

Oportunidades y retos de la cultura maker para la digitalización de la sociedad española*

Challenges and opportunities of maker culture for the digitalization of Spanish society

RÁUL TABARÉS GUTIERREZ

raul.tabares@tecnalia.com

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-8149-3534>

TATIANA BARTOLOMÉ CAMPINO

<https://orcid.org/0000-0002-7429-2232>

JORGE GARCÍA VALBUENA

<https://orcid.org/0000-0002-7974-1324>

Industria y Movilidad.

TECNALIA, Basque Research and Technology Alliance

Parque Científico y Tecnológico de Bizkaia, Astondo Bidea, Edificio

700. E-48160 Derio (Bizkaia) (SPAIN)

DOI: <https://doi.org/10.24197/st.2.2022.206-227>

RECIBIDO: 01/04/2020

ACEPTADO: 26/07/2022

Resumen: La popularización de la "cultura maker" ha facilitado la aparición de diversos espacios a nivel mundial que facilitan la difusión de conocimientos y habilidades asociados a tecnologías emergentes. Este artículo hace un repaso de su surgimiento, con especial énfasis en el territorio español y analizando dos casos de institucionalización (Ikaslab Sarea y Xarxa d'Ateneus de Fabricació). Argumentamos que la institucionalización de estos espacios debe alejarse de enfoques tecnocentristas y apostar por un modelo basado en el desarrollo de habilidades, valores y experiencias que contribuyan a una digitalización responsable.

Abstract: The popularization of the "maker culture" has facilitated the emergence of various spaces worldwide that facilitate the dissemination of knowledge and skills associated with emerging technologies. This article analyzes them with special emphasis on the Spanish territory. Focusing on two institutionalization examples of this type of spaces (Ikaslab Sarea and Xarxa d'Ateneus de Fabricació), we explore the opportunities and challenges they present for citizen empowerment. We argue that the institutionalization of these spaces should move away from technocentric approaches and bet on a model based on the development of skills,

* Este trabajo se ha realizado en el marco del Proyecto de Investigación "OPENMAKER", financiado por la CE a través del programa Horizonte 2020 y con número de contrato 687941.

Palabras clave: culturas digitales; digitalización responsable; makers, estudios de innovación; espacios maker.

values and experiences that contribute to a responsible digitalization.

Keywords: digital cultures; responsible digitalization; makers; innovation studies: makerspaces.

1. INTRODUCCIÓN

El “movimiento maker” es el término que acuñó Dale Dougherty para referirse a todos aquellos entusiastas y apasionados de las tecnologías libres, que disfrutan desarrollando nuevos objetos a través de proyectos innovadores y colaborativos, y que gracias a las posibilidades que brinda Internet pueden estar en contacto unos con otros (Dougherty, 2012). Sus orígenes están íntimamente entrelazados a la expiración de una serie de patentes en la microelectrónica y la fabricación digital que permitieron el desarrollo de innovaciones de diseño abierto como *RepRap* o *Arduino* (Buechley & Hill, 2010), las cuales se difundieron mundialmente gracias a Internet y la Web a través de comunidades on-line (Corona-Rodríguez, 2018).

El movimiento maker bebe de múltiples influencias que van desde la irrupción de la radio pirata durante los años '20 (Haring, 2008) o el popular *Tech Model Railroad Club* del *Massachusetts Institute of Technology* (MIT) (Levy, 2010). Otras más recientes como la ética hacker (Himanen, 2002) y el “*Do It Yourself*” (DIY) (Kuznetsov & Paulos, 2010) también son claramente identificables en este fenómeno. El DIY abarca tres grandes áreas como son el diseño, el arte y la artesanía (Atkinson, 2006), y se caracteriza principalmente por la falta de ayuda profesional para el desarrollo de proyectos y/o tareas que tienen como objetivo la producción y/o modificación de artefactos u objetos. Por su parte, la ética hacker bebe de los pioneros del software libre como Richard Stallman y Linus Torvalds, y de su motivación intrínseca a la hora de programar y mejorar el código de manera abierta y colaborativa a través de una comunidad de desarrolladores (Himanen, 2002).

Actualmente, el movimiento maker está impulsando una nueva cultura de apropiación social de la tecnología la cual está influenciada por el DIY y por la ética hacker (Tabarés, 2018), pero cuyo ámbito de actuación es mucho mayor, gracias al desarrollo de lo que se conoce como “hardware abierto” (Buechley & Hill, 2010). La apropiación social de las tecnologías digitales se caracteriza por su “uso efectivo” y el desarrollo de habilidades y destrezas asociadas a estas tecnologías, y no por la mera transmisión de conocimientos (Echeverría, 2008). Así mismo, los imaginarios colectivos y sus representaciones simbólicas juegan un papel muy importante a la hora de que estas tecnologías sean adoptadas por la sociedad (Toboso-Martín, 2014).

Las herramientas de código libre asociadas al movimiento maker suelen englobar impresoras en 3D, microcontroladores, escáneres en 3D, cortadoras láser y otro tipo de máquinas que han permitido que esta nueva clase de emprendedores sociales puedan desarrollar proyectos que fusionan el mundo real con el virtual, a través de artefactos fabricados en espacios de fabricación no convencionales. Además del uso de estas herramientas, el movimiento maker también se apoya en diversas plataformas digitales como Thingiverse¹ o

¹ <https://www.thingiverse.com/>

Hackster², que permiten a multitud de usuarios acceder a diseños libres, tutoriales, recursos y guías con los que desarrollar proyectos de todo tipo. Esto permite que la información incorporada a estas plataformas pueda ser descargada, compartida, modificada y reutilizada de muy diferentes formas por todo tipo de usuarios a escala mundial. Esto se ha revelado como una fuente de innovación para luchar contra retos sociales, como en el reciente caso de la pandemia, donde diversas comunidades de innovadores por todo el mundo colaboraron en el desarrollo de pantallas destinadas a sanitarios en su lucha contra la COVID-19 (Corsini et al., 2021).

Otro de los baluartes en los que se apoya el movimiento maker es la proliferación de diversos laboratorios urbanos de fabricación en buena parte de la geografía mundial usualmente denominados como *hackerspaces*, *makerspaces* o *fab labs* (Niaros et al., 2017). Estos espacios suelen estar dotados del equipamiento necesario para desarrollar proyectos de fabricación tan dispares como máquinas recreativas de videojuegos de los años '90, mobiliario doméstico, prótesis y ortesis impresas en 3D, robots de carreras, termostatos inteligentes, sistemas de alumbrado adaptativo y un largo etcétera. Al mismo tiempo, ofrecen actividades formativas para el manejo de las máquinas que se utilizan en estos espacios, ya sea a través de actividades formativas no formales como cursos o seminarios dedicados u otras informales que pueden ser articuladas a través de proyectos colaborativos desarrollados por usuarios del espacio y guiados por un instructor. Muchos de estos espacios han surgido recientemente y otros han ido evolucionando desde los anteriormente conocidos como *Media Labs* (Romero-Frías & Robinson-García, 2017).

