



**GRADO EN ADMINISTRACIÓN Y DIRECCIÓN DE
EMPRESAS**

CURSO ACADÉMICO 2019/2020

TRABAJO FIN DE GRADO

**MOVIMIENTO MAKER: LA DEMOCRATIZACIÓN DE
LOS MEDIOS PRODUCTIVOS**

**MAKER MOVEMENT: THE DEMOCRATIZATION OF THE
PRODUCTIVE MEANS**

AUTOR: MARTÍN GARCÍA ARRANZ

DIRECTOR: FRANCISCO JAVIER LENA ACEBO

FECHA: DICIEMBRE 2019

ÍNDICE

RESUMEN	3
1. INTRODUCCIÓN	5
1.1 REVOLUCIONES INDUSTRIALES ACONTECIDAS	5
1.2 CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL	6
1.2.1 INTRODUCCIÓN	6
1.2.2 TECNOLOGÍAS CLAVE PARA EL DESARROLLO DE ESTA REVOLUCIÓN	6
1.2.2.1 IMPRESIÓN 3D	6
1.2.2.2 INTELIGENCIA ARTIFICIAL	7
1.2.2.3 IOT (INTERNET OF THINGS)	7
1.2.2.4 ROBÓTICA	7
1.3 MOVIMIENTO MAKER	8
1.3.1 INTRODUCCIÓN	8
1.3.2 PARTICIPANTES Y HERRAMIENTAS	8
1.3.3 FUTURO IMPACTO PRODUCIDO POR EL MOVIMIENTO MAKER	9
2. DESCRIPCIÓN DE LOS CASOS CARACTERÍSTICOS	10
2.1 IMPRIMIENDO DENTRO DE UN HOSPITAL	11
2.2 CREACIÓN DE PIEL HUMANA	12
2.3 UN FABLAB COMO FUENTE DE INNOVACIÓN	14
2.4 LA EXPERIMENTACIÓN COMO UN SERVICIO	15
2.5 EL CIUDADANO COMO HERRAMIENTA DE MEDICIÓN	17
3. CONCLUSIONES	18
4. BIBLIOGRAFÍA	21

INTRODUCCIÓN AL MOVIMIENTO MAKER Y DESCRIPCIÓN DE CASOS IMPLANTADOS CON ÉXITO.

Resumen

El presente documento tiene por objetivo que el lector entienda que puede suponer la nueva corriente social denominada movimiento maker a través de ejemplos representativos que se dan en distintos ámbitos de trabajo. Para conseguir dicho propósito se realizará una introducción de lo que significa dicho movimiento, para más tarde presentar una serie de casos que se ajustan con las características del movimiento y que ilustren al lector para que adquiera una idea clara de lo que implica esta nueva corriente.

El movimiento maker esta considerado como una corriente social y digital que opera dentro de lo que se conoce como cuarta revolución industrial, es por ello que el lector debe entender los aspectos que propician que actualmente se este dando esta revolución y de donde procede. Para ello, en la primera parte del escrito se explicarán brevemente las anteriores revoluciones así como las consecuencias que provocaron y que siguen vigentes en la actualidad. Además de una descripción de la cuarta revolución industrial, también se introducirán algunas tecnologías clave, que serán relevantes durante el periodo actual. Una vez obtenidos unos conocimientos básicos en lo referente a las revoluciones industriales acaecidas se procederá a explicar el objeto principal del proyecto que es el movimiento maker. Dentro de este apartado se expondrán las bases de dicho movimiento además de los actores que participan en el, para finalmente describir las posibles consecuencias que tendrá la cultura maker en la sociedad.

Inmediatamente después se presentarán los casos que ejemplifican las bases del movimiento maker y que con su descripción facilitan al lector la comprensión del tema principal. Estos ejemplos tiene tanto distintos campos de actuación como participantes muy dispares. Dos casos desarrollados en España que demuestran que con esta filosofía y la introducción de nuevas tecnologías es posible mejorar los procedimientos de trabajo ya consolidados. La implantación de un Fab Lab dentro de la sede de una gran empresa automovilística con la intención de empoderar a sus trabajadores y crear un ambiente motivacional que ayude a crear nuevas innovaciones. Y por último dos sucesos que escenifican el poder social que tiene la cultura maker.

