

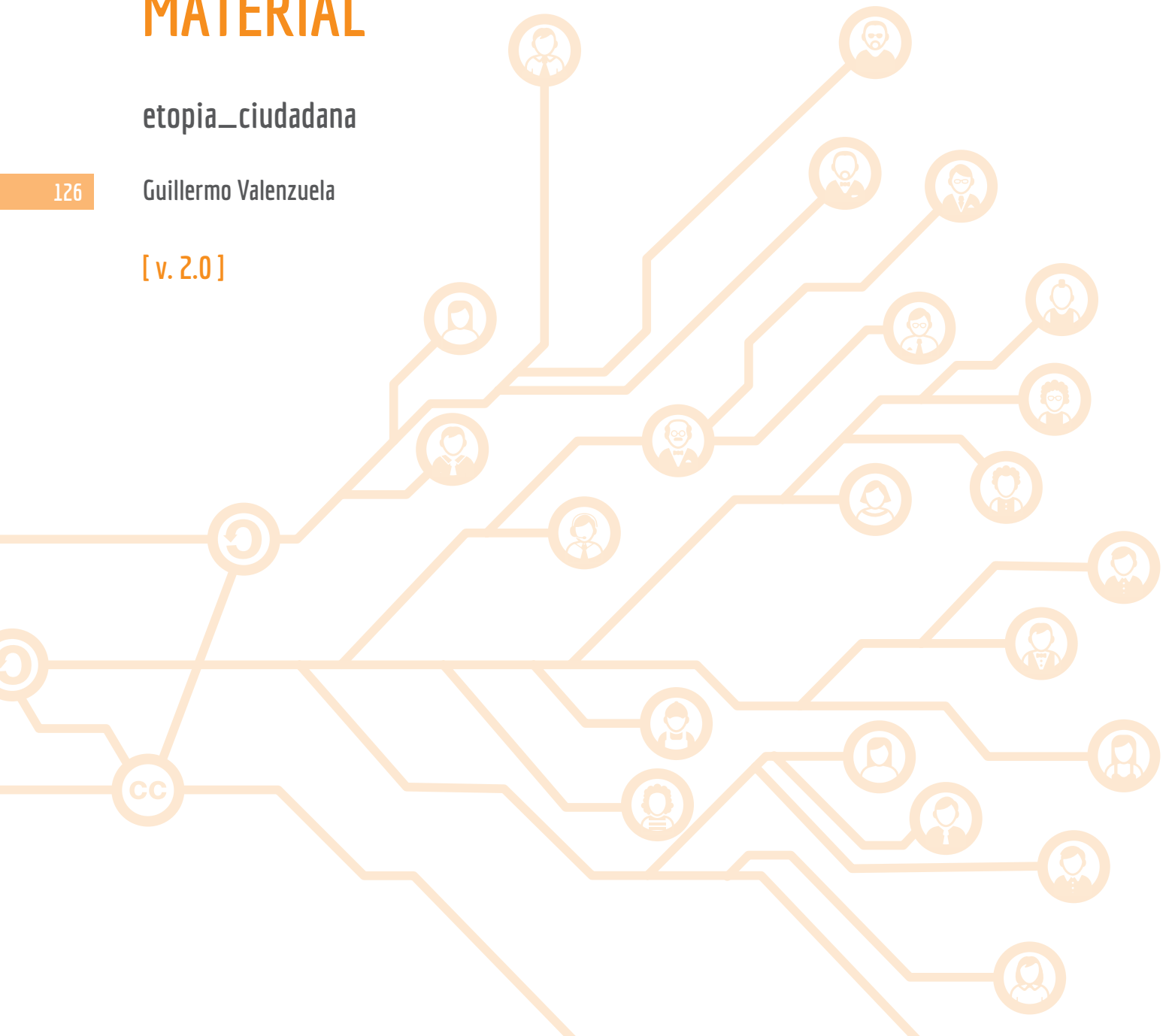
# REAPROPIACIÓN de la PRODUCCIÓN MATERIAL

etopia\_ciudadana

126

Guillermo Valenzuela

[ v. 2.0 ]



# ÍNDICE

<b>0. Introducción</b> .....	<b>p.130</b>
<b>1. Diagnóstico</b> .....	<b>p.130</b>
1.1. Contexto general .....	p.130
1.2. Contexto local .....	p.134
<b>2. Casos de estudio</b> .....	<b>p.136</b>
2.1. Capacidades productivas distribuidas dirigidas a usos sociales .....	p.136
2.2. Entornos de producción agrícola impulsados por proyectos de tecnologías libres .....	p.138
2.3. Energía .....	p.140
2.4. Biotecnologías .....	p.141
a. Do-it-yourself biology y Biohacking .....	p.142
b. Biofeedback .....	p.142
2.5. Tecnologías aplicadas a los cuerpos .....	p.143
2.6. Organización y líneas de trabajo en otros fab labs .....	p.145
a. Fab lab de Medialab Prado .....	p.145
b. Future Everything de Manchester .....	p.145
c. Hirikilabs .....	p.146
d. Fab lab de Sevilla .....	p.147
<b>3. Propuesta de línea de trabajo</b> .....	<b>p.148</b>
3.1. Consideraciones sobre el Fab Lab de Etopia .....	p.148
a. Uso de los diseños y las obras producidas: devoluciones a la comunidad .....	p.149
b. Vínculos con otros fab labs .....	p.149
c. Vínculos con otros espacios de la ciudad .....	p.149
d. Los cuidados en el fab lab .....	p.150
3.2. Fomento de nuevas líneas de trabajo .....	p.150
a. New Media Art .....	p.151
b. Wearables .....	p.152
c. Food-Lab: producción e intercambio local de alimentos .....	p.153
d. Energía distribuida: experimentación sobre consumo y producción energética abiertas .....	p.154
<b>4. Conclusión</b> .....	<b>p.155</b>
<b>5. Referencias</b> .....	<b>p.156</b>
5.1. Bibliografía .....	p.156
5.2. Entrevistas y sesiones colaborativas .....	p.158

14/03/2016

#### Editor/a\_

Guillermo Valenzuela<sup>1</sup>, Ana Quintana<sup>2</sup>.

#### Autor\_

Guillermo Valenzuela<sup>1</sup>.

#### Contribuidoras/es\_

Francisco Serón<sup>3-4</sup>, Miguel Aguilera<sup>5-1</sup>, Ana Quintana<sup>2</sup>, David Vila-Viñas<sup>6</sup>.

#### Revisoras/es\_

Alma Orozco<sup>7</sup>, José Pérez de Lama<sup>8</sup>.

#### Palabras clave\_

Fabricación digital, ciencia ciudadana, FLOK, do-it-yourself, energía distribuida, biohacking, cultura libre, infraestructuras científicas abiertas, comunes, comunidades productivas, capitalismo cognitivo.

#### Cómo citar este documento\_

Valenzuela, G. (2016) Reapropiación de la producción material: investigación participativa, colaborativa y abierta (v.2.0). En Vila-Viñas, D., Aguilera, M., Valenzuela, G. & Quintana, A. (eds.) Etopia\_ciudadana. Comunidades productivas para la economía social del conocimiento. Zaragoza, España: Universidad de Zaragoza. Disponible en <http://etopiaciudadana.unizar.es>

#### Copyright/Copyleft 2015\_

Guillermo Valenzuela, bajo las licencias Creative Commons BY-SA (Reconocimiento compartir Igual) Internacional (v.4.0) y GFDL (Licencia de Documentación Libre de GNU):

---

<sup>1</sup> Instituto Universitario de Investigación en Ingeniería de Aragón, Universidad de Zaragoza.

<sup>2</sup> Gestora cultural: asistencia técnica, dinamización y contacto con comunidades en Etopia.

<sup>3</sup> Dpto. de de Didáctica de Ciencias Experimentales, Universidad de Zaragoza.

<sup>4</sup> Escuela Superior de Diseño de Aragón.

<sup>5</sup> Instituto Universitario de Investigación en Ingeniería de Aragón, Universidad de Zaragoza.

<sup>6</sup> Investigador FLOK Society.

<sup>7</sup> Coordinadora de la plataforma Funcionamientos: diseños abiertos desde la diversidad, en Medialab Prado.

<sup>8</sup> Director del Fab Lab de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de la Universidad de Sevilla (Fab Lab Sevilla).

**CC BY-SA: Creative Commons Reconocimiento Compartir Igual 4.0 Internacional**

Usted es libre de copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato, remezclar, transformar y crear a partir del material, para cualquier finalidad, incluso comercial. El licenciador no puede revocar estas libertades mientras cumpla con los términos de la licencia. Bajo las siguientes condiciones: a) Reconocimiento: debe reconocer adecuadamente la autoría, proporcionar un enlace a la licencia e indicar si se han realizado cambios. Puede hacerlo de cualquier manera razonable, pero no de una manera que sugiera que tiene el apoyo del licenciador o lo recibe por el uso que hace. b) Compartir Igual: Si remezcla, transforma o crea a partir del material, deberá difundir sus contribuciones bajo la misma licencia que el original. No hay restricciones adicionales, no puede aplicar términos legales o medidas tecnológicas que legalmente restrinjan realizar aquello que la licencia permite. Puede encontrar la licencia completa en: [https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.es\\_ES](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/deed.es_ES)

**GFDL: Licencia de Documentación Libre de GNU**

Se concede permiso para copiar, distribuir y/o modificar este documento bajo los términos de la licencia de documentación libre GNU, versión 1.3 o cualquier otra versión posterior publicada por la Free Software Foundation; sin secciones invariantes ni textos de cubierta delantera, tampoco textos de contraportada. Puede encontrar una copia de la licencia en <http://www.gnu.org/copyleft/fdl.html>

## ■ 0. INTRODUCCIÓN

Este documento aborda el ámbito de las capacidades productivas materiales ligadas al desarrollo de las nuevas tecnologías en un momento en el que éstas están experimentando cambios profundos, no sólo a nivel técnico, sino también por una inserción en cada vez más ámbitos de la vida cotidiana de las personas. Más en concreto, el documento se centra en las posibilidades que se dan, en el Centro de Arte y Tecnología Etopia, tanto a partir de las líneas de trabajo existentes, como de nuevas oportunidades, para impulsar una línea de fabricación abierta capaz de incorporarse a la transición hacia una economía social del conocimiento común y abierto.

Se parte de un diagnóstico en el que se dibujan los contornos generales de estas transformaciones. Asimismo, se describe la evolución y el estado de los proyectos y comunidades relacionadas con este ámbito de la producción material que intervienen en Etopia. Posteriormente, se exponen una serie de proyectos, a modo de casos de estudio, que son interesantes por su capacidad para empoderar a las comunidades que involucran, en la medida en que éstas se reapropian del conocimiento y de los recursos científicos y tecnológicos empleados, poniéndolos al servicio del común o de alguna necesidad social. Por último, con base sobre el diagnóstico y los casos de estudio, se plantean una serie de propuestas como líneas de investigación y de trabajo en torno a las cuales se pueden fortalecer las comunidades productivas en Etopia, con conexiones constantes con otros sectores sociales y nodos productivos de la ciudad.

## ■ 1. DIAGNÓSTICO

### ■ 1.1. CONTEXTO GENERAL

Actualmente, ni los avances tecnológicos provienen exclusivamente de los departamentos de I+D+i de las grandes empresas ni la capacidad de producción material e inmaterial está limitada ya a los recintos industriales de las ciudades (Boutang, 2011). Tal y como se expuso en el documento-idea 1 (Aguilera *et al.*, 2016), la apertura de la información, la valorización del conocimiento, la hiperconectividad entre personas a través de máquinas -y también entre personas y objetos a través de máquinas (IoT)-, el desarrollo de las herramientas de colaboración y, en definitiva, la densidad cada vez mayor de la inteligencia colectiva potenciada por el rápido desarrollo tecnológico hacen que nuestras sociedades se comporten cada vez más como una fábrica abierta y continua en la que actúan las capacidades productivas materiales e inmateriales y en la que se desarrolla la inteligencia necesaria para la mejora y perfeccionamiento continuo de estas capacidades.