También hay que resaltar el papel que han jugado los eventos conocidos como *Maker Faires*, ya que indudablemente han contribuido a visibilizar y popularizar el fenómeno de cara a la sociedad. Estas muestras surgen gracias a la iniciativa de la revista Make, con el objetivo de proveer de un espacio temporal y promocionar al mismo tiempo los diversos proyectos que son concebidos bajo la cultura maker (Sivek, 2011). A lo largo de los años estos eventos han crecido en popularidad y en España se han celebrado en ciudades como Barcelona, Bilbao, León, Madrid o Santiago de Compostela, permitiendo a organizaciones o instituciones que normalmente no se relacionan con estas comunidades de innovadores, poder hacerlo a través de estas exposiciones (Tabarés, 2019). Por último, el movimiento maker también se caracteriza por un énfasis en el aprendizaje informal y no formal (Tabarés-Gutiérrez, 2016), y por un marcado régimen de producción social (Benkler, 2006) o *Peer to Peer* (P2P) (Niaros et al., 2017). Esto hace que muchas veces se hable de “cultura maker” para referirse al conjunto de actitudes, principios y valores que guían a este tipo de innovadores y emprendedores en sus proyectos (Anderson, 2012; Lindtner & Li, 2012; Smith et al., 2017; Tabarés & Kuittinen, 2020).

Después de casi una década de popularización de *hackerspaces*, *makerspaces* y *fab labs* por la geografía española (García-Sáez, 2016), nos

² <https://www.hackster.io/>

preguntamos cuál es la contribución de estos espacios y filosofía de aprendizaje a la transformación digital de la sociedad. Para ello nos enfocamos en dos espacios que han decidido institucionalizar la cultura maker: la Xarxa d'Ateneus de Fabricació e Ikaslab Sarea. Dichas iniciativas han explorado las posibilidades que ofrece la cultura maker para la difusión y apropiación social de tecnologías digitales emergentes, el aprendizaje colaborativo entre iguales y el fomento de una conciencia crítica por parte de la ciudadanía respecto al desarrollo tecnológico. Con este artículo queremos contribuir a la literatura que explora los valores y principios que se circunscriben en las tecnologías de código abierto desarrolladas gracias a la difusión de internet (Lindtner, 2015) y las posibilidades que abren para facilitar el empoderamiento de la ciudadanía (Smith et al., 2017) y desarrollar nuevos itinerarios educativos (Tabarés & Boni, 2022).

El objetivo de este artículo es analizar el surgimiento, difusión y consolidación de los espacios maker a lo largo de la geografía española con el propósito de explorar las oportunidades que ofrecen y los retos que plantea su institucionalización en diferentes organizaciones. Más concretamente nos preguntamos qué oportunidades ofrece la institucionalización de estos espacios para la digitalización responsable de la sociedad.

El artículo se estructura de la siguiente forma: La siguiente sección presenta el contexto de la investigación donde se enmarca este estudio y la metodología empleada en el mismo. A continuación, se presentan los orígenes y difusión de la cultura maker a lo largo del territorio español. El siguiente apartado presenta los hallazgos de los casos de estudio realizados (Xarxa d'Ateneus de Fabricació e Ikaslab Sarea). Por último, se conjuga la discusión y la conclusión en un apartado en torno a las posibilidades y retos que plantea la institucionalización de los espacios maker en nuestro país.

2. CONTEXTO Y METODOLOGÍA

El contexto de esta investigación se enmarca en el proyecto de investigación OPENMAKER³, financiado por la Comisión Europea a través del programa Horizonte 2020. Dicho proyecto permitió un extenso trabajo de campo a escala nacional, que comprendió entrevistas semiestructuradas (n=28) con informantes claves involucrados en la cultura maker, desde marzo de 2017 hasta noviembre de 2018. Los entrevistados fueron Individuos que se autodenominaban como makers, fundadores de espacios maker, profesores de universidad e instituto que simpatizan con la cultura maker y otro tipo de agentes relacionados con el fenómeno, tales como directores de innovación en empresas, profesionales en agencias de innovación y empresas industriales de fabricación. Así mismo se intentó mantener una inclusión geográfica diversa, con informantes de diferentes regiones de Galicia, Asturias, Cantabria, País Vasco, Aragón, Cataluña, Castilla y León, Madrid, Andalucía y Canarias. Así mismo también se intentó mantener un balance de género inclusivo

³ <https://openmaker.eu/>

entre los entrevistados, siempre en la medida de lo posible, ya que el ecosistema de espacios de cultura maker en la geografía española adolece de las mismas problemáticas en materia de igualdad de género que a nivel global (Whelan, 2018), con una amplia presencia masculina en estos espacios (García-Ruiz & Lena-Acebo, 2019). Algo que también ocurre en todas las disciplinas que involucran ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas (del inglés STEM) (Vuorikari et al., 2019). Es por ello que es común encontrar iniciativas que tratan de atraer a mujeres a este tipo de espacios (Buechley & Hill, 2010) y en nuestro país encontramos iniciativas dedicadas a esta tarea como “Poderosas”, promovida por el Fab Lab León⁴.

Un subconjunto de estas entrevistas (n=5), en el cual se involucró principalmente a educadores y makers activos en los espacios analizados, junto con un análisis documental de bibliografía específica sirvió para desarrollar los dos casos de estudio que se presentan en este texto. En el texto se ofrece una panorámica del tipo de espacios de fabricación digital (*fab lab*, *makerspaces* o *hackerspaces*) que se encuentran distribuidos por las diversas CCAA del país, su tipología y sus particularidades. Las entrevistas se realizaron siguiendo una plantilla prediseñada por el equipo del proyecto y con preguntas específicas según tres dominios de interés; 1) Antecedentes y habilidades, 2) Redes y conexiones, 3) Desafíos y objetivos. Las preguntas se enmarcaron en el uso de las tecnologías de código abierto, la participación en proyectos colaborativos y las visiones acerca de la Industria 4.0. Las conversaciones entre los investigadores y los entrevistados fueron grabadas y posteriormente se transcribieron con la ayuda de una plantilla.