Abstrac

The purpose of this document is for the reader to comprehend that the new social current called the maker movement can be assumed through representative examples that occur in different fields of work. To achieve this purpose, an introduction will be made of what this movement means, later to present a series of cases that fit with the characteristics of the movement and illustrate the reader to acquire a clear understanding of the implications of this new movement will take place.

The maker movement is considered as a social and digital trend which works inside of what it is known as Fourth Industrial Revolution, therefore the reader must comprehend the features that propitiate that this revolution is currently taking place and where it comes from. Firstly, the previous revolutions will be briefly explained as well as the consequences caused which are still valid nowadays. In addition to a description of the fourth industrial revolution, some key technologies, which will be relevant during the current period will also be introduced. Once the reader acquires the basic knowledge about the industrial revolutions befallen, it will proceed to explain the project's main subject, the maker movement. Within this paragraph it will be exposed the basis of this

movement in addition to its participants and finally, describe the describe the possible consequences that the maker culture may have in the society.

Immediately after, it will be presented the cases that exemplify the basis of the maker movement and which description help the reader the compression of the main subject. These topics have as different operation fields as different participants involve in the process. Two cases, developed in Spain, that proves that with this philosophy and the introduction of new technologies it is possible to improve the already consolidates work procedures. The implementation of a Fab Lab within the headquarters of a large automobile company with the intention of empowering its workers and creating a motivational environment that helps create new innovations. And finally two events that stage the social power that has the maker culture.

1. INTRODUCCIÓN

Esta primera parte servirá como introductoria del tema. Para ello, primero se realizará una escueta descripción de las primeras revoluciones, y una segunda descripción algo más extensa de la cuarta revolución industrial dado que está acotada temporalmente en el presente. Después se procederá a realizar la explicación de lo que supone el movimiento maker, sus participantes y una valoración sobre el impacto que pueda tener en el futuro, para que, ya en la segunda parte el lector pueda detectar los aspectos correspondientes en este movimiento en cada uno de los ejemplos descritos.

1.1 REVOLUCIONES INDUSTRIALES ACONTECIDAS

A pesar de ser de sobra conocidas las primeras tres revoluciones industriales, en esta breve introducción se pretende mencionar una revolución previa llamada “la agrícola”, mencionada por el historiador Yuval Noah Harari en su libro *Sapiens* (2014) y de la que afirma el gran impacto que supuso para la especie humana, produciendo una especie de esclavización obligándolo a dedicar la mayor parte del tiempo y esfuerzo en las actividades relacionadas con la agricultura, empeorando así su dieta y su calidad de vida (Harari, 2014).

Entrada la segunda mitad del siglo XVIII se produce en Inglaterra la primera Revolución Industrial, cuya principal consecuencia fue la sustitución de los medios productivos de energía, que pasó de ser proporcionada por el hombre y los animales, a través de su trabajo y esfuerzo a producirse gracias a la utilización de las máquinas (Chaves Palacios, 2004). Con esto se incrementó tanto la productividad, como el nivel de renta del conjunto de la sociedad dando lugar además, a las dos clases sociales principales de la época, la patronal capitalista y la clase obrera (Grossi, 2005).

Ya en la segunda mitad de del siglo XIX, y hasta el estallido de la Primera Guerra Mundial se sucede la segunda Revolución Industrial, que supone una continuación de la anterior revolución en muchas de las industrias involucradas. Ciertos inventos, como el motor diésel y el eléctrico, permitieron revolucionar el mundo del transporte creando nuevas redes de comunicación más seguras y rápidas aumentando la producción exportada. Estos avances junto con los producidos en otros campos como en la química o la electricidad, consiguieron una mejora en la calidad de vida de la población que se puede apreciar, por ejemplo, en las subidas de salarios y la reducción de la mortalidad infantil (Mokyr y Strotz, 1998).