Esto no quiere decir que el capitalismo, al que se sigue relacionando con la fábrica, no actúe ya en la esfera productiva de lo humano-maquínico, sino, más bien, que la posición y la función del agente capitalista, ante esta distribución masiva y acelerada de los medios de producción, debe ser y es necesariamente otra: está basada más en controlar la producción e imponer limitaciones a base de patentes y derechos de la propiedad intelectual para extraer de ahí beneficio, que en procurar el progreso económico en las sociedades liderando la innovación productiva y consiguiendo con su desarrollo mejores y más útiles mercancías con cada vez menos esfuerzo, tal y como ocurrió en buena parte del siglo pasado (Vercellone, 2009). De hecho, no se constata que el aumento exponencial de patentes en las últimas décadas se corresponda con un aumento tal de la innovación tecnológica efectiva, sino que el funcionamiento de aquéllas está más ligado a las dinámicas del mercado (Dafermos, 2015, pp.462-464).

Si en el documento-idea 2 (Vila-Viñas, 2016) se abordó cómo la producción artística, científica y cognitiva en general impactan en el desarrollo de esta potencia de la inteligencia colectiva, en este documento, se examina cómo la disposición abierta del arte, las ciencias o las tecnologías de la producción modifica sustancialmente el carácter de esa producción y permite la emergencia de nuevos agenciamientos productivos que nos alejan del paradigma de producción industrial centralizado y nos introducen en entornos en los que resulta más fácil pensar una economía más sostenible, basada en el conocimiento común y abierto.

En particular, un sector que está adquiriendo especial importancia dentro de una llamada *reapropiación* de las *capacidades productivas materiales* por parte de las comunidades es el de la fabricación digital en 3D o fabricación aditiva, junto a otras modalidades de fabricación digital, como la que se realiza con corte láser, fresado CNC, etc. Los avances en dicho sector lo convierten en uno de los más prometedores en el ámbito de la economía social del conocimiento. De hecho, la fabricación digital hace posible ajustar la producción a objetos diseñados a medida, cuya fabricación puede replicarse en distintos puntos a partir de unos conocimientos y maquinaria básicos. Tras las revoluciones propiciadas por el desarrollo de las capacidades de computación y de conectividad, se abre una posible *tercera revolución digital de la fabricación*, en la que ya no se programa y se produce un mundo virtual, sino un mundo físico (Gershenfeld, 2012).

Estas formas de fabricar cada vez más accesibles hacen posible un mayor empoderamiento ciudadano y rompen con las dinámicas del desarrollo tecnológico del siglo XX, que implicaban una concentración creciente de esa producción en grandes empresas y una desposesión generalizada de las capacidades productivas de la población, quedando cada vez más lejos de las realidades de producción artesana y/o manufacturera que permitían fabricar localmente los objetos que realmente se necesitaban.

En contraste con esa tendencia, los últimos desarrollos de estas tecnologías de fabricación abren la opción de imaginar que los distintos dispositivos de fabricación digital (impresoras 3D, láseres, fresadoras, escáneres en 3D, bordadoras digitales,...) penetren en lo social al nivel de capilaridad con que lo ha hecho, entre otras tecnologías, la telefonía móvil a través del smartphone, lo que ha modificado tanto nuestros hábitos productivos, como sociales y de comunicación. No es difícil imaginar cambios de este orden al observar, por ejemplo, proyectos como *FoldaRap*, una impresora 3D plegable y fácil de montar en cualquier sitio.

Al producirse formas de fabricación descentralizada basadas en una cultura del compartir, la colaboración es un elemento clave que las constituye, y la formación de comunidades en torno a redes es algo que se da de forma natural y espontánea, como puede verse en el [proyecto Rep Rap](#), nacido de la idea de Adrian Bowyer de crear máquinas auto-replicas. Además de la comunidad original, nacida en el seno del propio proyecto en el año 2005, desde la asociación de robótica del campus de Leganés en la Universidad Carlos III, tras adquirir un kit para el montaje de una impresora 3D de estructura de madera en el año 2009, la larga lista de espera para usarla hizo surgir el interés en recurrir a la idea original de Bowyer. Tomando como referencia el modelo Prusa Mendel, uno de los mejores documentados hasta entonces en la comunidad Rep Rap, nace así el proyecto [Clone Wars](#). Las primeras colaboraciones se centran en crear la wiki y la lista de correo, como punto de partida, para organizarse. Clone Wars es abierto. Toda la documentación es abierta. Todas las personas bienvenidas. Esto hizo germinar la mayor comunidad en torno a la creación y documentación en castellano de máquinas libres replicantes (máquinas Rep Rap) que, finalmente, migró todo el material generado a la propia wiki de Rep Rap. En Clone Wars, además, se llevan a cabo retos -proyectos de fabricación 3D- que sirven para estimular y alimentar los vínculos, contribuyendo, así, a mantener activa a la comunidad.

Sin embargo, no se terminaría de comprender el alcance que está llegando a tener el desarrollo de las tecnologías de la fabricación aditiva y relacionadas, si no se atendiera al campo del diseño abierto. El desarrollo del [open design](#) va a caballo del avance de estas tecnologías de fabricación digital, ya que es por medio de las máquinas de prototipado (impresoras 3D), corte láser y mecanizado CNC que los objetos inmatriculados llegan a materializarse. En este ámbito de la producción material, diseño abierto suele hacer referencia a los procesos de desarrollo de objetos físicos, máquinas y sistemas mediante una información sobre su diseño que es susceptible de compartirse, modificarse o reutilizarse; algo que sucede sobre todo a través de Internet. Desde una perspectiva social, el diseño abierto también implica un conjunto de prácticas de trabajo colaborativo y transdisciplinar, a partir de las que colectivos sociales imaginan oportunidades y prototipan soluciones de manera conjunta, en una comunidad abierta basada en el respeto por las habilidades singulares y en compartir los conocimientos individuales (Hummels, 2011). De esta forma, en el diseño abierto, emparentado en su filosofía y métodos con el campo del software libre, el valor deja de residir exclusivamente en la originalidad de la autoría y pasa a estar fundamentado en el aporte continuo y prácticamente ilimitado de la colaboración en red y la co-creación, es decir, en la potencia de las comunidades productivas.

Sin embargo, en esta hipótesis de la nueva revolución tecnológica, cabe preguntarse qué transformación social se podrá deducir del desarrollo y el uso masivo de estas tecnologías de la fabricación, cómo pueden afectar en lo social, en lo económico, o mejor, bajo qué condiciones podrían estas tecnologías favorecer un cambio hacia un modelo productivo basado en el conocimiento pero más sostenible en relación con la vida del planeta y capaz de generar otras relaciones sociales. Para responder a esta pregunta es necesario atender, no solo a la capacidad tecnológica de estos nuevos avances, sino a los entornos sociales en los que tienen lugar esos nuevos procesos de fabricación, a los agentes sociales que los ponen en marcha, a las formas de relación social que se establecen en ellos y a las formas de interacción con sus entornos, en relación a esas tecnologías y a los resultados que generan.

Aunque esta pregunta permanezca aún muy abierta, constituye un buen prisma para analizar el origen y la evolución de estas transformaciones. En este sentido, el desarrollo de estas tecnologías ha estado muy ligado a los Laboratorios de Fabricación Digital (*fab lab*), una forma concreta de laboratorio que tiene su origen en el Center for Bits and Atoms del MIT. Un *fab lab* es un laboratorio abierto basado en máquinas y tecnologías compartidas, al que cualquier persona puede acceder y en el que pueda fabricar “casi cualquier cosa”. Esta característica de acceso abierto a cualquiera es fundamental en la idea de *fab lab* tal y como queda reflejado en su Constitución, la *Fab Charter*, que contiene un conjunto de indicaciones relativas al régimen de acceso abierto pero también al modelo de gestión, de diseño y funcionamiento de un *fab lab* para que se considere oficial. Esta Carta se utiliza a nivel mundial para constituir los *fab labs* y distinguirlos de otros laboratorios de fabricación que no cumplen esos requisitos de acceso y gestión abierta. En la actualidad hay una red mundial de más de *600 fab labs oficiales*. Por otro lado, en la *Fab Charter* no hay requerimiento alguno sobre el tipo de relación institucional, de modo que hay *fab labs* que pertenecen a una universidad o a una institución cultural, mientras que otros son entidades autónomas y autogestionadas, al mismo tiempo que otros mantienen una posición híbrida entre las grandes instituciones públicas o privadas y los proyectos autogestionados. Esta red de *fab labs* dispone además, de un mecanismo de formación y certificación, la *Fab Academy*. Se trata de un programa de formación en fabricación digital avanzada, dirigido por Neil Gershenfeld, que se lleva a cabo en los *fab labs* de todo el mundo a través de clases que se emiten desde el MIT y con ayuda de instructores locales, según un interesante modelo de formación distribuida.

Por supuesto, se trata de indicaciones que deben adaptarse a cada contexto de funcionamiento. Por ejemplo, aunque se recomienda que cada laboratorio cuente al menos con dos técnicos especialistas activos simultáneamente mientras esté abierto al público, la experiencia indica que el factor clave para que un *fab lab* funcione no es tanto ni el referido a las máquinas ni a los equipos, como el relativo a las comunidades de usuarios que se generan en torno a éstos (Pérez de Lama, 2015).

Dado el origen de los *fab labs*, es lógico establecer un paralelismo entre los principios que empujan el desarrollo de los entornos sociales ligados a la fabricación digital y al diseño abierto con los que están detrás de otras culturas (o subculturas) productivas como la del software libre, que han crecido a partir de su defensa de altos grados de experimentación, colaboración y libertad. Esta comparación es interesante, además, porque permite identificar algunos de los límites que los procesos productivos de los *fab labs* encuentran respecto a su contribución en la creación de una economía alternativa sostenible y abierta: empleo mayoritario de equipos (máquinas) fabricados por grandes empresas, uso de materiales que no son siempre ecológicos, generación de residuos que no suelen estar bien gestionados, utilización de software para el diseño que no siempre es libre. A pesar de esto, los *fab labs* son lugares de experimentación en los que el conocimiento se produce y se comparte de una manera muy apreciable y singular.

De vuelta al impacto que esta transformación tiene sobre la economía del conocimiento, existen dos líneas de efectos más a subrayar. En primer lugar, la difusión de la fabricación digital y el espíritu *do-it-yourself* (DIY) contribuyen a erosionar aun más los sistemas de producción de mercancías basados en la seriación automatizada de masa, es decir, en la organización taylorista del trabajo en la que los trabajadores en masa



se integran en un flujo de producción que les resulta prácticamente desconocido. Aunque, en las ciudades de nuestro entorno, ya no sean éstas las formas productivas predominantes, sí lo son respecto a la mayor parte de las mercancías que consumimos.

En segundo lugar y como consecuencia de esto, tiene lugar un empoderamiento ciudadano y de las comunidades, entendido como la recuperación de unos saberes técnicos de largo recorrido, a los que se ha añadido una nueva capa correspondiente a lo digital y a las nuevas tecnologías. Ello incrementa su capacidad de producir localmente los enseres necesarios y por lo tanto otorga a estas comunidades una mayor autonomía, al menos en potencia, respecto al actual régimen productivo. Por lo tanto, se hace más posible diseñar una transición hacia una producción más descentralizada o distribuida, fundamentada en la extensión del conocimiento y que funciona basándose en la necesidad directa, en la demanda real e inmediata de las comunidades auto-productoras.

Todo ello no obsta a la existencia de límites u obstáculos al desarrollo de estas economías alternativas relacionadas con tales prácticas y formas de producción (E2). Por un lado, persisten una dificultad material para desarrollar un ecosistema de redes de cooperación libres y descentralizadas lo suficientemente complejo y eficiente como para ser capaz de competir económicamente con los modelos hegemónicos en el ámbito de la producción material. Por ejemplo, y aunque sea posible fabricar de manera autónoma un conjunto de objetos necesarios, existen otros, como una silla o una nevera, cuya adquisición sigue siendo más accesible en los comercios habituales, cada vez más concentrados también. Por otro lado, todavía no existen los mecanismos de defensa del trabajo colaborativo y en abierto que prevengan de que estas cuencas de cooperación no sean aprovechadas, sin mayor contraprestación para su regeneración, por parte de grandes agentes de mercado. El caso de Makerbot es significativo en este sentido (Pastor, 2014). Se trata de una empresa que nació con orientación de código abierto pero que, con el tiempo, viró y buscó patentar ideas que provenían de la comunidad de diseño e impresión 3D que se había formado en torno a ella. No resulta, por lo tanto, descabellado imaginar un régimen en el que un pequeño número de grandes agentes económicos acumulen los beneficios de una innovación productiva generalizada en el conjunto social, de manera que los/as fabbers y makers tengan un rol similar al que tienen hoy los/as usuarios/as respecto a Google o Facebook (E2).