Dichas transcripciones se fusionaron y resumieron posteriormente en un archivo estandarizado maestro que recogió un análisis de los temas principales obtenidos en el trabajo de campo. Los investigadores analizaron el contenido de las entrevistas, explorando las motivaciones, oportunidades y retos que los participantes resaltaban en torno a la cultura maker. Las entrevistas fueron grabadas y transcritas selectivamente según su relevancia, rellenando posteriormente una plantilla diseñada para recoger los principales hallazgos de la investigación y llevando a cabo un análisis temático de su contenido (Ryan & Bernard, 2003; Silverman, 2006). Las entrevistas se realizaron presencialmente siempre que fue posible y de manera telemática cuando no se pudo. La duración de estas osciló entre treinta minutos y una hora y media, dependiendo de la profundidad de las conversaciones y del número de reflexiones compartidas por los entrevistados. Así mismo, todos los participantes también recibieron un formulario de consentimiento informado para comprender los objetivos del proyecto, la recopilación y el tratamiento de los datos, en concordancia con el Reglamento Europeo de Protección de Datos⁵. Además de anonimizar los datos, las menciones directas a las personas en las entrevistas se han cambiado

⁴ <https://fablableon.org/proyectos/poderosas/>

⁵ https://ec.europa.eu/info/law/law-topic/data-protection/data-protection-eu_es

por seudónimos para proteger las identidades de las personas ajenas a la investigación.

3. ORÍGENES Y DIFUSIÓN DE LA CULTURA MAKER EN ESPAÑA

Pese a ser un fenómeno marginal, el movimiento maker se ha asentado a escala mundial gracias a la rápida proliferación de espacios en países avanzados y otros en vías de desarrollo (Corsini et al., 2019; Irie et al., 2018; Niaros et al., 2017; Tabarés & Kuittinen, 2020). Si bien es cierto que buena parte de ellos se concentran en Europa, debemos entender este fenómeno como algo global (Rayna & Striukova, 2021).

Figura 1 Número de espacios por Comunidad Autónoma a mediados de 2018. Elaboración propia



Así, a través de la Fab Lab Network comprobamos que el número de estos laboratorios activos supera los 1100⁶ y números similares se dan para makerspaces y hackerspaces⁷. La difusión y popularización de estos espacios ha atendido a las particularidades socioeconómicas y culturales de cada región. En Europa han surgido muchos espacios gracias a la iniciativa de diversos colectivos ciudadanos (Ramella & Manzo, 2018), mientras que en EEUU el impulso ha recaído en políticas educativas con enfoque STEM que promovió principalmente la administración Obama (Burke & McNeill, 2011). China también ha apoyado de forma institucional este fenómeno a través de los famosos XinCheJian⁸ que se inauguraron en ciudades como Shangai, Nanjing, Pekín o Shenzhen (Lindtner & Li, 2012). Otros países como Brasil, Méjico o Rusia también han visto florecer este tipo de espacios por su geografía (Burtet, 2019; Corona-Rodríguez, 2018; Rayna & Striukova, 2021).

En España, hemos visto cómo se asentaban en ciudades como Barcelona, Bilbao, León, Madrid, Sevilla, Valencia o Vigo. Por ello, podemos hablar de que el fenómeno es eminentemente urbano, aunque al mismo tiempo tenemos algunas excepciones, con espacios habilitados en núcleos rurales como Can Valldaura⁹ o experiencias singulares como la colonia post-capitalista de Calafou¹⁰. Los espacios maker en el territorio nacional ya han cumplido una década, ya que el primer fab lab (Fab Lab Barcelona) se inauguró en 2008. A este laboratorio le seguirían otros que estarán también asociados a universidades, como Fab Lab Sevilla o Fab Lab Valencia, y otros impulsados por la administración (Fab Lab Asturias) o a través de fundaciones (Fab Lab León). Después de esta primera ola hay una segunda etapa en torno a 2013, en la que aparecen otros espacios que apuestan por un modelo asociativo y de autoorganización como Makespace Madrid o MADE Makerspace Barcelona (García-Sáez, 2016). Dentro de este periodo se impulsan también modelos municipales como Media Lab Prado en Madrid o Tabakalera en San Sebastián, más enfocados en el fomento de la cultura digital en la ciudadanía.

Así, llegamos hasta la actualidad con una larga lista de espacios desplegados por buena parte de la geografía nacional, en la que se desarrollan multitud de proyectos de código libre y diseño abierto (Martínez Toran, 2016). En un informe elaborado por el *Joint Research Centre* (JRC) en 2016, se reconocía la existencia de más de 50 espacios en el territorio español (Rosa et al., 2017), pero contrastando estas cifras con las que aparecen en el directorio de la *Fab Lab Network*¹¹, además de las que se ha obtenido a través de la Red Estatal

⁶https://www.fablabs.io/labs?page=12&per=100&q%5Bactivity_status_eq%5D=active&q%5Bcountry_code_eq%5D=

⁷ https://wiki.hackerspaces.org/List_of_Hacker_Spaces

⁸ Comúnmente traducido como nuevo taller o nueva fábrica

⁹ <https://valldaura.net/labs/>

¹⁰ <https://calafou.org/es/>

¹¹ https://www.fablabs.io/labs?utf8=%E2%9C%93&q%5Bcountry_code_eq%5D=ES&q%5Bactivity_status_eq%5D=&per=100&commit=Filter

de Centros de Creación y Fabricación Digital (CREFAB)¹² y las del “Manual de Supervivencia Maker”¹³, el número de espacios a mediados de 2018 era de 78 espacios (figura 1)¹⁴.

El análisis geográfico revela una fuerte presencia de estos espacios en territorios que históricamente han tenido un importante sector fabril y centros de investigación asociados a esta actividad. Así Cataluña, Madrid y País Vasco lideran este ranking, pero también nos encontramos una excepción con Canarias. Dichos espacios tienen diferentes contextos y objetivos, además de poseer una gran transversalidad y multidisciplinariedad, lo que complica su clasificación sectorial. Aunque los términos *hackerspace*, *makerspace* o *fab lab* suelen utilizarse indistintamente, desde una perspectiva histórica es más correcto hablar de *hackerspace* para referirse a los espacios que heredaron los principios de la ética hacker a través de asociaciones tan populares como el *Chaos Computer Club*¹⁵. Este movimiento que surge en Alemania a mediados de los años '80, proporciona un espacio donde conocer de primera mano las tecnologías relacionadas con Internet, aprender a programar y conocer a otras personas apasionadas que comparten esta pasión. Posteriormente y con el paso del tiempo estos espacios han ido incorporando otro tipo de tecnologías relacionadas con la fabricación digital y el Internet de las cosas, y es en esta segunda ola donde el término *makerspace* se populariza (Cavalcanti, 2013) gracias a la difusión que hace de él la revista *Make* (Dougherty, 2012).