Por último, debido a la crisis de petróleo durante los años setenta, donde el barril de crudo aumenta en menos de diez años en más de un 600% su valor, se intenta reducir la dependencia en energía desarrollando nuevas innovaciones tecnológicas que aumenten la productividad reduciendo la mano de obra y el uso de las materias primas tradicionales. Es por ello que se empiezan a desarrollar grandes avances en el ámbito industrial, por ejemplo, introduciendo la robótica para sustituir a la mano de obra disminuyendo así los costes, o en el ámbito privado, posibilitando el acceso de las TIC a la ciudadanía mejorando las comunicaciones entre los usuarios con el uso de Internet (Roel, 1998).

1.2 CUARTA REVOLUCIÓN INDUSTRIAL

1.2.1 Introducción

Es cierto que este periodo puede ser visto como una extensión de la anterior revolución industrial en vista de que parte de la modificación e innovación de tecnologías ya inventadas durante dicha época, pero existen tres elementos que explican este periodo como singular. En primer lugar la velocidad exponencial a la cual se producen las nuevas innovaciones, causada por la interconexión de las tecnologías existentes, en segundo lugar la amplitud de campos a los que va dirigida esta revolución, esta revolución no se centra en un solo ámbito de trabajo, sino que tiene por objetivo la transformación de todos los aspectos que rodean a la humanidad debido a que las nuevas tecnologías e ideas nacidas de esta disrupción son tanto aplicables en el ámbito industrial, con la llamada Industria 4.0, como el campo biológico, con la posibilidad de programar la materia, teniendo un efecto inmediato en la relación entre el ser humano y el macroentorno. Y por último el efecto que tendrá en los sistemas organizativos existentes hasta ahora, desde países hasta una pequeña empresa (Schwab, 2016). Tal como explica el fundador del primer Fab Lab Neil Gershenfeld (2006), la combinación de tecnologías como la Inteligencia Artificial, la nanotecnología o el internet de las cosas (IoT) con los sistemas de recogida de datos cada vez más potentes eliminará las barreras existentes hasta ahora entre el mundo físico y biológico con el mundo digital, formando la conexión entre los bits y los átomos.

1.2.2 Tecnologías clave para el desarrollo de esta revolución

Dentro de la cuarta revolución industrial es posible localizar numerosos ejemplos de nuevas tecnologías. En 2016 el Foro Económico Mundial de Davos determinó una amplia lista de nuevas herramientas pertenecientes a esta revolución, donde podían encontrarse el Big Data, el Internet de las cosas o la biotecnología (Pérez, 2016). Al igual que durante el Congreso de Ciencias de la Computación desarrollado en La Plata en octubre de 2018, una de las ponencias sostenía que los instrumentos fundamentales en la nueva transformación serán la Realidad aumentada o la Nube, entre otros (Candia, et al. 2018).

A pesar de que cada estudio determina qué tecnologías son las más importantes de la época venidera, siempre es posible encontrar una serie de herramientas en las cuales los expertos coinciden en nombrar, y que serán clave a la hora de afrontar los nuevos retos que surgirán en los próximos años. Estas nuevas tecnologías serán: La impresión 3D, la inteligencia artificial, el Internet de las cosas (IoT) y la robótica (Xu, David y Suk Hi, 2018).

1.2.2.1 Impresión 3D

La impresora 3D es un dispositivo que crea objetos tridimensionales, a partir de diseños realizados en programas informáticos y mediante un proceso de superposición capas de un material elegido (Hiemenz, 2014). Primero, es necesario crear el diseño elegido en un programa informático y que posteriormente esos datos se envíen a la impresora 3D. Esta se encarga de erigir la estructura del objeto a imprimir que dependiendo de su tipo, realizará la impresión de distinta manera. Existen varios tipos de impresoras, están las llamadas FDM, que mediante un proceso de extrusión, se va colocando, de forma superpuesta, el material fundido para que con el contacto del aire se solidifique y así crear la pieza deseada O también las impresoras SLS, que utilizan un laser para calentar

