcha Technology**

<http://www.fundaciocim.org/es/noticias/welcome-bcn3d-technologies>

<http://www.elcorreo.com/innova/empresas/20140107/electronica-consumo-201401071030-rc.html>

### **Great Recovery**

<http://www.greatrecovery.org.uk/about-us/>

### **Fab Lab Amazonas**

<http://amazon.fablat.org/en/>

### **Fairphone**

<http://tech.eu/brief/fairphone-2-crowdfunding/>

<http://www.techrepublic.com/article/the-gadget-with-a-conscience-how-fairphone-crowdfunded-its-way-to-an-industry-changing-smartphone>

### **Ateneus de Fabricació de Barcelona**

<http://ateneusdefabricacio.barcelona.cat/es/>

### **Red de Fab Labs de Sao Paulo**

<http://www.capital.sp.gov.br/portal/noticia/9376#ad-image-0>

### **Bibliotecas**

<http://makezine.com/2016/03/22/library-makerspaces-bringing-access-knowledge-whole-new-way/>

<http://makezine.com/2014/04/24/benom-juarez-on-the-future-of-digital-fabrication-in-peru/>

### **Incubadora Fable**

<http://www.ceu.es/blog/index.php/2015/la-universidad-ceu-san-pablo-disena-y-elabora-una-incubadora-de-bajo-coste-para-paises-en-vias-de-desarrollo/>

### **Proyectos de ciencia ciudadana**

<http://www.airqualityegg.com>

<http://www.smartcitizen.eu>

### **IK BEN STER(k)**

[http://fablearn.eu/2014/wp-content/uploads/fablearn14\\_submission\\_36.pdf](http://fablearn.eu/2014/wp-content/uploads/fablearn14_submission_36.pdf)

### **Frysklab**

<https://medium.com/@jtdeboer/frysklab-europes-first-mobile-library-fablab-46e329ffb06c#hcc3rqly1>

### **Knowles West Media Center**

<http://kwmc.org.uk/projects/jdppprogramme/>

<http://eight.org.uk/>

<http://kwmc.org.uk/projects/ehfurniturefactory/>

# Bibliografía

Dellot, Benedict. How makerspaces can help us master technology for a more human end, November, 2015.

Cedefop. EU Skills Panorama. STEM skills Analytical Highlight. April, 2015.

Schmid G. New skills and jobs in Europe: Pathways towards full employment Report for the European Commission (Directorate General for Research and Innovation) (2012)

Reymen, Dafne, Maarten Gerard, and Paul De Beer. "LABOUR MARKET SHORTAGES IN THE EUROPEAN UNION." Study for the EMPL Committee, March, 2015.

Fleming L.F. Worlds of making : best practices for establishing a makerspace for your school (2015) Includes bibliographical references (pages 62-65)

Wittermeyer, Renee. MakeHers: Engaging Girls an Women in Technology through Making, Creating and Inventing. 2014. <http://www.intel.com/content/www/us/en/technology-in-education/girls-and-stem.html>.

# Créditos de las fotografías

Foto Neil Gershenfeld (Pág. 8) - Imagen creada por Jean Baptiste Paris, con licencia Creative Commons BY-SA 2.0 (URL original: <https://www.flickr.com/photos/jeanbaptisteparis/4902288881>)

Foto Fab Lab Waag Society (Pág. 9) - Imagen creada por Rory Hyde, con licencia Creative Commons BY-SA 2.0 (URL original: [www.flickr.com/photos/roryrory/4941788744/](https://www.flickr.com/photos/roryrory/4941788744/))

Foto Fablab South End Technology Center (Pág. 9) - Imagen Propia

Foto Inauguración del encuentro Fab11 (Boston) (Pág. 10) - Imagen creada por César García Sáez con licencia Creative Commons BY-SA 4.0 ( <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/> )

Foto de MUSE Fablab (Pág. 12) - Imagen creada por Muse Fablab CC BY 2.0 <https://www.flickr.com/photos/musefablab/16221694701>

Foto Formación entre pares en Makespace Madrid (Pág. 12) - Imagen propia

Foto Fablab León (Pág. 14) - Imagen creada por César García Sáez con licencia Creative Commons BY-SA 4.0 ( <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/> )

Foto Fablab IED (Pág. 15) - Imagen creada por César García Sáez con licencia Creative Com-

mons BY-SA 4.0 ( <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/> )

Foto Maker Faire Barcelona (Pág. 18) - Imagen creada por César García Sáez con licencia Creative Commons BY-SA 4.0 ( <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/> )

Foto Limor Fried (Pág. 21) - Imagen creada por TechCrunch - TechCrunch Disrupt NY 2013 Day Three, CC BY 2.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=45952596>