¹² <https://crefab.es/wiki/doku.php>

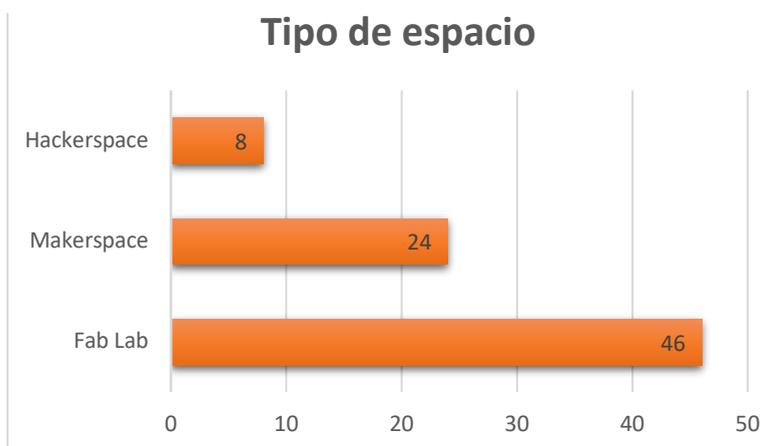
¹³ [http://manualsupervivenciamaker.com/manual/espacios de fabricacion digital en espana.html](http://manualsupervivenciamaker.com/manual/espacios%20de%20fabricacion%20digital%20en%20espana.html)

¹⁴ Por problemas de espacio se ha optado por no incluir la tabla que recoge la información de los 78 espacios maker. Esta información está disponible bajo petición a los autores en formato xls y recoge los datos de los laboratorios analizados a fecha de 29 de Mayo de 2018.

¹⁵ <https://www.ccc.de/en/>

El término “hacker” también posee connotaciones negativas que sin duda provocan un cierto rechazo cuando estos espacios se apoyan institucionalmente y quizás también influya a la hora de adoptar el término *makerspace* (Levy, 2010; Tabarés-Gutiérrez, 2016). Sin embargo, no por ello debemos olvidar que al fin y al cabo estos espacios tienen una historia mucho mayor de lo que se pueda pensar a priori. Por su parte, el término *fab lab* es una denominación asociada a la famosa red del MIT que se ha popularizado y que muchas veces se usa incorrectamente para referirse a espacios que, si bien comparten esa filosofía, no se encuentran formalmente adscritos a la red. Como vemos en la figura 2, la presencia de *fab labs* en nuestra geografía es muy mayoritaria, ya que estos suelen estar ligados a diversas facultades universitarias¹⁶, las cuales han tenido un claro efecto tractor.

Figura 2 Número y tipos de espacios a mediados de 2018. Elaboración propia



Todos los espacios maker suelen tener un equipamiento similar y también suelen adolecer de una falta de recursos de personal para su correcta gestión. Esto se debe a que sus fundadores y promotores suelen verse abocados a combinar las funciones de gestión, formación y promoción de servicios y actividades que se desarrollan en los mismos muy habitualmente. Si bien los espacios apoyados institucionalmente suelen contar con un presupuesto que les permite una cierta estabilidad, también es común observar que sus responsables suelen tener que compaginar diversas funciones en su día a día (García-Sáez, 2016). Por otro lado, es interesante destacar que la cuota de membresía que se establecen en estos espacios es de las más elevadas a nivel europeo con una media de 32,8 € mensuales (Rosa et al., 2017).

¹⁶ Principalmente facultades de ingeniería, diseño y/o arquitectura.

4. OPORTUNIDADES DE LA INSTITUCIONALIZACIÓN DE LA CULTURA MAKER PARA LA CIUDADANÍA.

En nuestro trabajo de campo ha sido común observar como la mayoría de los participantes resaltaba las posibilidades que ofrece la cultura maker para renovar los enfoques pedagógicos que se utilizan actualmente en la enseñanza de disciplinas científico-tecnológicas. En este sentido y con especial énfasis los participantes en la investigación aludían a los múltiples retos que presenta la digitalización de la sociedad y de la industria en particular. Muchos de estos retos tienen que ver con la capacidad de fomentar un aprendizaje mucho más colaborativo, práctico, enfocado en el desarrollo de competencias y orientado a la resolución de problemas complejos. Algo con lo que estaban de acuerdo la mayoría de los entrevistados:

“Con la industria 4.0 las cosas han cambiado muchísimo y evidentemente no les estamos enseñando cosas reales y prácticas a los alumnos. El 60% de los empleos del futuro no van a ser como ahora.” (Educador - Entrevistas OPENMAKER)

Sin embargo, no solamente se resaltaban las oportunidades que presenta la cultura maker para la enseñanza de conocimientos científico-tecnológicos, sino también para las ciencias sociales, las humanidades y las habilidades sociales. Así, varios participantes resaltaban las ventajas de este tipo de espacios y comunidades para facilitar una educación en valores, trabajar las capacidades comunicativas, fomentar la empatía, la inclusión y/o el trabajo en equipo:

“Perseguíamos que despertará en nuestros alumnos esa ilusión que nos ha despertado a los profesores el abrirnos a este mundo colaborativo de filosofía maker. Que se les contagien estos valores y como personas humanas, que tuvieran siempre presente el tema de la colaboración, de la ayuda, el tema social. No basta con ser un buen técnico.” (Educador - Entrevistas OPENMAKER)

Los participantes de la investigación también resaltaban como la cultura maker permite el desarrollo de una serie de competencias y conocimientos de forma colaborativa, que no sólo están relacionados con las tecnologías que integran el equipamiento de este tipo de espacios, tales como Internet de las cosas, la impresión 3D, la robótica o la inteligencia artificial, por mencionar algunas de ellas. Así mismo, el tipo de aprendizaje cooperativo y colaborativo entre iguales (P2P) hace que las fronteras entre formador y formados se diluyan. Esto era comúnmente expuesto por varios de los entrevistados, que resaltaban como los formadores tienen que ser

facilitadores de procesos de aprendizaje más que un formador al uso, desarrollando currículos flexibles y adaptados a las necesidades de los participantes de los espacios:

“La llegada de las impresoras 3D fue un momento clave que está marcado a fuego en nuestra historia. Y ahí sí tuve dificultades en cosas que desconocíamos. Nunca me había interesado el diseño 3D, nunca lo había necesitado, nunca me había interesado y tuve que empezar a aprender. Nunca me había preocupado estudiar materiales y comportamientos...y tuve que meterme.” (Maker - Entrevistas OPENMAKER)

En las siguientes subsecciones prestamos especial atención a dos experiencias de institucionalización de la cultura maker en diferentes contextos. Uno orientado a favorecer la adopción de las tecnologías de fabricación digital por parte de la ciudadanía y el otro, enfocado en la incorporación de nuevas competencias y habilidades en los contenidos curriculares de un sistema de educación formal en la Formación Profesional (FP).