INTRODUCCIÓN AL MOVIMIENTO MAKER Y DESCRIPCIÓN DE CASOS IMPLANTADOS CON ÉXITO.

una capa de granulos con el fin de ir uniendo el material utilizado para ir creando el esqueleto del producto (Locker, n.d.). Independientemente de la clase de impresora que se utilice, gracias a este dispositivo se consigue una mejora en el proceso de producción ya que permite una reducción en los costes de producción debido a la utilización de menos energía y de materiales reciclados. Además, consigue una personalización en los productos creados, puesto que de un primer diseño es posible realizar múltiples variaciones (Gomez Reyes, 2017). Entre esas aplicaciones se encuentran por ejemplo, la utilización de esta tecnología en el campo de la medicina como la impresión de prótesis dentales o réplicas de huesos, (Arráez Álvarez, Arráez Álvarez y Díaz Lantada, 2014) o en el campo de la construcción, como ejemplifica la edificación de un puente de hormigón en China realizado íntegramente mediante impresión 3D (Branco, 2019).

1.2.2.2 *Inteligencia artificial*

Los doctores en ciencia computacional Dey Li y Yi Du (2017) definen a la inteligencia artificial como “una variedad de comportamientos inteligentes humanos, tales como percepción, memoria, emoción, juicio, razonamiento, etc.” mientras que en la Encyclopedia Britannica, B. J. Copeland (1998) se refiere a ella como “la habilidad de una computación digital o un ordenador controlado por un robot de realizar tareas comúnmente asociadas a seres inteligentes. Dentro de todas las definiciones existentes, Bruno López Takeyas (2007) refiere los siguientes conceptos: por un lado la inteligencia artificial utiliza tanto los procesos racionales que conllevan el concepto puro del intelecto, como los procesos conductuales en los que se realiza una comparación de la eficiencia humana. Cabe destacar los numerosos campos de aplicación que presenta esta herramienta, como por ejemplo, en el ámbito de la robótica, donde es necesario un aprendizaje adaptativo para que la máquina en cuestión pueda realizar el movimiento requerido en cada momento, mientras que en los sistemas expertos se combinan datos recogidos por la máquina con el conocimiento proporcionado por un experto para una vez analizar e interpretar dicha información poder dar un respuesta inteligente (Raúl Benitez et al., 2013).

1.2.2.3 *IoT (Internet of Things)*

El Internet de las Cosas es una red digital a la que puedan conectarse los objetos que se encuentran en el entorno, lámparas, coches, puertas de la casa, etc. con el fin de compartir la información generada para un uso inteligente y más eficiente de dichos objetos. Es una red para los elementos físicos (Keyur y Sunil, 2016). Internet está cada vez más presente en la rutina diaria de las personas, como puede apreciarse en la digitalización de los objetos que, recolectando información del entorno, mejora la toma de decisiones y por tanto consigue una mayor eficiencia en las acciones finales lo que se traduce en una mejor calidad de vida. Existen numerosos ejemplos debido a la gran cantidad de aspectos que puede abarcar el IOT. En el hogar, por ejemplo, un refrigerador puede, gracias a los sensores digitales conectados, determinar la escasez de un producto en la dieta elegida por el usuario y realizar el pedido vía online automáticamente, mientras que en una ciudad inteligente la colocación de numerosos sensores conectados a la red en las vías de circulación, podrá gestionar el tráfico y evitar posibles congestiones (Alcaraz, 2014).