## ■ 1.2. CONTEXTO LOCAL

En el contexto local de comunidades de innovación en este campo, que se articula en torno a Etopia, existen distintos espacios y agentes a considerar. En primer lugar, el Open Art, concebido como laboratorio de fabricación digital. Aunque hasta ahora no ha podido funcionar a pleno rendimiento por la falta de equipamiento, han sido varios los proyectos de diseño abierto, fabricación o robótica que se han realizado en este espacio. Por ejemplo, [Tresencaja](#) ha colaborado con el fresado en CNC de madera DM (MDF) para la elaboración de una de las obras con más recorrido realizada en Etopia, la [escultura digital PII](#), de Néstor Lizalde. A su vez, Tresencaja

ha desarrollado también en ese espacio varios cursos de diseño y fabricación digital con Rhinoceros para el diseño de interiores, creando varias piezas de mobiliario para el centro que se encuentran en el hall.

Una de las principales actividades periódicas realizadas en Etopia en esta dirección es la de los viernes abiertos de fabricación digital. Se trata de una actividad promovida por [Factoria Maker](#), que se lleva a cabo también en el Open Art y que sirve de punto de encuentro para gente interesada en el mundo maker, el diseño digital, la impresión 3D, etc. En estas sesiones se abordan de manera colectiva temás de interés a propuesta de los y las asistentes (E5). Asimismo, la [Colonia Etopia kids](#) es un proyecto de actividades intensivas en verano dirigido a la formación y a la experimentación de escolares de primaria y secundaria con distintas herramientas tecnológicas de diseño y fabricación. Y dentro de este proyecto, Etopia Kids Family está orientada a dar continuidad a la formación de dichos escolares durante el año en compañía de sus familiares, lo que permite poder continuar el aprendizaje en el ámbito doméstico. Otros proyectos como [Do! Makers](#), Factoria Maker o [Espacio Detresdé](#), han llevado a cabo actividades de formación en Etopia a través de eventos o de cursos y talleres, tanto para estudiantes como para profesoras/es en torno a las aplicaciones de las nuevas tecnologías como Arduino, robótica, diseño e impresión 3D.

Algunos de estos proyectos están dinamizados por empresas muy pequeñas (de 1 a 3 personas), cuyas actividades tienden a cubrir los salarios de sus integrantes. Estas micropymes desempeñan un rol importante a la hora de dinamizar a las comunidades de artistas, fabbers o makers y, aunque su fin económico sea privado, realizan con frecuencia actividades de formación de carácter voluntario, al igual que otras actividades en beneficio de la comunidad (SC1).

Por último, también existen iniciativas interesantes en este campo de la innovación y experimentación tecnológica que se realizan de manera más exterior a Etopia, como [Makeroni Labs](#), que han realizado varios proyectos. Uno de estos proyectos fue llevado a cabo dentro del evento International [Space Apps](#), produciendo un dispositivo de asistencia para astronautas en misiones especiales, que les ha supuesto el reconocimiento de la NASA. Otro proyecto es [Zagales-HackLab](#), que sin contar con un espacio propio llevan a cabo cursos esporádicos de formación en temas relacionados con software, programación, videojuegos, dirigidos a niñas/os y jóvenes. Finalmente, [DLabs](#) es un hackerspace, otro proyecto de la comunidad hacker de Zaragoza, en el que un espacio opera como lugar de encuentro y de colaboración, con cursos de formación de lenguajes de programación y otros ámbitos de la tecnología relacionados con el software.

Otro elemento importante en Etopia que está sirviendo para compartir conocimiento y fortalecer comunidades de fabbers o makers es la celebración de eventos como el [ArduinoDay](#) o [MakerShow](#), que tienen lugar periódicamente de forma exitosa, a través de coloquios, talleres y exposiciones con gran capacidad de atraer público. Estos congresos tienen la virtud de articular y poner en contacto y valor las producciones de los distintos grupos y comunidades locales que trabajan en torno a estos saberes y prácticas.

Además, es importante destacar que se está instalando en Etopia un importante set de equipamiento adquirido por la Universidad de Zaragoza a partir de fondos FEDER de la Unión Europea y mediante un conve-

nio con el Ayuntamiento de Zaragoza (Aguilera *et al.*, 2016, sección 2.3). Esto va a suponer sin duda un salto cualitativo y cuantitativo respecto a los recursos y capacidades productivas, tecnológicas, experimentales y artísticas del centro, que a partir de ahora va a contar con un laboratorio de fabricación y prototipado digital, un laboratorio de programación y ciencia ciudadana, y un laboratorio universitario de investigación. Para dinamizar estos laboratorios, el Ayuntamiento y la Universidad de Zaragoza han firmado un convenio (convenio CeSAr) de colaboración por el cual se van a poner en marcha un programa de apertura y actividades públicas de los laboratorios, además de otro programa de estancias Unizar en Etopia.

## ■ 2. CASOS DE ESTUDIO

Debido a que conseguir el equipamiento imprescindible para la producción es cada vez es más barato y por tanto más accesible, la cantidad de proyectos que pueden llevarse a cabo en un laboratorio ha aumentado de forma exponencial en las últimas décadas. A su vez, los proyectos surgen cada vez menos de ocurrencias individuales y más conectados con las inteligencias colectivas de una multitud hiperconectada, en un contexto en el que la vida de la mente deviene pública y es un terreno tremendamente rico en ideas, información, conocimiento, afectos, etc. (Virno, 2003). A continuación se exponen casos de estudio interesantes porque contienen elementos que son fácilmente importables por Etopia Labs, dado que, bien sus contenidos bien su metodología, enlazan bien con las inquietudes, las demandas, los intereses detectados a partir de las entrevistas realizadas a comunidades locales o, por otro lado, se relacionan con los proyectos y líneas de trabajo que estas comunidades realizan o proyectan realizar.

### ■ 2.1. CAPACIDADES PRODUCTIVAS DISTRIBUIDAS DIRIGIDAS A USOS SOCIALES

Hay una serie de proyectos que se caracterizan por usar los laboratorios y sus capacidades productivas con el objetivo principal de empoderar a la ciudadanía, buscando la manera de acercarle esa capacidad productiva o de diseño, o bien incluso insertarla directamente en su hábitat cotidiano. Estas líneas de investigación y producción se caracterizan, por lo tanto, por tener un elevado valor social al intentar dar respuesta a necesidades y demandas de las propias comunidades.

El proyecto *Fab Movil 00* ha sido implementado por [Ehcofab](#), un laboratorio de fabricación digital de Sevilla. Fab Móvil lleva a cabo un prototipo de laboratorio móvil para hacer tangibles y presentes los procesos, resultados y las posibilidades de estas tecnologías de fabricación. Fab Movil 00 consiste en el reciclado de una

bicicleta, su puesta a punto y reconversión en un dispositivo de impresión 3D móvil. El laboratorio móvil está formado por la Bici, una impresora 3D, un escáner 3D, un PC portátil y un proyector. El proceso tiene lugar a través de un evento lúdico-festivo que se va repitiendo en distintos puntos de la ciudad para conseguir que la auto-producción de objetos sea una realidad más cercana a las vecinas/os. El espacio de producción se convierte en ubicuo y permite que cualquiera pueda participar y aprender las posibilidades y la accesibilidad de esta forma de fabricación, provocando además una reflexión sobre los medios de producción. Como cuentan las/los promotoras/es, el conocimiento circula en dos sentidos. Por un lado, se trata de dar a conocer y difundir entre la comunidad los procedimientos de ese tipo de fabricación y, por otro, las promotoras/os del proyecto descubren, en la interacción con las vecinas/os, posibles líneas de desarrollo de esta fabricación digital a partir de las necesidades que van surgiendo. Fab Movil 00 es un proyecto interesante en la medida que tiene como objetivo socializar estas tecnologías con una mirada crítica y replantear, a través del diseño y fabricación, cuáles son las carencias de los modelos actuales para imaginar modelos más eficaces y solidarios desde un punto de vista económico, social y medioambiental a partir de las nuevas tecnologías.



Figura 1\_ Imagen extraída del proyecto Fab Móvil. CC by Milacamonilla <https://www.flickr.com/photos/camilarene/albums/72157636097753874>

Un proyecto de similares características es [#caseando](#), proyecto itinerante desarrollado por el Vivero de Iniciativas Ciudadanas y producido por La Casa Encendida, que ya ha pasado por espacios como Intermediae (Matadero) y también por Etopia. Se trata de poner en valor la contribución ciudadana en la configuración tanto de nuestras ciudades, como de los ámbitos domésticos estos últimos años. [#caseando](#) propone la construcción colaborativa de una serie de dispositivos domésticos relacionados con ámbitos tan diversos como el consumo energético, la Wi-Fi, el software o la horticultura que permitan esa acción colectiva a través de unos talleres que están enfocados al *hazlo tú mismo/a* y a la cocreación. En el caso de Etopia, estos talleres fueron impartidos por distintos colectivos e iniciativas zaragozanas como Tresenaja, AndDigital-Fab, DLabs Hackerspace, Recreando Estudio o Cerai. [#caseando](#) es de este modo un proyecto que busca el empoderamiento ciudadano a través de las prácticas domésticas.

Por otro lado, una línea especialmente relevante para experimentar con los usos sociales de la fabricación digital es el diseño de muebles e instalaciones de código abierto. Como expuso David Cuartielles en una [reciente conferencia](#) celebrada en Etopia, el diseño de mobiliario puede considerarse como una de las primeras formas de hardware abierto remontándose a la publicación de una mesa con licencia abierta en 1969

(Papanek, 1973). Los proyectos de diseño abierto para la fabricación de mobiliario conjugan los principios del reciclaje; esto es, abordar y ofrecer alternativas al imaginario creado por la cultura del *usar y tirar*, a la hipergeneración de residuos provocada por la forma de consumo actual, al impacto medioambiental que generan las actuales conductas de consumo y elaborar, en cambio, pautas para la transformación y proyección de residuos en nuevos objetos, como mobiliario producido de forma accesible y sostenible a través del diseño abierto y colaborativo.

En esta dirección, por ejemplo, *Makea Tu Vida* es una asociación que mezcla diseño abierto con reutilización dentro de la cultural DIY y utiliza sus proyectos para la concienciación medioambiental sobre la problemática de los residuos y la concepción del hábitat en nuestra sociedad. A través de talleres, exposiciones y charlas llevan a cabo sus objetivos de fomentar las dinámicas colaborativas para la búsqueda de soluciones a través de la reutilización de residuos y la capacitación en el manejo de herramientas de diseño de código abierto. *El Recetario* es un iniciativa de Makea Tu Vida consistente en una plataforma que funciona como un repositorio abierto en la que la gente publica de forma ordenada "recetas", es decir, ideas y diseños basados en el reciclaje de elementos de mobiliario, decoración, textil y otros enseres propios del ámbito doméstico. En cada receta, se detallan los materiales y las instrucciones de montaje, con el grado de dificultad y en ocasiones con un video explicativo.

La plataforma permite también que a partir de una receta se elaboren modificaciones que darán lugar a nuevas versiones de la misma. El Recetario también pone en valor a la comunidad creativa que está detrás del proyecto, que dispone de apartado propio en el que se almacenan los perfiles de todas las usuarias/os registradas en los que aparece las recetas que cada una ha subido, invitando a las usuarias/os a que dialoguen y creen conjuntamente.

A una escala mayor que el diseño de muebles, existen proyectos de diseño abierto para la fabricación de instalaciones enteras como por ejemplo el [proyecto WikiHouse](#), o el proyecto Wikiplaza (de Lama, 2009). Este último implica una infraestructura que articula elementos arquitectónicos ligeros con sistemas tecnológicos (hardware, netware, software), diseñada para que el público la use de forma participativa y abierta, para compartir conocimientos y experiencias, para acceder a recursos locales y remotos, para conectarse con otras personas y localizaciones. El concepto está basado en una estructura modular, a fin de conseguir la flexibilidad necesaria para adaptarse, a partir del desarrollo independiente de sus distintos módulos (Web TV; Open MediaLab, Open Urban Screen y Open Performance) a diferentes contextos y presupuestos.