4.1. Ikaslab Sarea

La red de espacios de impresión 3D Ikaslab es una iniciativa promovida por la Viceconsejería de FP de Gobierno Vasco (GV), a través de Tknika (Centro de Investigación e Innovación aplicada de la FP del País Vasco) y que surge de manera experimental en el Instituto de FP Don Bosco ubicado en Rentería (Guipúzcoa) en 2013. En este centro se habilita un espacio de colaboración con recursos propios y a propuesta de varios de los profesores del departamento de electrónica, en el que se empieza a utilizar la impresión 3D y otras tecnologías como la robótica. Dichas tecnologías se utilizan para enseñar a los alumnos a desarrollar proyectos que abarcan diferentes disciplinas como la mecánica, la informática, la electrónica y la electricidad, y al mismo tiempo, provocar una mayor motivación e involucración del alumnado mediante la construcción de prototipos funcionales. Esto se produce por la activa participación y compromiso de los profesores a la hora de incorporar nuevas metodologías que les ayuden a mejorar sus capacidades formativas:

“Cuando entramos de lleno en la robótica, le vimos un potencial tremendo. Sobre todo, para la motivación de los alumnos. La robótica no es solo electrónica, hay mecánica, hay software, hay física, hay sensores...” (Educador - Entrevistas OPENMAKER).

Figura 3 Aula Ikaslab en Instituto de FP Don Bosco. Fotografía propia.



Desde la viceconsejería se estimó que este tipo de espacios eran necesarios para atender a las nuevas necesidades educativas que plantea la digitalización de la industria y decidieron financiar la compra de impresoras 3D para crear una red de espacios maker en los centros de FP¹⁷. En la actualidad hay 16 institutos que cuentan con este tipo de aulas que disponen de herramientas de fabricación digital tales como impresoras 3D, escáneres 3D, elementos de post-procesado y otras herramientas que se pueden encontrar habitualmente en un espacio maker. Además de estos espacios compartidos en los institutos de FP también existe otro espacio dedicado mucho mayor en las instalaciones de TKNIKA, donde se dispone de equipamiento más profesional pero que también está a disposición del profesorado y del alumnado. Así mismo, existe una plataforma digital que permite la gestión del espacio y sus contenidos, y que además permite conectar los diferentes nodos de la red Ikaslab¹⁸.

Esto permite desarrollar una comunidad de práctica para desarrollar iniciativas conjuntas, actividades de diverso tipo y proyectos en colaboración con los diferentes centros de FP que forman parte de la red. Los objetivos de esta iniciativa residen por un lado en atender las demandas en materia de formación que expresa la industria, y

¹⁷ <https://tknika.eus/cont/proyectos/ikaslab/#>

¹⁸ <http://ikaslab.org/>

por otro lado familiarizar a los estudiantes de FP con la tecnología de impresión en 3D, para ampliar sus conocimientos y mejorar así sus perspectivas laborales. Algo que comúnmente era resaltado por los participantes en el estudio:

“Las empresas nunca nos han rechazado un alumno porque no conociera no sé qué aspecto de la electrónica. Eso les preocupaba poco. Y nosotros sin embargo parecía que era en eso donde teníamos que poner el foco. El cambio metodológico viene que desviemos el foco de ahí y lo enfoquemos en las competencias transversales” (Educador - Entrevistas OPENMAKER

La iniciativa IkaSlab está a su vez alineada con la ambiciosa estrategia de Industria 4.0 desplegada por el Gobierno Vasco, denominada Basque Industry 4.0¹⁹, y que persigue favorecer la digitalización de la industria regional. La fabricación digital ha sido identificada por parte de esta administración como una tecnología transversal, con múltiples aplicaciones en numerosos sectores y también como estratégica para el desarrollo futuro de la industria.

4.1. Xarxa d'Ateneus de Fabricació

El Ateneu de Fabricació de les Corts surgió en 2013, en la ciudad de Barcelona, como el primer espacio de fabricación digital del mundo orientado a ofrecer un servicio público a la ciudadanía. Este espacio fue impulsado dentro de la ambiciosa estrategia de “ciudad inteligente” que llevaba la alcaldía de la ciudad condal por aquella época (Díaz et al., 2021). Posteriormente se inauguraron dos centros más (Ciutat Meridiana y Fábrica del Sol) y el consistorio actual planea extenderlos a los 10 distritos de la ciudad, con la apertura de dos espacios en los últimos años (Gracia y Parque Tecnológico de Nou Barris). Estos dos últimos tienen una orientación completamente diferente ya que el primero se enclava en un barrio de clase trabajadora mientras que el segundo está orientado a dar servicio a empresas, y en especial a pymes. La red de Ateneus está enmarcada en la *Fab Foundation*²⁰ y comparte los principios fundacionales de la misma, como son el trabajo en código abierto y la necesidad de compartir el conocimiento que se posee o que se produzca:

“A nosotros la tecnología nos importa poco. No nos importan que nuestras máquinas sean las últimas o tener la última tecnología punta. Nos interesa tener máquinas que la gente pueda tocar y que se puedan romper y que no pase nada. Nos importa que la gente traiga conocimiento, que también lo genere y que luego lo comparta” (Maker - Entrevistas OPENMAKER).