1.2.2.4 *Robótica*

La robótica es la técnica de creación y diseño de ciertas máquinas que imitan acciones específicas de los seres vivos para realizar una tarea productiva que requiere unos

movimientos de alto grado de repetición (Ollero Baturone, 2001). Los robots han servido para la automatización de gran parte de la industria en épocas pasadas, siendo clave para conseguir un aumento de la productividad, reduciendo costes y mejorando la calidad del producto. Pero con el paso del tiempo, la robótica ha sufrido grandes innovaciones permitiendo su versatilidad y realizando distintas tareas, es por ello que en este momento existen diferentes tipos de robots ya sean móviles, de tipo industrial o humanoides. La evolución de esta herramienta permite la modernización de la sociedad debido a la asistencia que provocan estas máquinas a la ciudadanía. Es posible actualmente crear prótesis robóticas de extremidades que ayudan al usuario a recuperar la movilidad perdida de esa zona corporal, o sin ir más lejos, la inclusión de robots en distintos aspectos rutinarios, como en la cocina o las tareas de casa, que mejoran la calidad de vida de los ciudadanos (Reyes Cortés, 2011).

1.3 MOVIMIENTO MAKER

1.3.1 Introducción

El movimiento o cultura maker es una corriente social de tipo colaborativa que pretende la democratización de la información y los medios productivos. Este movimiento está basado en el diseño colaborativo o abierto, donde se promueve un nuevo canon productivo al alcance del usuario particular con el fin de acortar los tiempos de creación de nuevos prototipos (Abel et al., 2011, citado en Capdevila, 2014)

Representa la unión entre el mundo físico y el digital, es decir, la utilización de las nuevas tecnologías digitales con el fin de poder realizar innovaciones en los objetos físicos que nos rodean. Esta nueva tendencia está aumentando el número de participantes gracias a la cultura participativa que existe en la red y a la creación de espacios de trabajo como los Fab Labs (Unterfrauner, Voigt, Schrammen y Menichinelli, 2017).

Dale Dougherty (2012), creador de la revista "Maker" en el año 2005, define este nuevo movimiento como un retorno de alguna forma a un pasado no muy lejano, donde los ciudadanos se consideraban así mismos con ciertas habilidades para poder reparar o mejorar los objetos que les rodeaban. Esta especie de retorno junto con las nuevas tecnologías y la conectividad que proporciona Internet, permite crear una comunidad donde las ideas y los diseños son compartidos para conseguir crear nuevos prototipos cada vez más innovadores.

Además de la conexión proporcionada por Internet, desde hace más de una década se vienen realizando varias ferias dedicadas a la reunión e intercambio de ideas por parte una de los miembros de esta comunidad. La primera feria se dio en Bay Area, San Francisco, y a pesar del crecimiento en el uso de las nuevas comunicaciones digitales, estos acontecimientos siguieron aumentando tanto en número de ciudades organizadoras como en número de participantes, por ejemplo en las ferias realizadas tanto en Bay Area como en Nueva York en 2017 se registraron más de doscientos mil visitantes y casi tres mil participantes lo que pone de manifiesto el auge de este nuevo movimiento (Heather, 2019).

1.3.2 Participantes y herramientas

Los usuarios participantes de este movimiento tienen el sobrenombre de "makers". Esta determinación, viene dada a partir de los hackers, expresión acuñada durante el siglo pasado para describir a antiguos estudiantes, generalmente de la rama eléctrica, del Instituto de Tecnología de Massachusetts que realizaban modificaciones en distintos

INTRODUCCIÓN AL MOVIMIENTO MAKER Y DESCRIPCIÓN DE CASOS IMPLANTADOS CON ÉXITO.

tipos de dispositivos siempre dentro del ámbito eléctrico y electrónico por lo que su trabajo siempre estuvo muy relacionado con los ordenadores dado que era la época de su desarrollo (Wark, 2006).

A pesar de que no existe una definición específica de los “makers”, sí podemos afirmar que son usuarios que trabajan tanto con dispositivos analógicos como digitales, dentro de una cultura colaborativa donde, a través de comunidades online o estaciones de trabajo (Makerspace, Fab Labs...), consiguen compartir diseños e innovaciones para crear sus prototipos personales más eficientes (Menichinelli et al., 2017).