## ■ 2.2. ENTORNOS DE PRODUCCIÓN AGRÍCOLA IMPULSADOS POR PROYECTOS DE TECNOLOGÍAS LIBRES

Open Source Ecology (OSE) (Dafermos & Vivero-Pol, 2015, pp.377-380) es un proyecto de hardware abierto que actualmente alberga la documentación precisa para la fabricación de un grupo de cincuenta máquinas

industriales necesarias para el establecimiento y desarrollo de una comunidad rural sostenible. Estas máquinas fabricadas por OSE están diseñadas conforme al principio de durabilidad, con un diseño fácilmente reparable y modificable por parte de los y las usuarias finales. La OSE considera que este conjunto de máquinas es suficiente para crear una civilización pequeña con comodidades modernas, a partir de recursos disponibles localmente. El desarrollo de las máquinas se elabora y distribuye a través de una red global de grupos de hackers de hardware (Lazalde *et al.*, 2015) y aficionados interesados en el proyecto, de modo que comparten información de diseño a través de Internet y elaboran prototipos que se prueban posteriormente en una granja de Missouri, Estados Unidos.

El proyecto sirve de esta forma al empoderamiento de los agricultores en su relación con las grandes compañías de fabricación de máquinas, facilitando la fabricación propia de esas máquinas necesarias a un bajo coste. Por ejemplo, la construcción del tractor OSE cuesta aproximadamente cinco mil USD, frente a un coste diez veces superior de los tractores privados.

No es difícil pensar una aplicación local de proyectos de este tipo, sobre todo si tenemos en cuenta que el Ayuntamiento de Zaragoza creó, entre 2012 y 2014, 1200 *huertos urbanos* en diferentes zonas de Zaragoza, con fines productivos y de empleo pero también de ocio y recuperación de saberes. Este proyecto, que está teniendo impacto sobre la economía local y en la producción, podría verse muy reforzado con la incorporación de estos saberes de hardware libre, debido a la autonomía que ofrecen en la adquisición y reparación de maquinaria, además de la eventual disminución de costes monetarios que algunas de estas máquinas les podrían suponer.

Las tecnologías de la información también se han aplicado en este campo, mejorando en ocasiones el rendimiento de los cultivos o el empoderamiento de las comunidades agrarias. El uso de hardware abierto en el ámbito de la horticultura supone la interacción entre elementos naturales y digitales, por ejemplo, a través de la conexión de distintos sensores a una placa de Arduino para obtener mediciones de distintos parámetros, como la humedad de la tierra o la cantidad de luz, que resultan útiles para automatizar el riego y permiten disminuir el gasto y el impacto ecológico de esta actividad. En esta línea, es muy interesante el proyecto de hardware libre *Botanicalls*, cuyo objetivo es abrir un canal de comunicación entre plantas y humanos. Por ejemplo, el dispositivo insertado en la planta consigue enviar mensajes en Twitter cuando necesita agua.

*Hacedera Abierta* es un proyecto ligado a la Fundación Cerezales, Antonino y Cinia, en León, que se define así mismo como una comunidad de investigación sobre tecnologías abiertas, saberes y medio rural. Se trata de un grupo de trabajo cuyo objetivo es poner en común el conocimiento para encontrar formas de relacionar las tecnologías (entendidas en el sentido más amplio) con las políticas comunales y el medio rural. Utilizan *loomio* como herramienta digital de trabajo y comunicación, y mantienen diferentes líneas de investigación que van desde el estudio de las mejoras del aprovechamiento del agua en el medio rural, sobre todo para el riego, a través del uso de una placa de Arduino para control del flujo del agua, hasta la búsqueda de aplicaciones para la fabricación digital a las explotaciones agrícolas y ganaderas.

Otro proyecto interesante aunque distinto es *Sauti ya wakulima*. Llevado a cabo principalmente por el investigador Eugenio Tisselli, *este proyecto* tenía como objetivo digitalizar y preservar el conocimiento de los agricultores del distrito de Bagamoyo en Tanzania. Eugenio elaboró una aplicación para Android, *ojoloz*, con el objetivo inicial de distribuir teléfonos móviles entre los agricultores para crear una documentación audiovisual sobre los efectos del cambio climático en sus granjas. Tras explicar el proyecto, se esperaba que los agricultores tomaran fotos de los problemas causados por la sequía, las altas temperaturas, y otras consecuencias indirectas, tales como plagas o enfermedades de las plantas. Sin embargo, los propios agricultores comenzaron a adaptar el proyecto a sus propios intereses, de manera que, además de hacer fotos y grabar explicaciones sobre problemas medioambientales, usaron los teléfonos para entrevistarse unos a otros, con el fin de intercambiar conocimientos y consejos, de forma que hubo casos concretos en los que, gracias a las fotografías y sus grabaciones, los agricultores aprendieron cómo mejorar sus técnicas de cultivo, o dónde comercializar mejor sus productos. De esta forma, mediante teléfonos móviles, los agricultores crearon una base de datos audiovisual de sus actividades diarias que sirve para transmitir los conocimientos ya adquiridos.

## ■ 2.3. ENERGÍA

El auto-consumo es el futuro del suministro energético, tendría que haber sido el presente y es la piedra de toque fundamental para el cambio del modelo energético. Apostar por el auto-consumo es defender un modelo energético limpio, basado en la eficiencia, el ahorro y la soberanía de los ciudadanos y las comunidades. El modelo de energía distribuida supone una potente alternativa a los modelos centralizados basados en la propiedad privada, a partir de sus características principales: (a) la utilización de fuentes de energía renovables, (b) el empoderamiento de consumidores, a través de la democratización de los medios de producción y distribución de energía y (c) la gestión comunitaria de las infraestructuras pertinentes. (Dafemos *et al.*, 2015).

Los casos de estudio que se presentan a continuación forman parte de este interesante ámbito de experimentación en relación a los agentes ciudadanos que están promoviendo el auto-consumo energético. El primero es el proyecto de *una turbina eólica* con diseño open source para ser imprimida en 3D (Dafemos *et al.*, 2015), llevada a cabo por un grupo de emprendedores polacos que han creado una empresa llamada AirEnergy3D, con la que pretenden contribuir a cambiar el modelo energético. Son capaces de crear turbinas eólicas domésticas, de pequeño tamaño, a través de impresoras 3D y que pueden generar hasta 300 vatios, lo suficiente para cargar un dispositivo o reducir el gasto energético de la casa.

Pero no solamente la producción de energía es interesante desde el punto de vista ciudadano. El control del consumo doméstico es cada vez más importante dada la situación económica y las continuas subidas de la factura de la luz. De esta forma, otro campo de experimentación tecnológica dentro del ámbito del DIY en relación al consumo de energía doméstica, y muy relacionado con el Internet de las cosas, es la cada vez

más extendida auto-producción de *dispositivos* que monitorizan y controlan el consumo de energía a través de Arduino. Esta placa de Arduino va conectada a sensores tipo pinza que se colocan en los cables de alimentación de los electrodomésticos, aparatos de luz, y otros dispositivos, de forma que la señal que envían puede ser monitorizada a través de un software que la recibe por Internet.

*Energrid* es un modelo que se está ensayando en Valltura Labs, un proyecto de investigación para generar hábitats autosuficientes promovido por el Instituto de Arquitectura Avanzada de Catalunya y que pretende implantarse en entornos urbanos. Se trata de una red de nodos de producción y consumo de energía, algo así como una especie de Internet de la energía. En este sistema los diversos edificios producen energía y la consumen, la almacenan o la comparten a partir de principios de eficiencia. Opera a través de un mecanismo de auto-regulación del sistema, con información de consumo y de la demanda de cada nodo eléctrico (interruptor o punto de consumo), así como de un micro ordenador (desarrollado en el proyecto) que obtiene información de los consumos individualizados y puede decidir evitar los picos de demanda, gestionando de forma activa los consumos. Este modelo pretende ser implantado en los próximos años en entornos urbanos. En *Valltura* la energía proviene de una planta de biomasa que consume los recursos del entorno, y también de placas fotovoltaicas y sistemas mini eólicos.

Otro proyecto del Instituto de Arquitectura Avanzada de Cataluña, *Fab Lab House*, se ha presentado como la primera vivienda inteligente de fabricación digital que genera más energía de la que consume. Construida con solamente 26 m<sup>3</sup> de piezas de madera de pino blanco, cortadas digitalmente con máquina láser, este diseño orgánico ha permitido crear una estructura flexible, adaptable a la climatología de diferentes países y respetuosa con el medio ambiente. El prototipo dispone de un espacio de 70 m<sup>2</sup> útiles que conforman un *loft* habitable para cuatro personas. La climatización del interior está reforzada con aislamientos naturales y depende tanto de un sistema de calefacción con suelo radiante como de un sistema de ventilación cruzada. La captación de energía se consigue gracias a la cubierta compuesta de placas fotovoltaicas flexibles y moldeables a múltiples formas para conseguir el máximo aprovechamiento de la energía solar. Con este sistema, la casa tiene una capacidad de generación de energía de 15 kilovatios, previendo un balance siempre positivo al final del año, ya que verterá a la red la energía excedente, pudiendo recibir energía cuando las condiciones climatológicas no permitan producirla.

## ■ 2.4. BIOTECNOLOGÍAS

Un ámbito de investigación y desarrollo muy interesante es el que tiene que ver con hacer interaccionar los nuevos avances tecnológicos y digitales con los cuerpos de los seres vivos. Para examinar este ámbito se abordará brevemente la dimensión de movimiento social de lo que se conoce como *DIYBio*, que tiene que ver con la extensión, más allá de sus límites convencionales, del conocimiento científico de la biología y su aplicación experimental a partir de las nuevas tecnologías en este campo. Posteriormente se aportará un ejemplo práctico de los avances en este ámbito de auto-producción de información biológica y experimentación.



## A\_ Do-it-yourself biology y Biohacking

El biohacking es un movimiento que proviene, efectivamente, de la absorción social cada vez mayor de los conocimientos y las metodologías experimentales relacionadas con la ciencias de la vida. Si la ética hacker defiende el libre acceso y la libertad de información y de uso en el ámbito de conocimiento del software para la mejora de la calidad de vida, el biokacking defiende estos mismos principios en lo que se refiere a la ingeniería biológica. El auge de proyectos de investigación abiertos, que surgen de lugares no habituales, se debe a que los saberes expertos y las capacidades tecnológicas relacionados con las ciencias de la vida desbordan cada vez más los límites de la academia o las grandes corporaciones. Gracias a la tecnología de impresión 3D, laboratorios que antes costaban varios cientos de miles de euros, ahora se pueden crear por varios miles (Golinelli et al., 2015). El [movimiento DIY Biology](#) viene liderado principalmente por personas con amplia formación profesional en investigación en alianza con comunidades interesadas en este campo aun sin la experiencia técnica.

Es interesante resaltar las posibilidades artísticas dentro del ámbito del Biohacking. En este sentido, podemos mencionar el Arte Cyborg, una de cuyas principales referencias es [Neil Harbisson](#), a caballo entre el arte, el activismo y la investigación, del que también participa la Fundación Cyborg, uno de cuyos fundadores, el propio Neil Harbisson, ha sido [la primera persona considerada como cyborg](#) por un estado, al implantarse una antena en la cabeza que le permite percibir colores invisibles como infrarrojos y ultravioletas así como recibir imágenes, videos, música o llamadas telefónicas directamente a su cabeza desde aparatos externos como móviles o satélites. Otra fundadora es Moon Ribas, una catalana que ha desarrollado y se ha implantado un sensor sísmico online en el brazo que le permite percibir terremotos a tiempo real de cualquier lugar del planeta mediante vibraciones. Hay también otros colectivos de interés en este campo que, sin entrar en la implantología y acercándose más a lo protésico y los wearables, trabajan formas performativas del biohacking con un discurso vinculado al postporno y las teorías queer y transfeministas, como la [Quimera Rosa](#), o incluso cabría mencionar aquí otras intervenciones artísticas como la mecatrónica y la creación de exoesqueletos robóticos de [Marcelí Antúnez](#).

## B\_ Biofeedback

El biofeedback consiste en una serie de técnicas que permiten ganar control sobre nuestros procesos corporales para aumentar la relajación, para disminuir el dolor, y para desarrollar modelos más sanos, más eficaces de hacer frente a los problemas de nuestra vida. Están basadas en el aprendizaje del control de diferentes funciones o conductas biológicas mediante el uso de la información o el feedback procedente de ellas. De este modo, tales técnicas capacitan para mantener el control sobre variables que inciden en nuestro estado de salud y bienestar y que a priori se conciben como incontrolables. Hasta el momento, el uso más común del biofeedback se ha producido en el deporte, por ejemplo para reducir la ansiedad precompetitiva, medida a través de la tasa cardíaca (Godoy, 1994) o en el apoyo terapéutico en tratamientos de incontinencias, optimización del rendimiento, [mejora del control motor](#), etc. En Waag's Theatrum Anatomicum, de Amsterdam, se celebra

cada año un encuentro denominado *Hack the brain*, que funciona como un hackathon de tres días en el que los participantes pueden trabajar con diferentes técnicas de tipo electroencefalograma para medir, visualizar e interpretar su propia actividad cerebral.