¹⁹ <https://www.spri.eus/es/industria-4-0/>

²⁰ <https://fabfoundation.org/>

La planificación, diseño y despliegue de estos espacios se hace atendiendo a las necesidades de la zona donde se implantan, y siempre a través de un proceso previo participativo con los vecinos y vecinas del barrio. En este proceso se consulta cuáles son los servicios que se necesitan por parte de la ciudadanía, cómo se podrían satisfacer por parte del nuevo laboratorio y se define un plan. Los Ateneos ofrecen un servicio público, lo cual significa que no se alquilan máquinas, ni se trabaja con plazos de tiempo o por encargos. Se pone a disposición de la ciudadanía una tecnología determinada de manera libre pero no gratuita, ya que a cambio de la utilización de estos servicios se tiene que aportar una contraprestación:

"Nosotros siempre decimos que la utilización del Ateneo es libre pero no es gratuita. No es gratuito porque se nos debe dar algo a cambio. ¿Qué es el algo a cambio? Lo pensamos en cada proyecto y con cada persona en función de las capacidades de esta persona y trabajando desde la confianza. Es una contraprestación que no se tiene que hacer directamente en el Ateneo, sino que puede ser a la ciudad, a cualquier entidad de la ciudad a cualquier otra escuela de la ciudad. Nosotros lo que hacemos básicamente es crear sinergias." (Maker - Entrevistas OPENMAKER).

Estos trueques se establecen en función del proyecto que la persona que ha utilizado el servicio está realizando en ese momento y de las capacidades y conocimientos que atesora. Las contraprestaciones no tienen por qué ser directamente en el Ateneo, sino que puede ser a cualquier otra entidad de la ciudad, ya sea una escuela, un servicio público, etc. La red de Ateneos intenta buscar en todo momento sinergias con otras agencias e instituciones de la ciudad y para ello disponen de diversos acuerdos de colaboración como con Fira Barcelona²¹, a través del cual reciben materiales desechados a la finalización de un evento tales como sillas, mesas, moquetas, etc. Esta materia prima se utiliza en los proyectos que se llevan a cabo en los espacios aparte del que traen al espacio los propios usuarios. Este tipo de colaboraciones multinstitucionales contribuye a aumentar el impacto social de estos espacios en la ciudad.

A diferencia de los centros cívicos, en estos espacios no se programa una agenda de actividades al uso, sino que son los propios usuarios los que proponen las acciones que les gustaría que se llevaran a cabo. Estas propuestas se articulan en torno a tres ejes compuestos por el "Programa Pedagógico", "Programa de Innovación Social" y "Programa Familiar". Estos programas responden a un contexto en el que se favorece un tipo de economía social y solidaria. Al mismo tiempo, cualquier ciudadano puede presentar un proyecto en los Ateneos, pero para su aprobación, debe superar una evaluación en base a 3 criterios de viabilidad económica, técnica y social.

²¹ <https://www.firabarcelona.com/>

La red de espacios que conforman los Ateneos de Fabricación tiene un marcado componente de gestión centrada en el usuario y además están orientados a promover un retorno social del uso que se hace del espacio. Lo cual a su vez complica su gestión, ya que es muy difícil medirlo a medida que la red de espacios favorece las sinergias con otros agentes. Por último, también se ha identificado a la brecha de género en la fabricación digital como otro gran reto.

5. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

A través de este estudio hemos querido presentar dos iniciativas de institucionalización de la cultura maker en diferentes contextos. Dichas experiencias disponen de objetivos y motivaciones diferentes, pero ambas comparten un enfoque integrador y basado en el desarrollo de capacidades, competencias y habilidades a través de los valores y tecnologías libres que impulsa la cultura maker. En ambos casos se anima a los usuarios de los espacios a que sean protagonistas activos de su aprendizaje, dentro de una comunidad de práctica en torno a las nuevas tecnologías, y enfatizando valores como la cooperación entre iguales, compartir conocimiento o la búsqueda del beneficio de la comunidad.

Quizás esté es el factor más innovador que propone la pedagogía maker, ya que si bien es cierto que se provee de un espacio para el desarrollo del individuo, las interacciones y sinergias que se producen entre los participantes producen múltiples oportunidades para la hibridación de saberes y oportunidades extracurriculares, que va más allá de los asociados estrictamente a las propias tecnologías (Tabarés & Boni, 2022). Este es uno de los grandes aportes de la cultura maker para facilitar la difusión de tecnologías emergentes como la impresión 3D, promover una ciudadanía más crítica con la tecnología y desarrollar dinámicas de empoderamiento ciudadano a través del uso de la tecnología (Diaz et al., 2021; Smith et al., 2017).

Al mismo tiempo, esta descentralización que se produce en el proceso de aprendizaje y en la producción e intercambio de conocimientos posee varias implicaciones para las estructuras de poder existentes en los entornos educativos. De este modo, sus integrantes pasan a ser miembros activos en un espacio de aprendizaje horizontal que demanda necesidades específicas e individualizadas (tanto para formadores como para aprendices), pero que al mismo tiempo también genera dinámicas de cooperación en las que los diversos participantes pueden ayudarse mutuamente. Por ello, se torna necesario un soporte externo y activo que pueda atender diferentes demandas que pueden estar relacionadas con saberes relativos a las nuevas tecnologías emergentes, pero también respecto a otros temas más transversales, competenciales y/o axiológicos. Dicho de otro modo, la institucionalización de espacios maker demanda también de la incorporación a las redes de conocimiento distribuido donde se circunscriben los valores que promueven los espacios maker. Por ello, los procesos de institucionalización de cultura maker demandan una “ética maker” y sus valores asociados (Tabarés, 2018, 2019), para

poder aprovechar plenamente las oportunidades que plantea para la educación y el empoderamiento ciudadano.

Es por ello por lo que no debemos entender estos procesos bajo un prisma puramente instrumentalista de incorporación de tecnología al aula, sino al “uso significativo” de la misma (Echeverría, 2008). La apropiación social de la tecnología que se produce en estos dos casos tiene en su dimensión axiológica un componente crítico, a través del conjunto de valores, representaciones y prácticas desempañadas en la cultura maker (Toboso-Martín, 2014), que vertebra, cohesiona y difunde esta particular filosofía del “aprender haciendo”. Evitar enfoques tecnocentristas o tecnodeterministas y adoptar una visión más sistémica es clave en estos dos ejemplos para favorecer la apropiación social de las tecnologías con las que se trabaja. Así mismo, no hay que olvidar que las barreras de uso de las tecnologías libres en las que se apoyan los espacios maker, no sólo residen en su acceso y coste, sino en el desarrollo del conocimiento necesario para su uso (Morozov, 2014) y las visiones tecno-utópicas (Sivek, 2011) ignoran las numerosas brechas digitales y desigualdades que la digitalización produce usualmente.