Foto Chris Anderson (Pág. 22) - De James Duncan Davidson de Portland, USA - Flickr, CC BY 2.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1900848>

Foto FabCafé (Pág. 24-25) - Imagen por Fab Cafe CC BY 2.0 <https://www.flickr.com/photos/fabcafe/6983790675/in/photostream/>

Foto Taller Fablab Berlín (Pág. 29) - Imagen creada por Spiele-Programmierung Workshop in FabLab Berlin CC BY-SA 2.0 <https://www.flickr.com/photos/132330882@N04/21489675463>

Foto Fablab León (Pág. 31) - Imagen creada por Sara Alvarello

Foto práctica fresado CNC (Pág. 31) - Imagen creada por César García Sáez con licencia Creative Commons BY-SA 4.0 ( <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/> )

[vecommons.org/licenses/by-sa/4.0/](http://vecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) )

Foto Fablab@School (Pág. 32-33) - Imagen creada por Sara Alvarellós

Foto hilo conductor (Pág. 35) - Imagen creada por dee & tula monstah CC BY 2.0 <https://www.flickr.com/photos/deel/19810030891/in/photostream/>

Foto Proyectos MakerEd (Pág. 35) - Imagen creada por The Hacktory CC BY-SA 2.0 <https://www.flickr.com/photos/thehacktory/10411956844/in/photostream/>

Foto Xtreme Makespace (Pág.36) - Fotografía realizada por Xtreme Makespace con licencia CC BY-NC-SA 3.0 ES

Foto Torito Bravo - CTC 2015 (Pág. 37) - Imagen creada por Ultra-lab "Torito Bravo - Proyecto de alumnos - CTC Barcelona" CC BY-SA 2.0 <https://www.flickr.com/photos/62141688@N08/15794211304/in/photostream/>

Imágenes Introniks (Pág. 38) - Imágenes realizadas por Introniks con autorización - <http://www.introniks.com/>

Imagen Complubot (Pág. 38-39) - Imagen realizada por Complubot y utilizada con autorización - <http://www.complubot.COM>

Foto Aulablog 2015 (Pág. 40) - Imagen creada por El Pantera - Own work, CC BY-SA 4.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=41993387>

Foto Gazteatech (Pág. 42) - Imagen creada por Espacio Open CC BY 2.0 <http://espacioopen.com/portfolio/gaztea-tech-2014/>

Foto Citilab (Pág. 43) - Imagen creada por César García Sáez con licencia Creative Commons BY-SA 4.0 ( <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/> )

Foto Snap4arduino (Pág. 43) - Imagen creada por MazDuino Creative Commons Attribution license (reuse allowed) <https://www.youtube.com/watch?v=xYtpVXPbtPM>

Foto Niño utilizando Scratch (Pág.43) - Imagen

creada por selbst erstellt (de:User:Mtwo-ll - Own work (Original text: selbst erstellt), Copyrighted free use, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=32779279>

Foto LittleBits (Pág. 50) - Imagen creada por Lisa George pour Ultra-lab - <https://www.flickr.com/photos/62141688@N08/12906097445/>

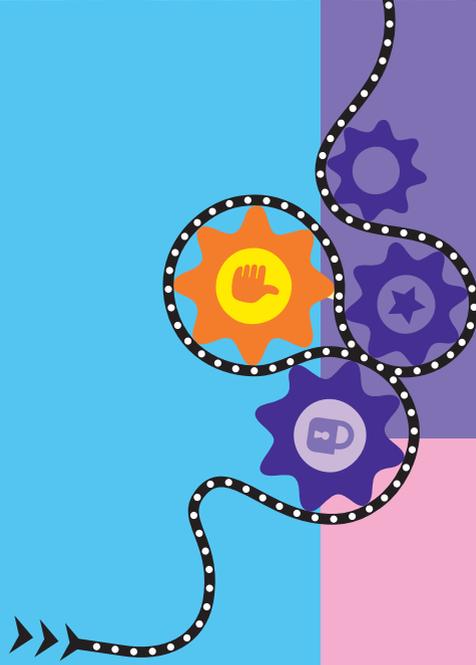
Foto Impresora Witbox (Pág. 50)- Imagen creada por César García Sáez con licencia Creative Commons BY-SA 4.0 ( <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>)

Foto Ayah Bdier (Pág. 52) - Imagen creada por Ayah Bdeir - <https://www.flickr.com/photos/130557019@N06/15898247314/>, CC BY-SA 2.0, <https://en.wikipedia.org/w/index.php?curid=45391750>

Foto Fablab Flotante (Pág. 53) - Imagen creada por Fab Lab Amazonas, reutilizada con permiso

Foto Telar Fable (Pág. 55) - Fotografía obtenida del sitio web de Fablab Madrid - <http://fablabmadrid.org>





orange™ Fundación