## ■ 2.5. TECNOLOGÍAS APLICADAS A LOS CUERPOS

La relación entre la fabricación digital y aplicaciones de bioingeniería tiene especial potencial cuando incide en aplicaciones que se apoyan sobre las capacidades de nuestros propios cuerpos, desde proyectos de desarrollo de prótesis artificiales, a experimentos de investigación que ponen en cuestión los límites tradicionales de la corporalidad y la subjetividad individual a través de las nuevas tecnologías.

Un ejemplo del potencial de la fabricación de prótesis digitales es el proyecto *Exando una mano*, liderado por un colectivo de Sevilla que se dedica a investigar, experimentar, difundir y promover la auto-fabricación y el desarrollo de prótesis personales. El proyecto nace a partir de un encuentro muy especial entre los padres de Paula, una niña diagnosticada con agenesia desde su gestación, que recurren a una comunidad dedicada a la impresión 3D para buscar soluciones al caso concreto de su hija, dado que las soluciones que les ofrecía la Seguridad Social eran demasiado costosas y lentas. Tal y como cuentan esos padres en una carta, ExandoUnaMano nace de la suma de mucho cariño, profesionalidad y pasión por cambiar y mejorar el futuro de Paula y, a partir de este caso, la intención de replicarse a otros similares. El colectivo está dividido en dos grupos de trabajo. Un grupo de prototipo que estudia la fabricación de los distintos modelos de mano a través de sus materiales, su evolución y de las máquinas necesarias, y otro grupo de desarrollo, centrado en la mejora de esos prototipos ya impresos, con la incorporación de sensores y servomotores que permitan a Paula una capacidad de movimiento a través de distintos impulsos nerviosos. Para este colectivo, el hardware libre, el aprendizaje colaborativo, la elaboración conjunta y la unión entre grupos permiten saltarse presupuestos y patentes para luchar desde la base con máquinas de fabricación doméstica que hacen posible la auto-fabricación en código abierto de una prótesis de miembro superior. En su web incorporan la información sobre la autogestión económica/donaciones y un *Diario de Trabajo*.

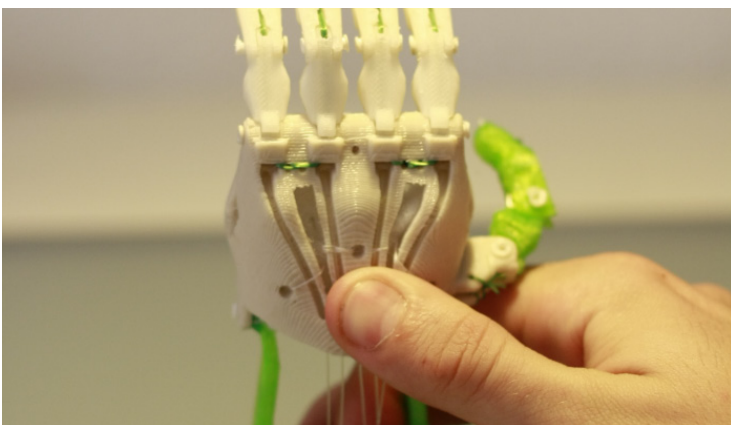


Figura 2\_ Imagen extraída de la web del proyecto Exando una mano Copyleft Exandounamano <http://exandounamano.com>

Este proyecto además forma parte de una red global de comunidades, [Enabling the future](#), que de manera voluntaria fabrican prótesis de manos a través de la impresión 3D. Esa red se encarga de poner en contacto a la gente que necesita una prótesis con las personas que están dispuestas y tienen la posibilidad de fabricarlas.

Otro proyecto similar es [Open Hand Project](#) cuyo objetivo también es hacer accesibles a más gente las prótesis de manos, con una notable disminución de su coste a partir de la utilización de las tecnologías 3D. En su página web cualquiera puede colgar la documentación necesaria para fabricar una prótesis de manos y estos diseños pueden ser modificados y colgados de nuevo con las mejoras añadidas.

Otra línea de innovación especialmente relevante es el diseño de aplicaciones corporales que no cumplen una función concreta, sino que tienen el objetivo de explorar nuestra corporalidad desde una perspectiva experimental. Un ejemplo en este sentido es el proyecto [Machine to be another](#). Se trata de una investigación artística de código abierto desarrollada sobre la base de experimentos de bajo presupuesto y la extensión virtual de los cuerpos para indagar en ámbitos relacionados con la identidad de uno mismo y la empatía. En concreto, se ha desarrollado una máquina interactiva con el objeto de que quien la usa tenga la posibilidad de verse a sí mismo con el cuerpo de otra persona y escuchar los pensamientos de esa otra persona en su propia mente. Por tanto, además del usuario de la máquina, se necesita a un intérprete, alguien interesado en compartir una historia sobre sí mismo o su existencia. Esta función puede ser asumida por un actor para interpretar una situación real o por cualquier persona que esté interesada en compartir algún episodio acerca de su vida. En cualquier caso, las historias que este intérprete cuentan son experimentadas simultáneamente por el usuario de la máquina como propias.

Otro campo de experimentación para explotar las posibilidades entre fabricación digital y percepción corporal es la sustitución sensorial. En diferentes experimentos se ha demostrado la gran plasticidad de la percepción humana y cómo es relativamente sencillo exportar una modalidad sensorial a través de otro sentido diferente. Típicamente, los experimentos en este sentido consisten en construir dispositivos que son capaces de convertir señales que normalmente captaría un sentido, y transformarlas en señales que puedan ser capturadas por otro. Por ejemplo, transformando señales de percepción visual o espacial en vibraciones perceptibles a partir del tacto (Bach-y-Rita *et al.*, 2003) o a través de sonido (Auvray *et al.*, 2007). Otros experimentos tratan de ir más allá de la mera sustitución y exploran cómo aumentar modalidades sensoriales, generando experiencias hápticas extendidas (Cassinelli *et al.*, 2006) o añadiendo nuevos sentidos como la percepción de campos magnéticos a través del tacto (Nagel *et al.*, 2005). En esta clave es importante destacar los esfuerzos para diseñar herramientas con diseños abiertos y asequibles para su fabricación casera, como es el ejemplo del [enactive torch](#), un dispositivo bastante simple para permitir un estudio de fenómenos de sustitución sensorial reduciendo las asunciones que se imponen sobre el funcionamiento de la percepción (Froese *et al.*, 2012). Por último y en un plano local, resulta muy destacable el sistema de visión por vibración desarrollado por la asociación [Makeroni](#).

## ■ 2.6. ORGANIZACIÓN Y LÍNEAS DE TRABAJO EN OTROS FAB LABS

En este último apartado se examina de manera sucinta formas de gestión y líneas de desarrollo de algunos fab labs cercanos que puede servir de inspiración para la configuración del laboratorio de fabricación de Etopia. Como se indicó en la introducción, no hay un formato estándar para los fab labs más allá de los principios que se establecen en la Fab Charter, lo que abre notables posibilidades a la experimentación institucional.

### A\_ Fab lab de Medialab Prado

Es uno de los *partner* colaboradores del proyecto europeo [Studiolab](#). Este laboratorio de fabricación tiene su sede en la antigua Serrería Belga, uno de los pocos ejemplos de arquitectura industrial que alberga Madrid y que cuenta actualmente con toda la maquinaria de fabricación digital que se le supone a un fab lab. La actividad de este laboratorio estaría centrada en tres ejes: actividades de taller para el desarrollo de proyectos de Medialab-Prado que permiten a los diseñadores construir sus prototipos, actividades de formación y de divulgación de técnicas de fabricación digital y, por último, trabajo de reflexión teórica de carácter crítico sobre la fabricación digital y su incidencia en los modelos de producción, distribución y consumo. El acceso a este espacio se lleva a cabo por la publicación periódica de convocatorias abiertas de proyectos para desarrollar en el fab lab y se ofrecen todas las semanas jornadas de puertas abiertas para visitar las instalaciones.

En cuanto a las líneas de investigación actuales en el fab lab de Medialab Prado, conviene resaltar [Autofabricantes: diseño Abierto y auto-fabricación colectiva de prótesis personales](#), que trata de buscar nuevos avances teóricos y técnicos que puedan ser aplicados en procesos de auto-fabricación colectiva de prótesis. La orientación del proyecto es afín a la señalada antes respecto a ExandoUnaMano, proyecto en el que se inspira en cuanto al tejido de redes entre comunidades de apoyo/fabricación y las familias. En segundo lugar, destaca [Escala digital](#), un proyecto que surge del campo de la fabricación digital pero que no se centra en la producción material, sino en investigar y reflexionar sobre las distintas experiencias de fabricación digital, en tanto que sirven para la transformación social, y a mejorar la accesibilidad de estos procesos a través de su divulgación y documentación.

### B\_ Future Everything

[Future Everything](#) es una organización de innovación artística y digital situada en Manchester y fundada a partir de un evento anual de arte, música y cultura digital. En todo caso, el fab lab lleva a cabo durante todo el año laboratorios de innovación digital en temas como datos abiertos, colaboración a distancia, y observación masiva del medio ambiente. Celebra también un concurso de arte internacional e innovación desde 2010. En el festival anual que mantiene, los artistas presentan trabajos, creaciones musicales, conferencias y participan en un evento concebido como un living lab, en el que se suceden los experimentos participativos de arte, sociedad y tecnología. Uno de los proyectos interesantes en el que Future Everything participa (en colaboración con otras entidades como el [Institut Català de Ciències del Clima](#), [Barcelona Supercomputing Center](#) y [Euporias](#)) es el proyecto [Ukko](#),

que tiene como objetivo generar pronósticos climáticos con una previsión de tiempo de unos cuantos meses, debido a que éste es el periodo de tiempo en que se organizan las necesidades de gestión de parques eólicos y otros productores de energía. A partir de los datos recogidos y de modelos climáticos más sofisticados, se está en condiciones de proporcionar nuevas formas para predecir, por ejemplo, las condiciones del viento en los próximos meses. Conforme a este método, han elaborado un [mapa interactivo](#) que permite visualizar las previsiones en los cambios eólicos en los próximos meses en cualquier región.

Estos proyectos de investigación se combinan con actividades de formación como por ejemplo [Future Makers](#), un programa de actividades y talleres para acercar a niños y niñas al uso de las tecnologías para el diseño y la creatividad. Para mejorar la inspiración, estas actividades se realizan en distintas galerías y museos, desde sesiones de Minecraft en la fortaleza romana Arbeia, a un hackathon de programación en Stephenson Railway Museum.

## C\_ Hirikilabs

[Hirikilabs](#) es el proyecto de laboratorio de fabricación de Tabakalera San Sebastián, que surge de la candidatura de Donostia capital cultural 2016. Al tratarse de un proyecto novedoso, que está asociado a la puesta en marcha de [Tabakalera](#), mantiene ciertas similitudes con el laboratorio de Etopia. En la organización de Hirikilabs hay tres líneas principales. En primer lugar, existen distintos grupos de trabajo, que a su vez impulsan diferentes líneas de desarrollo. En segundo lugar, existe un espacio de encuentro, [Hirikilabs Plaza](#), en el que los participantes ponen en común y comparten los distintos saberes para investigar, compartir y utilizar la maquinaria o recursos del fab lab en formato de taller abierto. Y, en tercer lugar, existe una línea de formación, [las Hirikikas](#), en la que se realizan actividades de formación a través de personas invitadas que ponen en común sus conocimientos para favorecer un proceso de aprendizaje colectivo posterior. Es interesante recalcar que este proyecto cuenta con una web muy completa en la que cualquiera puede conocer los distintos grupos de trabajo activos que existen, así como los avances que estos grupos van consiguiendo, las actividades de formación que hay previstas, y las convocatorias de espacios de encuentro en el Hirikilabs Plaza.