Figura 4 Comparativa de los casos de estudio

Características	Ateneus de Fabricació	Ikaslab
Participantes	Ciudadanía.	Estudiantes de FP.
Tecnologías	Diseño 3D, impresión 3D, microelectrónica.	Diseño 3D, Impresión 3D, robótica, microelectrónica.
Tipo de formación	No formal e informal.	Formal, no formal e informal.
Tipo de actividades	Promovidas por los usuarios.	Promovidas por los formadores y por los usuarios.
Objetivos	Mejorar la alfabetización tecnológica y producir un beneficio social que redunde en la ciudadanía.	Mejorar las competencias transversales y el conocimiento sobre tecnologías emergentes.
Políticas estratégicas	Barcelona Ciudad Inteligente	Basque Industry 4.0

Es por ello que defendemos en este artículo que la institucionalización de los espacios maker debe alejarse de enfoques tecnocentristas y apostar por el desarrollo de capacidades, saberes y experiencias, que permitan dotar a sus integrantes de las herramientas, valores y capacidades necesarias que una sociedad cada vez más digitalizada y mediatizada demanda. Esta digitalización impone nuevos saberes, destrezas y conocimientos, pero también demanda del desarrollo de determinados valores para su efectiva apropiación social.

Así mismo, también es reseñable observar que ambas experiencias se encuentran respaldadas, financiadas y legitimadas por políticas públicas que promueven la adopción de diferentes tecnologías digitales sobre el territorio. Si bien en el primer caso, se trata de una estrategia regional orientada a la mejora de la

competitividad de la industria (bajo el paradigma de la Industria 4.0), los imaginarios en torno a “la fábrica del futuro” y las competencias necesarias en ella, apoyan en buena medida su desarrollo. En el segundo caso, son los imaginarios asociados a las “Smart Cities” y las demandas de la ciudadanía para participar de los beneficios de las tecnologías de fabricación digital, los que empujan el desarrollo de la red de ateneos en la ciudad condal. Ambos imaginarios colectivos favorecen el desarrollo de sendas iniciativas al facilitar el alineamiento de los intereses de ciudadanía, administración y empresas con el objetivo de afrontar los retos que plantea la digitalización en los dos contextos expuestos.

Así mismo, podemos entrever que la incorporación de valores de la cultura maker, implica también un cuestionamiento de los valores que están adscritos a los sistemas educativos formales tradicionales y que todavía manifiestan estructuras mayormente centralizadas. Apostar por modelos que faciliten los procesos de aprendizaje de manera colaborativa y abierta, pero que atiendan necesidades educativas individuales, y que promuevan la reflexividad, la apertura, la cooperación entre iguales y otros valores en los que se apoya la cultura maker, requerirá de unos procesos de transformación, con recursos dedicados, de manera continuada y a medio/largo plazo, y que van mucho más allá de la mera incorporación de tecnologías. Sin embargo, esta descentralización no está libre de amenazas, ya que la participación en este tipo de entornos de aprendizaje y colaboración descentralizados y alejados de las instituciones educativas son fuente de tensiones y conflictos de intereses usualmente (Blok & Lemmens, 2015). Alinear los intereses de diferentes actores públicos y privados, educativos y no educativos no es sencillo y suele demandar de recursos, así como de incentivos que puedan satisfacer a ambas partes, a través de mecanismos de gobernanza dispuestos a tal efecto.

En este sentido, creemos importante resaltar que uno de los grandes retos que tiene una sociedad digital es la redistribución de responsabilidades en entornos colectivos mediatizados a través de diversas tecnologías. Es por ello que cuando hablamos de digitalización debemos hablar de digitalización responsable, ya que la introducción de estas tecnologías también conlleva una reorganización de los modelos morales previamente existentes y de sus responsabilidades asociadas. Las tecnologías digitales facilitan nuevas posibilidades de co-creación e innovación, pero también demandan de nuevas actitudes y capacidades íntimamente alineadas con disciplinas sociales y humanísticas.

Por ello, creemos que la cultura maker puede proveer de diversos beneficios a los sistemas educativos formales, ya que este tipo de enfoques permiten establecer entornos de aprendizaje colectivos y horizontales en los que poder trabajar competencias y habilidades que normalmente son difíciles de promover en un aula tradicional (Halverson & Sheridan, 2014). De esta manera se puede superar la clásica división que se hace entre diferentes materias, siempre a través de la dotación de los recursos necesarios para atender la inclusividad, la justicia social y las necesidades específicas de aprendizaje de cada individuo dentro del colectivo. Por ello, animamos

a los investigadores que lean este trabajo a seguir explorando el potencial de estos entornos abiertos y colaborativos de aprendizaje de cara a la apropiación social de las tecnologías digitales emergentes y también para su hibridación con otras disciplinas de las ciencias sociales y las humanidades.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.

- Anderson, C. (2012). *Makers: the new industrial revolution*. Random House.
- Atkinson, P. (2006). Do It Yourself: Democracy and Design. *Journal of Design History*, 19(1), 1–10. <https://doi.org/10.1093/jdh/epk001>
- Benkler, Y. (2006). *The Wealth of Networks: How Social Production Transforms Markets and Freedom*. Yale University Press.
- Blok, V., & Lemmens, P. (2015). The Emerging Concept of Responsible Innovation. Three Reasons Why It Is Questionable and Calls for a Radical Transformation of the Concept of Innovation. In B.-J. Koops, I. Oosterlaken, H. Romijn, T. Swierstra, & J. van den Hoven (Eds.), *Responsible Innovation 2: Concepts, Approaches, and Applications* (pp. 19–35). Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-17308-5>
- Buechley, L., & Hill, B. M. (2010). LilyPad in the wild: how hardware’s long tail is supporting new engineering and design communities. *DIS ’10 Proceedings of the 8th ACM Conference on Designing Interactive Systems*, 199–207. <https://doi.org/10.1145/1858171.1858206>
- Burke, L. M., & McNeill, J. B. (2011). “Educate to innovate”: How the Obama plan for STEM education falls short. In *Backgrounder* (Issue 2504). <http://report.heritage.org/bg2504>
- Burtet, C. G. (2019). *(Re)pensando a inovação e o conceito de inovação inclusiva: um estudo do movimento maker no Brasil à luz da teoria ator-rede*. <http://www.repositorio.jesuita.org.br/handle/UNISINOS/8692>
- Cavalcanti, G. (2013). *Is it a Hackerspace, Makerspace, TechShop, or FabLab? Make*. <https://makezine.com/2013/05/22/the-difference-between-hackerspaces-makerspaces-techshops-and-fablabs/>
- Corona-Rodríguez, J.-M. (2018). De la alfabetización a los alfabetismos : aprendizaje y participación DIY de Fans y Makers mexicanos. *Comunicación y Sociedad*, 33, 139–169.