Los Fab Labs, son espacios de trabajo equipados con las herramientas tecnológicas necesarias para que los “makers” puedan aprender desde cero y realizar sus propias creaciones. La creación de estos espacios fue una iniciativa por parte del profesor Neil Gershenfeld, responsable del Centro de Bits y Átomos del MIT (CBA), como incentivo para que los estudiantes pudieran aprender nuevas maneras de fabricación digital gracias a las herramientas que proporcionaba el departamento. Más tarde estos espacios fueron multiplicándose alrededor del mundo e interconectando entre ellos para así poder compartir la ideas generadas en un lugar en particular (Smith, 2017). La idea de estos espacios es dar acceso a la ciudadanía a la tecnología necesaria para poder aprender y crear nuevos prototipos que puedan solucionar las necesidades locales. Con estas herramientas, los usuarios son capaces de modelar, diseñar y fabricar nuevos prototipos, además de realizar las comprobaciones pertinentes para determinar su efectividad a la hora de realizar la tarea propuesta (Mikhak et al., 2002).

1.3.3 Futuro impacto producido por el movimiento Maker

Como se ha mencionado anteriormente, la idea de este movimiento y de los espacios de trabajo existentes tales como, los Makerspace o los Fab Labs es, de alguna manera, democratizar el uso de estas nuevas tecnologías con el fin de atraer a más usuarios dentro de la filosofía maker, provocando así que se genere un impacto dentro del modelo productivo tradicional. Gracias a que las nuevas herramientas están cada vez al alcance de más personas, y a una concienciación más generalizada por parte de los consumidores acerca de que los productos que consumen cumplan los estándares éticos y medioambientales, los usuarios tenderán por si mismos los objetos con los que satisfacer sus necesidades. De esta manera, se conseguirán reducir los costes derivados de la producción tales como, el desplazamiento masivo de productos o el coste generado por los inventarios. Esto, a su vez, supondrá que el desarrollo de prototipos sea más rápido y menos costoso debido a que no es necesario producir grandes cantidades de un producto para realizar los test requeridos. Un prototipo es diseñado por una comunidad y acto seguido realiza los exámenes necesarios para determinar la eficacia de dicho producto. En ese mismo instante pueden surgir complicaciones cuyas soluciones son aplicables directamente a ese prototipo y así, una vez pasado las pruebas poder realizar una producción del producto más eficiente y sostenible. Además de esta manera, se genera un modelo circular donde los consumidores pueden reciclar o reparar los productos que adquieran mediante las nuevas tecnologías dispuestas. Este modelo sigue la tendencia de las nuevas generaciones a intentar disminuir los residuos resultantes de la producción y el consumo y permite que el consumidor pueda ser partícipe de esta reducción (Unterfrauner, Voigt, Schrammen y Menichinelli, 2017).

Es posible que la extensión del movimiento maker provoque en la sociedad una reflexión acerca del consumismo, y que los propios ciudadanos empiecen a sentir la necesidad de entender los procesos necesarios para la producción de los objetos que son parte de la rutina diaria. Esto puede provocar que más usuarios decidan reutilizar o crear nuevos diseños de los productos que adquieren creando un sentimiento de toma de control del sistema y de alguna manera, cambiar su posicionamiento dentro de la cadena productiva convirtiéndose en fabricantes. Este cambio en el papel que ejerce el usuario dentro del modelo productivo puede estimular una continua personalización de los productos. Como se ha descrito anteriormente, la creación de nuevos diseños o modificaciones por parte de los usuarios, conlleva que se generen múltiples de prototipos de un mismo objeto dependiendo de las necesidades particulares de cada uno (Unterfrauner, Voigt, Schrammen y Menichinelli, 2017).