Una idea interesante que aporta este proyecto es el de [artesanos digitales](#). En el ámbito de las prácticas del *do-it-yourself*, combinan las técnicas de la artesanía tradicional con la fabricación digital. Este proyecto pretende acercar las posibilidades de las nuevas tecnologías a la ciudadana/o, para lo que es útil añadir la noción de artesano/a a la de maker y acercarse a todas aquellas personas que realizan su trabajo con las manos o con herramientas manuales para mostrar las posibilidades que ofrecen las nuevas tecnologías.

Por último, una de las iniciativas interesantes que han salido de Hirikilabs es [Sea Search Project](#), un proyecto de reciclaje de plásticos que se encuentran en el mar. Se recogen los plásticos que se encuentran como desechos marinos, se clasifican en función de sus características para el moldeado posterior y se realizan con ellos distintos objetos de diseño abierto como, por ejemplo, una silla.

## D\_ Fab lab de Sevilla

El fab lab de Sevilla funciona desde 2009 y forma parte de la Escuela Técnica de Arquitectura de Sevilla y también de la red internacional FabLab Network desde 2011. Su inscripción universitaria le permite contar con personal contratado o becarios para la gestión y el funcionamiento cotidiano. La comunidad de este fab lab está formada tanto por miembros estables de la comunidad universitaria como por otros profesores o estudiantes que hacen ahí las prácticas, así como por personas que ajenas a la institución pero afines al proyecto. Este fab lab se ha dotado de unas detalladas *normas de uso del laboratorio*, que abordan cuestiones relacionadas con el uso del laboratorio, la membresía, los horarios, la gestión de reserva de las máquinas, las tarifas de cobro por el uso de las máquinas y por el consumo de materiales. Esta regulación ha sido clave para crear la comunidad que da vida al fab lab porque, al establecerse de forma clara los protocolos de funcionamiento, se ha eliminado gran parte del trabajo burocrático y gerencial y se ha conseguido una gestión más abierta y colaborativa. Por ejemplo, para hacer uso del fab lab es requisito haber realizado un curso de una o dos semanas en el que se explica cómo funcionan las máquinas o cómo se gestionan los archivos, entre otras cuestiones. Esto aparte, hay máquinas que se pueden usar directamente como las impresoras 3D o que son de reparación fácil, mientras que otras, más especializadas, sensibles o demandadas, requieren autorización previa para su uso.

En cuanto a los costes de acceso, resulta interesante constatar que, aunque el uso de la maquinaria es en general gratuito para los proyectos docentes y los trabajos de relevancia para los objetivos del laboratorio (nuevos conocimientos que se aportarán al laboratorio, difusión o proyección de los trabajos, creación de redes...), también existen unas tarifas para los diferentes tipos de usuarios, diferenciando entre actividades propias de la Universidad de Sevilla y personas o empresas externas. También hay una penalización en el caso de que se realice una reserva y no se usen las horas reservadas.

En la puesta en marcha de este fab lab se llevó a cabo una actividad intensa de formación, orientada a mejorar las capacidades de acceso a las herramientas. En concreto, se realizaron más de 20 cursos de nivel alto gratuitos durante los primeros años, que, aunque formalmente estaban dirigidos a profesores, utilizando el plan propio de docencia de la Universidad de Sevilla, se pudieron hacer abiertos a cualquiera que quisiera asistir. Esos cursos derivaban posteriormente en espacios de diálogo e innovación. Además de estos espacios de formación y cooperación, en el fab lab se realizan proyectos propios que permiten demostrar las posibilidades del mismo. Para mantener y fortalecer la comunidad también se trata de compensar las líneas de trabajo más avanzadas o especializadas con espacios de formación abiertos dirigidos a un público más amateur (E2).

## ■ 3. PROPUESTAS DE LÍNEAS DE TRABAJO

A partir del diagnóstico y de los casos de estudio analizados, se presentan a continuación una serie de propuestas que pueden servir para fortalecer y ampliar las líneas de investigación y de producción que se llevan a cabo en los distintos laboratorios de Etopia, con el objetivo adicional de que el fortalecimiento de estas líneas redunde de forma importante en la consolidación y mayor inclusión de comunidades productivas relacionadas con el centro.

### ■ 3.1. FAB LAB DE ETOPIA

En esta sección se realizan algunas consideraciones y propuestas acerca del funcionamiento y condiciones de uso del mismo. Tal y como se expuso en el documento-idea 1 (Aguilera *et al.*, 2016, sección 5.2), convendría pensar un sistema de membresía como usuaria/o del centro, que permita, por un lado, registrar la capacitación de las/os usuarias/os para utilizar equipamientos concretos, incluyendo consideraciones de seguridad y, por otro, registrar grupos de trabajo y proyectos reconocidos por Etopia. De manera progresiva, esto permitiría también disponer de un perfil de usuario/a, dentro de una base de datos, sobre el que registrar sus actividades, cursos, retornos a la comunidad..., de manera que puedan reconocerse sus activos para el acceso a equipamientos, convocatorias, etc.

Se recomendaba también especificar qué espacios y equipamientos serían de acceso libre y cuáles quedaban condicionados a la membresía, así como sus condiciones concretas de acceso. Dada la diversidad y la especificidad de las máquinas y las condiciones de seguridad que su uso requiere, en los casos en los que fuera necesario, las/os usuarias/os deberían realizar unos talleres de formación establecidos para esos equipos para poder recibir el permiso de acceso y uso de los mismos. Una vez recibida la capacitación, las/os usuarias/os pueden tener acceso a los equipos a través de un sistema de reservas por tarifas o reconocimiento de contribuciones.

Por eso, se propuso una clasificación de los equipos en función de su accesibilidad, que se puede consultar en cuanto a sus detalles en el citado documento, señalando aquí solo los tipos básicos:

- Equipos de libre acceso
- Equipos accesibles con permisos o requerimientos de capacitación.

Aparte de esta condición, cabe distinguir a los espacios y equipos en virtud del sistema de acceso, sea éste completamente libre o mediante el sistema de reserva expuesto, y por su precio, sea gratuito o regulado mediante precio público, susceptible de modulación según el interés para el centro de su uso preferente por determinados perfiles de usuarios y comunidades.

Una última distinción se refiere a la movilidad posible de los equipos móviles, dentro y fuera de Etopia. Respecto a éstos sería interesante elaborar un listado de máquinas que, bien porque “sufrirán” menos al ser llevadas y traídas, bien por su facilidad de uso, o bien porque hay suficientes en el centro Etopia como para que la actividad del laboratorio no se resienta, puedan pertenecer al grupo de “equipamientos móviles” y ser ofertados como tal a otros agentes e instituciones locales.

## A\_ Uso de los diseños y las obras producidas. Devoluciones a la comunidad

Como se ha indicado en el diagnóstico, el libre intercambio de conocimiento favorece la innovación y a ello coadyuva la actual flexibilización de los regímenes de propiedad intelectual, a través de la generación de mecanismos jurídicos, como las licencias libres, que permiten asegurar que cualquiera pueda utilizar, modificar y redistribuir tanto las tecnologías como los productos que se realizan con ellas. Para que el conjunto de las comunidades puedan beneficiarse de la producción realizada con estos medios, se recomienda promover el uso de esas licencias libres, como [cc by-sa](#) y se favorezca la documentación en abierto de los diseños.

## B\_ Vínculos con otros fab labs

En el ecosistema actual, tiene menos sentido actuar como un centro con una producción aislada, en la medida en que la mayor parte de los avances proceden de la compartición y colaboración respecto a los avances de los distintos agentes que componen una red. Por lo tanto, sería aconsejable entrar a formar parte de red global Fab Lab Network, compuesta por unos 500 fab labs, nueve de ellos en el Estado Español. Algunos de ellos, como se indicó, están ligados a universidades, con el caso del Fab Lab de Sevilla o el de Valencia, mientras que otros forman parte de centros análogos a Etopia, como el Fab Lab de Asturias respecto al Centro de Arte y Creación Industrial LABoral. En cualquier caso, el proceso de incorporación es bastante sencillo, ya que basta con asumir unos principios compartidos de organización y funcionamiento resumidos en la Fab Charter y contar con equipos similares a los existentes en otros fab labs, además de la disposición de trabajar en red.

Por supuesto, existen otras redes de innovación más allá de la citada red de fab labs, respecto a las que sería interesante estudiar la adscripción. Al menos, cabría valorar la red [Studio Labs](#), en la que se integran 13 centros europeos, entre ellos MediaLab Prado de Madrid, que compaginan el arte, la investigación, la ciencia y diseño experimental.

## C\_ Vínculos con otros espacios de la ciudad

Es interesante también establecer formas de interacción con otros espacios de iniciativas ciudadanas a los que se pueda aportar tecnología y formación y de los que se pueda recibir interacción e innovación social. Etopia puede formar una red con espacios como la Harinera Zgz, el CSC Luis Buñuel o la Colaboradora, en la que se pueden dar interacciones muy útiles para el laboratorio de fabricación a la hora de plantear líneas



de investigación y producción que tengan como desencadenante y motivación una necesidad social. Esto ayudaría a generar un tejido social que atravesase al centro y a cambio Etopia podría aportar formación y tecnología que sirvan para enriquecer los otros espacios. En este punto, conviene repasar lo aportado en el documento-idea 1 (Aguilera *et al.*, 2016, sección 5.9) sobre relaciones de las comunidades de Etopia con otros centros y proyectos. Asimismo conviene explorar el interés de intensificar las relaciones entre estos laboratorios de fabricación y centros escolares de distintos niveles académicos, como detallamos en el documento-idea 2 (Vila-Viñas, 2016, sección 4.4).

## D\_ Cuidados

Los fab labs se caracterizan por ser espacios en los que se experimenta, no solamente con los procedimientos técnicos o científicos para encontrar un determinado resultado, sino también con la manera de producir y con la relación entre quienes experimentan. El objetivo es, por lo tanto, que se conviertan en espacios en los que se huye de la verticalidad, en los que no hay una jerarquía dada en torno al conocimiento, en los que se favorece el aprendizaje de cualquiera a partir de una disposición abierta del conocimiento colectivo. Pero también en espacios de convivencia capaces de servir a la cristalización de una comunidad y eso tiene lugar a partir de la valorización del afecto que conlleva esta disposición generosa y abierta de compartir lo que se sabe. Por contraste a lo que suele suceder en los espacios regidos exclusivamente por las dinámicas de mercado, en los que esta razón prima sobre cualquier otra en su organización, en un fab lab la innovación procede tanto de la compartición técnica como de la mejora de las relaciones afectivo-productivas que se establecen en esas formas generosas de aprender y producir. Los cuidados están por tanto muy presentes en las comunidades de un fab lab, al menos en aquellos que se disponen tal y como se expone en la Fab Charter (Sánchez-Laulhé y Olmo, 2011). La importancia y potencia de los equipamientos de los laboratorios queda en segundo plano cuando se comprende la dimensión social de esta producción. Tal y como comenta C. Vega (2009) "las relaciones están en el centro de esos procesos productivos, dejando el objeto producido de ser objeto y pasando a ser vida social misma".

## ■ 3.2. FOMENTO DE NUEVAS LÍNEAS DE TRABAJO

En este apartado, se propone una serie de campos de experimentación y de desarrollo que podrían incorporarse a la actividad a fomentar por parte de las comunidades, en particular en relación con el laboratorio de fabricación de Etopia. La puesta en marcha de estas líneas, que están funcionando en otros contextos análogos, podría llevarse a cabo a través de convocatorias que fueran acompañadas de seminarios iniciales, eventos o jornadas. La idea es, además, que el esfuerzo de impulsar estas líneas de producción sirva también para establecer comunidades productivas en torno a ellas que tengan posteriormente la capacidad de gestionarlas de manera más autónoma. Se abre así la posibilidad de que, en esas líneas, surjan variaciones o proyectos derivados que amplíen tanto la diversidad de los mismos, como la usabilidad de los equipamientos.