- Corsini, L., Aranda-Jan, C. B., & Moultrie, J. (2019). Using digital fabrication tools to provide humanitarian and development aid in low-resource settings. *Technology in Society*, 58(February), 101117. <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2019.02.003>
- Corsini, L., Dammicco, V., & Moultrie, J. (2021). Frugal innovation in a crisis: the digital fabrication maker response to COVID-19. *R and D Management*, 51(2), 195–210. <https://doi.org/10.1111/radm.12446>
- Diaz, J., Tomàs, M., & Lefebvre, S. (2021). Are public makerspaces a means to empowering citizens? The case of Ateneus de Fabricació in Barcelona. *Telematics and Informatics*, 59. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2020.101551>
- Dougherty, D. (2012). The Maker Movement. *Innovations: Technology, Governance, Globalization*, 7(3), 11–14. https://doi.org/10.1162/INOV_a_00135
- Echeverría, J. (2008). Apropiación social de las tecnologías de la información y la comunicación. *Revista Iberoamericana de Ciencia Tecnología y Sociedad*, 4(10), 171–182.
- Elena García-Ruiz, M., & Lena-Acebo, F. J. (2019). Fablab movement: Research design by mixed methods. *OBETS*, 14(2), 373–406. <https://doi.org/10.14198/OBETS2019.14.2.04>
- García-Sáez, C. (2016). Orígenes de la red española de fab labs. *Experimenta*, 72.
- Halverson, E. R., & Sheridan, K. (2014). The Maker Movement in Education. *Harvard Educational Review*, 84(4), 495–504. <https://doi.org/10.17763/haer.84.4.34j1g68140382063>
- Haring, K. (2008). *Ham Radio's Technical Culture*. The MIT Press.
- Himanen, P. (2002). *La ética del hacker y el espíritu de la era de la información*. Destino.
- Irie, N. R., Hsu, Y. C., & Ching, Y. H. (2018). Makerspaces in Diverse Places: A Comparative Analysis of Distinctive National Discourses Surrounding the Maker Movement and Education in Four Countries. *TechTrends*. <https://doi.org/10.1007/s11528-018-0355-9>
- Kuznetsov, S., & Paulos, E. (2010). Rise of the Expert Amateur: DIY Projects, Communities, and Cultures. *Proceedings of the 6th Nordic Conference on Human-Computer Interaction: Extending Boundaries*, 295–304.

- Levy, S. (2010). Hackers: Heroes of the Computer Revolution. In *O'Reilly*. Dell Publishing. [https://doi.org/10.1016/0267-3649\(86\)90036-1](https://doi.org/10.1016/0267-3649(86)90036-1)
- Lindtner, S. (2015). Hacking with Chinese Characteristics: The Promises of the Maker Movement against China's Manufacturing Culture. *Science, Technology & Human Values*, 40(5), 1–26. <https://doi.org/10.1177/0162243915590861>
- Lindtner, S., & Li, D. (2012). Created in China: The Makings of China's Hackerspace Community. *Interactions*, 19, 18–22. <https://doi.org/10.1145/2377783.2377789>
- Martínez Toran, M. (2016). Open Design y Makerspaces en España. *Experimenta*, 72.
- Morozov, E. (2014). *Making It*. The New Yorker. <http://www.newyorker.com/magazine/2014/01/13/making-it-2>
- Niaros, V., Kostakis, V., & Drechsler, W. (2017). Making (in) the Smart City: The Emergence of Makerspaces. *Telematics and Informatics*. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2017.05.004>
- Ramella, F., & Manzo, C. (2018). Into the crisis: Fab Labs – a European story. *The Sociological Review*, 66(2), 341–364. <https://doi.org/10.1177/0038026118758535>
- Rayna, T., & Striukova, L. (2021). Fostering skills for the 21st century: The role of Fab labs and makerspaces. *Technological Forecasting and Social Change*, 164. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2020.120391>
- Romero-Frías, E., & Robinson-García, N. (2017). Laboratorios sociales en Universidades: Innovación e impacto en Medialab UGR. *Comunicar*, 51(XXV), 29–38. <https://doi.org/https://doi.org/10.3916/C51-2017-03>
- Rosa, P., Ferretti, F., Guimarães Pereira, Â., Panella, F., & Wanner, M. (2017). *Overview of the Maker Movement in the European Union* (Issue December). <https://doi.org/10.2760/227356>
- Ryan, G. W., & Bernard, H. R. (2003). Techniques to Identify Themes. *Field Methods*, 15(1), 85–109. <https://doi.org/10.1177/1525822X02239569>
- Silverman, D. (2006). *Qualitative Research. Theory, Method and Practice* (2nd ed.). SAGE Publications.

- Sivek, S. C. (2011). "We Need a Showing of All Hands": Technological Utopianism in MAKE Magazine. *Journal of Communication Inquiry*, 35, 187–209. <https://doi.org/10.1177/0196859911410317>
- Smith, A., Fressoli, M., Abrol, D., Arond, E., & Ely, A. (2017). *Grassroots Innovation Movements*. Routledge.
- Tabarés-Gutiérrez, R. (2016). Approaching maker's phenomenon. *Interaction Design and Architecture(s)*, 30, 19–29.
- Tabarés, R. (2018). La importancia de la cultura tecnológica en el movimiento maker. *Arbor*, 194((789): a471). <https://doi.org/https://doi.org/10.3989/arbor.2018.789n3013>
- Tabarés, R. (2019). La fabricación abierta : ¿un camino alternativo a la industria 4.0? *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 14(41), 263–285. http://www.revistacts.net/files/Volumen_14_Numero_41/14Tabares.pdf
- Tabarés, R., & Boni, A. (2022). Maker culture and its potential for STEM education. *International Journal of Technology and Design Education*. <https://doi.org/10.1007/s10798-021-09725-y>
- Tabarés, R., & Kuittinen, H. (2020). A tale of two innovation cultures : Bridging the gap between makers and manufacturers. *Technology in Society*, 63(November 2020). <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2020.101352>
- Toboso-Martín, M. (2014). Perspectiva axiológica en la apropiación social de tecnologías. *Revista Iberoamericana de Ciencia, Tecnología y Sociedad*, 9(25), 1–18.
- Vuorikari, R., Ferrari, A., & Punie, Y. (2019). *Makerspaces for Education and Training*. <https://doi.org/10.2760/946996>
- Whelan, T. (2018). We Are Not All Makers : The Paradox of Plurality In The Maker Movement. *Proceedings of the 2018 ACM Conference Companion Publication on Designing Interactive Systems*, 75–80. <https://doi.org/10.1145/3197391.3205451>