2. DESCRIPCIÓN DE CASOS CARACTERÍSTICOS

Una vez realizada una breve introducción a las revoluciones industriales acaecidas y adquiridos unos conocimientos básicos de lo que representa el movimiento maker, en este segundo apartado, se procederá a presentar una serie de ejemplos de distintas áreas de trabajo en los cuales se ha podido modificar el proceso o la metodología con el fin de realizar las tareas presentadas de una forma más eficiente y acorde con las bases de este movimiento. Como se ha manifestado anteriormente, el movimiento maker pretende aglutinar usuarios sin importar sus habilidades o conocimientos en las nuevas tecnologías, y es por eso que este movimiento puede ser implantado en cualquier área de trabajo. Los ejemplos presentados a continuación están escogidos porque, primero, ayudan a entender el potencial del movimiento maker debido a la disparidad en los campos de actuación, segundo por el éxito que obtienen al utilizar las nuevas tecnologías o aplicar nuevas metodologías dentro de su entorno habitual de trabajo, y tercero, porque son casos que representan las bases de dicho movimiento, la colaboración entre los participantes y el deseo de innovar la técnica de trabajo en cada una de las áreas.

Por un lado, se describen tres ejemplos donde el movimiento maker se implanta en entornos de trabajo profesionales, por ejemplo la medicina o la industria. Estos ejemplos han sido escogidos debido a que usuarios profesionales en sus campos deciden incorporar técnicas de innovación, como es el caso de la fábrica de Renault, o la tecnología propia de otros ámbitos, como es el caso del departamento de cirugía ortopédica y traumatología del hospital Gregorio Marañón y el proceso de impresión de piel, demostrando así la versatilidad de la cultura maker y la iniciativa de los participantes a intentar cambiar su metodología de trabajo.

En el lado opuesto se encuentran dos ejemplos de plataformas desarrolladas en un Fab Lab, donde los creadores de dichas plataformas pretende satisfacer las necesidades particulares de los usuarios invitándoles a que propongan y desarrollen sus propios proyectos. Una de las plataformas ayuda a los usuarios participantes a desarrollar sus proyectos de investigación y experimentación además de involucrar a las distintas partes para que dichos experimentos tengan éxito y se puedan solucionar los problemas detectados por el usuario particular. El objetivo de la otra plataforma es poder acotar la contaminación existente gracias a la participación de los ciudadanos proporcionándoles la tecnología necesaria para llevar a cabo sus propias mediciones en el entorno en el que habitan y poder actuar. Una vez recabado los datos referentes al problema y de su posible solución, compartir esa información de manera que otras comunidades de usuarios puedan establecer los mismo protocolos de actuación. De esta manera, con estos dos ejemplos, se pretende demostrar el carácter social de este movimiento donde

INTRODUCCIÓN AL MOVIMIENTO MAKER Y DESCRIPCIÓN DE CASOS IMPLANTADOS CON ÉXITO.

el ciudadano de a pie, a través de un entorno colaborativo, tiene el poder de modificar y o mejorar aspectos relativos a su entorno.

2.1 IMPRIMIENDO DENTRO DE UN HOSPITAL

Las continuas innovaciones dentro del ámbito tecnológico hacen posible que el usuario particular adquiera una impresora 3D de forma barata y pueda experimentar por sí mismo en su casa. Esto es lo que ha ocurrido en el departamento de cirugía ortopédica y traumatología del hospital universitario Gregorio Marañón de Madrid, donde han decidido incluir la tecnología de impresión 3D como parte de su trabajo diario. No es la primera vez que en el ámbito de la medicina se han utilizado este tipo de tecnologías. Anteriormente implantes o prótesis ya se habían fabricado con impresoras 3D. En el año 2012 en un hospital inglés fue posible corregir una deformación congénita en un paciente de temprana edad gracias a la incorporación de una prótesis en 3D en la parte afectada (López, 2018). La gran diferencia presente en este caso es que el departamento ha querido integrar este proceso con el objetivo de convertirse en productores y superar las barreras que supone la contratación de este servicio a una empresa externa como puede ser el elevado coste o los tiempos de espera a la hora de recibir el producto final.