## A\_ New Media Art

El arte de los nuevos medios o New Media Art, es el arte que creado a partir de las nuevas tecnologías o que, al menos, las incorpora de alguna manera. Se denominan así aquellas manifestaciones artísticas que utilizan el soporte audiovisual electrónico o digital en el proceso de producción o exhibición: videoarte, arte de transmisión, arte electrónico y robótico, instalaciones multimedia, arte interactivo, net.art, fotomontaje digital, realidad virtual, mediaperformances, cine expandido, experimental, inteligencia artificial y telepresencia, etc. El concepto de New Media Art es pretendidamente amplio y engloba otros de uso común, como *arte digital*, *arte electrónico*, *arte multimedia* y *arte interactivo*. Es evidente que la confluencia del arte con las nuevas tecnologías está siendo muy fértil, no solamente por las nuevas posibilidades de creación, sino también por el potencial excepcional de alcanzar un amplio tejido social y las posibilidades de difuminar la brecha entre espectador y productor de la obra artística (Bedía, 2016; Vila-Viñas, 2016, sección 4.2). En sintonía con lo que se ha destacado en el documento, dentro del New Media Art, las nuevas tecnologías están dando lugar a un nuevo paradigma de lo artístico que implica una democratización del proceso creativo, además de una explosión de las formas artísticas, en las que el valor de la obra no está tanto en un “aura” de lo auténtico, lo único, lo misterioso o lo irreplicable, sino que el arte se materializa como producción de realidad en obras que son interactivas y se actualizan en cada una de sus representaciones (Iglesias, 2016).

Dentro del arte de nuevos medios, hay líneas de trabajo que están vinculadas a procesos de fabricación digital, combinados con electrónica, software y programación en busca de experiencias inmersivas e interactivas, creación de instalaciones, que no renuncian al objeto físico. En este caso, la comunidad artística tiene una presencia muy importante en muchos fab labs, donde pueden acceder a equipamientos y beneficiarse del ambiente de trabajo multidisciplinar y de conocimientos compartidos, que les permite crear piezas de enorme complejidad técnica desde cero.

En Etopia, hay distintos proyectos que ya trabajan en ese sentido. Entre ellos cabe destacar por su interés el proceso de construcción de [P11](#), una escultura interactiva desarrollada mediante juegos de espejos, matrices de iluminación y diferentes tipos de sensores que analizan el entorno para generar, a través de la informática, una respuesta lumínica y sonora, creando de este modo una obra variable que interactúa con el público y el espacio. Este trabajo conjuga tecnologías analógicas, programación informática, diseño electrónico y procesos de fabricación digital, de manera que resulta un ejemplo bastante claro del tipo de producción artística aludido, y su viabilidad en el entorno de Etopia.

Se trataría de incorporar a más agentes y comunidades a estas líneas ya instaladas en el centro, a través de la formación, con la puesta en marcha a partir de la dotación de recursos, de seminarios y talleres abiertos que fueran regulares y que estuvieran encaminados, no solamente a mostrar las producciones y sus procesos experimentales a un público interesado, sino a agregar a estos individuos interesados en grupos de trabajo (Aguilera *et al.*, 2016, sección 5.2), que pudieran elaborar proyectos de una duración bastante amplia como para consolidar comunidades en torno a este ámbito de creación. Para hacer efectiva esta línea, con-

vendría implicar a grupos de investigación de la Universidad de Zaragoza, que trabajan en ámbitos como la robótica, las tecnologías corporizadas, la percepción sensorial aumentada, entre otras disciplinas.

## B\_ Wearables

Una vertiente en el ámbito de la interacción de la tecnología con los cuerpos vivos, es la que tiene que ver con un campo de experimentación más heterogéneo que fluctúa entre lo artístico, lo técnico, lo médico y lo ergonómico, en el que se juega a difuminar las fronteras entre las acciones del cuerpo y los procesos tecnológicos. Ello da lugar a dispositivos que permiten generar nuevos canales de expresión artística a través de la interacción con los mecanismos del cuerpo, innovar soluciones de tipo médico, por ejemplo respondiendo a alguna carencia sensorial o de movilidad, o incluso experimentar con formas de capacidad sensorial añadida en los cuerpos.

Dentro de este amplio campo están los *wearables*, esto es, una tecnología que se puede vestir. Los wearables son dispositivos tecnológicos que se llevan sobre, debajo o incluidos en la ropa o bien anclados de alguna forma en el cuerpo para realizar alguna función específica. Telas, luces, sensores, un procesador, una tarjeta de conexión pueden ser los elementos de estos dispositivos. Este tipo de tecnología se ha empezado a extender hace muy pocos años y lo está haciendo muy rápidamente, a la par que se delimitan multitud de funcionalidades *en distintos ámbitos*, como el deporte, la medicina, la moda o el arte. Desde prendas infantiles que indican y mandan una señal al smartphone cuando el bebé tiene fiebre, cascos de bomberos que monitorizan los niveles de oxígeno y la temperatura que soporta el bombero durante los trabajos de extinción o que incorporan un localizador GPS, hasta sudaderas con leds que iluminan las calles oscuras mientras corres y cuentan también la distancia recorrida, el ritmo cardíaco, las calorías quemadas y el rendimiento a lo largo de un conjunto de sesiones deportivas. Y aunque las grandes empresas tecnológicas y no tecnológicas están ofreciendo dispositivos wearables (Google y las Google Glass o la gorra Checklight de Rebook con sensor de golpes en la cabeza dirigida a los usuarios competidores en los deportes de impacto), también en el terreno del DIY están disparándose los proyectos que avanzan en esta línea. Cada vez más en los laboratorios sociales abiertos, se trabaja con hardware y software libre para diseñar este tipo de dispositivos wearables que extienden las capacidades del cuerpo humano y a los que se les puede encontrar infinidad de aplicaciones.

Por ejemplo, se hacen dispositivos tecnológicos cinéticos aplicados en el cuerpo y que se activan con el movimiento muscular, de forma que prolongan y amplían el lenguaje corporal y permiten *expresar emociones de forma innovadora*. También hay wearables que permiten *comunicarse de forma discreta* con otra u otras personas emitiendo una señal que sólo es recibida por esas personas. Otros emiten sonido que va variando de forma interactiva de acuerdo a los *movimientos del cuerpo*, lo que inspira un movimiento más creativo. Éstos encuentran aplicaciones en educación, en terapias y en artes escénicas. Asimismo, se practica con dispositivos que tienen funciones *ergonómicas y preventivas* respecto a las lesiones posturales en trabajadoras/es que permanecen durante horas frente a un ordenador y se conectan a aquellas partes del cuerpo que más sufren por las posturas adoptadas mientras trabajan, de manera que los sensores envían la información del

cuerpo y un juego integrado en el escritorio del ordenador le avisa e incentiva a que realice determinados movimientos que previenen las lesiones.



Figura 3\_  
Wearables. CC by Jean Baptiste Paris

Como se observa, estos dispositivos pueden tener funciones potencialmente ilimitadas, aunque es relevante incidir en aquellas con una mayor capacidad para establecer alianzas entre las/os diseñadoras/es y las personas a priori ajenas al mundo de la fabricación pero que, sin embargo, amplíen el campo de posibilidades que pueden ofrecer estos dispositivos. Para que estas nuevas formas de fabricación abiertas y más accesibles impliquen un empoderamiento ciudadano, tiene que darse esta conjunción entre las dos capas, técnicas y sociales, que con frecuencia aparecen escindidas. Esta relación podría incrementarse, por ejemplo, a través de sesiones de trabajo a partir de los proyectos que ya se están implementando en el centro, de manera que puedan incorporar nuevas perspectivas y agentes, plantear dudas acerca de otras funcionalidades de los trabajos desarrollados, etc.

En definitiva, impulsar esta línea de trabajo sobre wearables en Etopia puede permitir, además, preparar el terreno para que otros proyectos similares como los que hemos expuesto en los casos de estudio que tienen que ver con las tecnologías corporizadas, la percepción sensorial aumentada, o los dispositivos protésicos puedan ser posteriormente puestos en marcha.

## C\_ Food-Lab: producción e intercambio local de alimentos

El movimiento de los fab labs está relacionado con el interés de recuperar las capacidades de producción a nivel ciudadano. La tendencia de la fabricación digital es afectar a todos los ámbitos de la vida, al igual que los ordenadores nos convierten en productores de información o los smartphones habilitan a cualquier para hacer, editar y publicar sus propias fotos. En esta línea, también se pretende aprovechar estas oportunidades en el ámbito de la alimentación.

Se trata, en definitiva, de utilizar las nuevas tecnologías de la información y de la producción, así como los conocimientos obtenidos de los diversos movimientos de código abierto (Open Source, Open Hardware...),

para diseñar cadenas locales de producción de alimentos más ecológicos, que sean menos jerárquicas y tan productivas como la industria alimentaria actual. Es decir, contribuir a través de las nuevas tecnologías a desarrollar nuevos modelos socioeconómicos para las cadenas de producción de alimentos que ya están en marcha. Usando las nuevas tecnologías y las nuevas formas de conectividad, se pueden buscar soluciones que intensifiquen la producción y la distribución local de alimentos. Por ejemplo, el acceso abierto a la información sobre estas cadenas permitiría diluir la brecha entre productoras/es (que conocen) y consumidoras/es (que desconocen). Un repositorio con documentación accesible sobre el ciclo de vida de los alimentos y los conocimientos técnicos necesarios para el cultivo, junto con diseños abiertos para las herramientas necesarias, pequeños proyectos de automatización o incluso de invernaderos con información en tiempo real sobre la evolución de los cultivos... Todo ello introduciría nuevos públicos, hibridando los saberes propios de las disciplinas implicadas.

Este proyecto es interesante, también, en la medida en que se puede interaccionar y establecer sinergias con otras iniciativas de producción y consumo agroecológico, con mayor peso de las relaciones presenciales y el trabajo compartido, como el [\*Espacio de Grupos de Consumos y Productores Ecológicos de Aragón, Sabores próximos\*](#) o con proyectos de distribución y consumo como la [\*Muestra agroecológica de Zaragoza\*](#) o [\*La Huertaza\*](#), así como con los proyectos de formación y sensibilización que impulsa el [\*Centro de Estudios Rurales y de Agricultura Internacional en Aragón \(CERAI\)\*](#).

## D\_ Energía distribuida. Experimentación sobre consumo y producción energética abiertos

Otra línea interesante de acción procedería de la colaboración con agentes locales como [\*Som Energia Aragón\*](#) o grupos especializados de la [\*Universidad de Zaragoza\*](#), con el objetivo de promover proyectos de experimentación sobre energía abierta y distribuida. Esa colaboración podría consistir en diseñar dispositivos y guías de intervención para recuperar placas solares térmicas sin uso instaladas en tejados (Velasco, 2015), o incidir sobre las problemáticas asociadas con los datos y privacidad de [\*contadores inteligentes\*](#) (Mosquera, 2014).

Más a largo plazo, podría ser interesante interaccionar con proyectos como el [\*Green Fab Lab\*](#), promovido por IAAC (Instituto de Arquitectura Avanzada de Cataluña), que trabaja hacia la creación de un hábitat autosuficiente en la finca de Can Valldaura en el Parque Natural de Collserola, en el área metropolitana de Barcelona. Este proyecto cuenta con laboratorios para la producción de energía, los alimentos y las cosas, y desarrolla programas académicos en asociación con los principales centros de investigación de todo el mundo. Se trataría de incorporarse a la discusión acerca de cómo impulsar a la ciudad hacia un escenario de energía distribuida, en la que la ciudadanía pueda pasar de ser mera consumidora de energía a participar en la producción y la gestión del sistema energético, a través de su mayor conocimiento y empoderamiento en la materia (Rifkin, 2011). Algunas líneas a impulsar en este sentido podrían ser experimentación con estructuras distribuidas de generación de energía (Dafermos *et al.*, 2015, pp.256-257), como turbinas eólicas

o biodigestores de código abierto. El diseño de estas tecnologías está disponible de manera gratuita, bajo licencias libres y su coste resulta además muy inferior a sus productos propietarios equivalentes<sup>54</sup>.

Asimismo, sería interesante incidir en la alfabetización energética, por ejemplo a través de actividades como las ya realizadas en Etopia en colaboración con el HowLab de fabricación de contadores eléctricos independientes. En cualquier caso, el principal atractivo de desarrollar una línea de estudio y experimentación de tecnologías de código abierto aplicadas a la energía sería facilitar la colaboración e impulso de una comunidad de investigadoras/es, profesionales y aficionadas/os que sostuviera estas prácticas implementándolas en el contexto local.

## 4. CONCLUSIÓN

Los rápidos avances que están teniendo lugar en los diferentes ámbitos de la ciencia y las nuevas tecnologías, así como las profundas transformaciones que éstas provocan en las formas de vida en nuestras ciudades, nos sitúan ante un escenario paradójico en el que la amplia gama de posibilidades que se ofrecen se confronta con la necesidad de que éstas se gestionen de forma que puedan ser dirigidas, no solamente para fines comerciales, sino fundamentalmente hacia el empoderamiento y el bienestar de las personas. En este documento se han mostrado distintos ejemplos relacionados con la fabricación digital, con la energía, con dispositivos tecnológicos que interaccionan con la actividad de cuerpos humanos y que constatan en definitiva, la existencia de un nuevo paradigma productivo en el que las capacidades materiales que vienen dadas por el conocimiento tecnológico y científico abierto y compartido se encuentran cada vez más descentralizadas, lo que supone un empoderamiento del ciudadano en cuanto que aumenta su capacidad de hacer. Para que el actual desarrollo científico-tecnológico nos permita resolver la mayor parte de nuestros retos sociales y ecológicos, para que sirva realmente para el progreso y sea una herramienta liberadora, es necesario que este desarrollo multiplique los espacios y las ocasiones de autonomía personal y comunitaria. En definitiva, es necesario que esté al servicio de la gente (Pérez de Lama, 2015). El centro de arte y tecnología Etopia con su potencial de recursos y equipamientos ha sido concebido desde el principio como lugar abierto al servicio de ésta, lo cual es sin duda una gran oportunidad a la que este documento pretende contribuir.

<sup>54</sup> Por ejemplo, el coste de las tecnologías de energía hidroeléctrica de código abierto a pequeña escala (<http://practicalaction.org/small-scale-hydro-power-2>), en un ámbito de fabricación local, es aproximadamente un tercio de los productos propietarios equivalentes y pueden aplicarse esos mismos supuestos para las tecnologías de turbina eólica de pequeña escala fabricadas en un contexto local (Pearce, 2012).

## ■ 5. REFERENCIAS

### ■ 5.1. BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, M., Vila-Viñas, D., Valenzuela, G., & Quintana, A. (2016). Gobernanza del común y participación ciudadana. En D. Vila-Viñas, M. Aguilera, G. Valenzuela, & A. Quintana (Eds.), *Etopia\_Ciudadana. Comunidades productivas para la economía social del conocimiento*. Zaragoza: Universidad de Zaragoza. Recuperado a partir de <http://etopiaciudadana.unizar.es/>
- Anderson, C. (2012). *Makers: The New Industrial Revolution*. New York: Penguin.
- arquitecturacontable. (2015, enero 3). #AllPowerToThePeople. Ciudad, energía, sostenibilidad, commons. Recuperado a partir de <https://arquitecturacontable.wordpress.com/2015/01/04/allpowertothepeople-ciudad-energia-sostenibilidad-commons/>
- Auvray, M., Hanne-ton, S., & O'Regan, J. K. (2007). Learning to perceive with a visuo-auditory substitution system: localisation and object recognition with «the vOICe». *Perception*, 36(3), 416-430.
- Bach-y-Rita, P., Tyler, M. E., & Kaczmarek, K. A. (2003). Seeing with the brain. *International journal of human-computer interaction*, 15(2), 285-295.
- Bedía, M. (2016). *Relación entre las prácticas artísticas, científicas y los públicos*. Universidad de Zaragoza.
- Cassinelli, A., Reynolds, C., & Ishikawa, M. (2006). Augmenting spatial awareness with haptic radar (pp. 61-64). Presentado en *Wearable Computers, 2006 10th IEEE International Symposium on*, IEEE.
- Dafermos, G. (2015). Fabricación: diseño abierto y fabricación distribuida. En D. Vila-Viñas & X. E. Barandiaran (Eds.), *Buen Conocer - FLOK Society. Modelos sostenibles y políticas públicas para una economía social del conocimiento común y abierto en el Ecuador* (pp. 457-490). Quito: IAEN - CIESPAL. Recuperado a partir de <http://book.floksociety.org/ec/2/2-3-fabricacion-diseno-abierto-y-fabricacion-distribuida>
- Dafermos, G., Kotsampopoulos, P., Latoufis, K., Margaris, I., Rivela, B., Washima, F. P., ... López, J. (2015). Energía: conocimientos libres, energía distribuida y empoderamiento social para un cambio de matriz energética. En D. Vila-Viñas & X. E. Barandiaran (Eds.), *Buen Conocer - FLOK Society. Modelos sostenibles y políticas públicas para una economía social del conocimiento común y abierto en el Ecuador* (pp. 491-537). Quito: IAEN - CIESPAL. Recuperado a partir de <http://book.floksociety.org/ec/2/2-4-energia-conocimientos-libres-y-empoderamiento-social-para-un-cambio-de-matriz-energetica>
- Dafermos, G., & Vivero-Pol, J. L. (2015). Agroalimentación: sistema agroalimentario abierto y sustentable en Ecuador. En D. Vila-Viñas & X. E. Barandiaran (Eds.), *Buen Conocer - FLOK Society. Modelos sostenibles y políticas públicas para una economía social del conocimiento común y abierto en el Ecuador* (pp. 345-400). Quito: IAEN-CIESPAL. Recuperado a partir de <http://book.floksociety.org/ec/2/2-1-sistema-agroalimentario-abierto-y-sustentable-en-ecuador>

- Froese, T., McGann, M., Bigge, W., Spiers, A., & Seth, A. K. (2012). The Enactive Torch: A New Tool for the Science of Perception. *IEEE Transactions on Haptics*, 5(4), 365-375. <http://doi.org/10.1109/TOH.2011.57>
- FundacionCerezalesAntoninoyCinia, & Fundacion Cerezales Antonino y Cinia. (2015, enero 23). Hacendera Abierta - ¿Qué es? Recuperado a partir de <http://practicable.cc/2015/01/23/hacendera-abierta-que-es/>
- Gershenfeld, N. (2012). How to Make Almost Anything: The Digital Fabrication Revolution. *Foreign Affairs* (91)
- Godoy, J. F. (1994). Biofeedback y Deportes: Potenciales líneas de actuación.
- Golinelli, S., Vega-Villa, K., & VillaRomero, J. F. (2015). Biodiversidad: ciencia ciudadana, saberes ancestrales y biodiversidad aplicada en la economía social del conocimiento. En D. Vila-Viñas & X. E. Barandiaran (Eds.), *Buen Conocer – FLOK Society. Modelos sostenibles y políticas públicas para una economía social del conocimiento común y abierto en el Ecuador* (pp. 401-456). Quito, Ecuador: IAEN - CIESPAL. Recuperado a partir de <http://book.floksociety.org/ec/2/2-2-biodiversidad-ciencia-ciudadana-saberes-ancestrales-y-biodiversidad-aplicada-en-la-economia-social-del-conocimiento>
- Hummels, C.C.M., Vinke, A.A., Frens, J.W. & Hu, J. (2011). Competency-centered education for designing interactive and intelligent products. *Creation and Design*, 13(2), 4-17.
- Iglesias, R. (2016). *Arte y robótica. La tecnología como experimentación estética*. | LMI. Madrid: Casimiro Libros. Recuperado a partir de <http://www.lmi-ub.org/es/arte-y-rob%C3%B3tica-la-tecnolog%C3%ADa-como-experimentaci%C3%B3n-est%C3%A9tica>
- Lazalde, A., Torres, J., & Vila-Viñas, D. (2015). Hardware: ecosistemas de innovación y producción basados en hardware libre. En D. Vila-Viñas & X. E. Barandiaran (Eds.), *Buen Conocer – FLOK Society. Modelos sostenibles y políticas públicas para una economía social del conocimiento común y abierto en el Ecuador* (pp. 695-728). Quito, Ecuador: IAEN - CIESPAL. Recuperado a partir de <http://book.floksociety.org/ec/4/4-1-hardware-ecosistemas-de-innovacion-y-produccion-basados-en-hardware-libre>
- Lazalde, A. (2014, feb 28). Cómo llevar tecnología a los agricultores tanzanos. Recuperado 6 de febrero de 2016, a partir de [http://www.eldiario.es/turing/Eugenio\\_Tisselli-smartphones-Tanzania\\_0\\_105690063.html](http://www.eldiario.es/turing/Eugenio_Tisselli-smartphones-Tanzania_0_105690063.html)
- Maxigas. (2012). Hacklabs and hackerspaces – tracing two genealogies. *Journal of Peer Production*.
- Mosquera, P. (2014, mayo 23). 7 preguntas sobre contadores inteligentes. Recuperado a partir de <http://www.energias-renovables.com/articulo/7-preguntas-sobre-los-contadores-inteligentes-20140523>
- Nagel, S. K., Carl, C., Kringe, T., Martin, R., & König, P. (2005). Beyond sensory substitution—learning the sixth sense. *Journal of neural engineering*, 2(4), R13.
- Papanek, V. J. (1984). *Design for the Real World: Human Ecology and Social Change*. Academy Chicago.
- Pastor, J. (2014, mayo 17). De patentes e idealismo: ¿Se aprovecha MakerBot de su comunidad? Recuperado a partir de <http://www.xataka.com/makers/de-patentes-e-idealismo-se-aprovecha-makerbot-de-su-comunidad>
- Pearce, J. M. (2012). The case for open source appropriate technology. *Environment, Development and Sustainability*, 14(3), 425-431. <http://doi.org/10.1007/s10668-012-9337-9>



- Pérez de Lama, J. (2009). WikiPlaza and other FLOS [Free Libre Open Source] heterotopias. Proceedings of Futur en Seine.
- Pérez de Lama, J. (2015). Nota sobre red de Fab Labs para su integración en los Servicios Generales de Investigación de la Universidad de Sevilla. Recuperado a partir de [http://hackitectura.net/osfavelados/2015\\_16\\_fablab/zaragoza/20150630\\_borrador\\_v02\\_us.pdf](http://hackitectura.net/osfavelados/2015_16_fablab/zaragoza/20150630_borrador_v02_us.pdf)
- Pérez de Lama, J., Bocanegra, A. J. L., & Carretero, N. J. V. (Eds.). (2014). Yes, We Are Open! Sevilla: RUBooks.
- Rifkin, J. (2011). La Tercera Revolución Industrial: Cómo el poder lateral está transformando la energía, la economía y el mundo. Barcelona: Paidós.
- Sánchez, J.M. y Olmo, J. J. (2011) La fabricación digital y la producción de cuidados en Fabworks Diseño y fabricación digital para la arquitectura. Docencia, investigación y transferencia [https://issuu.com/pabloherrera/docs/fabworks\\_2011\\_low\\_update/87](https://issuu.com/pabloherrera/docs/fabworks_2011_low_update/87)
- Vega, C. (2009) Culturas de cuidados en transición, Editorial UOC Universitat Oberta de Catalunya
- Velasco, J. L. (2015, febrero 2). El 31% de los pisos de Valdespartera tienen un consumo de energía alto pese a ser bioclimáticos. Heraldo de Aragón. Recuperado a partir de [http://prensa.unizar.es/noticias/1502/150202\\_z0\\_H10.pdf](http://prensa.unizar.es/noticias/1502/150202_z0_H10.pdf)
- Vercellone C., (2009), Crisi della legge del valore e divenire rendita del profitto. Appunti sulla crisi sistemica del capitalismo cognitivo, Andrea Fumagalli, Sandro Mezzadra. Crisi dell'economia globale, Ombre Corte, Verona, Italie, pp.71 pages-99 pages, 2009 pages, UNINOMADE
- Vila-Viñas, D. (2016). Articulación de las inteligencias colectivas. En D. Vila-Viñas, M. Aguilera, G. Valenzuela, & A. Quintana (Eds.), Etopia\_Ciudadana. Comunidades productivas para la economía social del conocimiento. Zaragoza: Universidad de Zaragoza. Recuperado a partir de <http://etopiaciudadana.unizar.es/>
- Virno, P. (2003). Gramática de la multitud. Traficantes de Sueños. Recuperado a partir de <http://www.traficantes.net/sites/default/files/pdfs/Gramática%20de%20la%20multitud-TdS.pdf>

## ■ 5.2. ENTREVISTAS Y SESIONES COLABORATIVAS

- **(E2)** Entrevista a José Pérez de Lama, profesor de la Universidad de Sevilla, fundador y director del Fablab Sevilla. 15/10/2015. Mumble.
- **(E5)** Entrevista a Pablo Murillo, fundador de ArduTEKA y Factoria Maker. 10/11/2015. Etopia.
- **(EG5)** Entrevista con la asociación cultural Makeroni Labs, dedicada a la fabricación digital, entre otras actividades. 11/11/2015. Local comercial.
- **(SC2)** Sesión colaborativa 2, destinada a analizar el estado de la cooperación entre comunidades e instituciones de los entornos de REAS, La Harinera, CSC Luis Buñuel y Etopia. 22/12/2015. Etopia.