La herramienta con la que deciden trabajar es una impresora 3D de FDM (modelado de deposición fundida en inglés), de escritorio. Esta impresora calienta el material con el cual se va a trabajar a unos doscientos grados centígrados, una vez fundido se extruye dicho material por una abertura adherida a un brazo robotizado que tiene la capacidad de moverse en los tres ejes, X, Y y Z. La impresión del objeto se realiza mediante la superposición del material fundido que se solidifica al alcanzar la temperatura ambiente (Sanchez Restrepo, 2017). Pero para llegar a este punto es necesario la realización de unos pasos previos. El primero sería obtener el modelo en 3D del objeto que se ha planteado imprimir. Para ello se realiza una imagen topográfica de la anatomía del paciente que se desea imprimir. Una vez cambiado el formato de dicha imagen, se dispone a realizar la reconstrucción en 3D de la zona requerida con programas especializados que, además, permiten distinguir entre las distintas partes de la anatomía del paciente como tejido muscular, huesos, etc. Una vez realizado este primer proceso, el profesional trabaja con este modelo primigenio, creando los modelos adicionales que necesite para que le sea más fácil su posterior estudio (Rodríguez-Lozano et al.,2016). El siguiente paso es crear el modelo o los modelos deseados en 3D a escala. Para ello se traslada los diseños a un lenguaje legible por las impresoras que determina las posiciones que el expulsor del material debe de adoptar en cada momento para poder hacer una impresión eficaz.

El material más utilizado es el ácido poliláctico (PLA), debido a su origen natural derivado del maíz o las cañas de azúcar, y las numerosas propiedades que tiene. Es un material resistente a los golpes, tiene el punto de fusión bajo con respecto a otros materiales con lo que la energía utilizada para su utilización es menor, no requiere una primera capa adherente y además es un material biodegradable que es una de las características más valoradas por el departamento a la hora de escogerlo (Rodríguez-Lozano et al.,2016).

Por último antes de comenzar la impresión es necesario calibrar la impresora y comprobar que no quedan restos de anteriores impresiones que ocasionen un defectuoso resultado final. Una vez impreso el objeto dependiendo de las dimensiones de este, será necesario unir a mano las distintas piezas y o pulir desperfectos. También

tener en cuenta la necesidad de esterilizar la impresión en caso de que sea necesaria dentro del quirófano, para ello se utilizaron dos procesos, uno a 55° centígrados y unas ocho horas de aireación y otro a 37° centígrados pero un mayor periodo de aireación (Rodríguez-Lozano et al.,2016).

Durante el año de evaluación de esta nueva técnica de trabajo se han realizado un total de veinte cirugías en el departamento, eso ha permitido realizar un estudio de los modelos finales para poder determinar si las técnicas empleadas son las más fiables. Estudiando los diseños impresos se ha llegado a la conclusión que la esterilización ha 55° presenta un error de impresión mayor que el de 37°, al igual que existe mayor error en las partes de unión de los modelos diseñados que en las propias piezas impresas (Rodríguez-Lozano et al.,2016).

Además de las evaluaciones técnicas, el hospital ha podido determinar que la incorporación a la metodología de trabajo de esta herramienta ha supuesto numerosos beneficios. Los costes han disminuido notablemente debido a que la materia prima utilizada es de precio inferior, se han producido mejoras en la cirugía ya que se dispone de los moldes en la propia intervención acortando el tiempo de estas y ayudando para que sean más precisas. Además se ha detectado una mejoría en el proceso debido a una mejor comunicación con el paciente y a una reducción en las dosis radioactivas recibidas (Petralanda, 2017).

Estos diseños una vez impresos se han utilizado para cuatro funciones:

- Modelos anatómicos: Para tener una reproducción real de la parte anatómica del paciente con el fin de estudiar mejor el caso.
- Molde de cirugía: Como apoyo una vez dentro del quirófano.
- Guías de corte quirúrgicas: Para realizar un estudio previo y más exacto de cómo se va a realizar la cirugía en cuestión.
- Comunicación cirujano-paciente: Para realizar una explicación visual y más eficaz acerca de la dolencia del paciente y de la forma en la que se va a proceder a realizar la cirugía necesaria.

2.2 CREACIÓN DE PIEL HUMANA

La Organización Mundial de la Salud (OMS) (2018) cifra en aproximadamente 180.000 muertes al año debido a quemaduras siendo las regiones de ingreso medio bajo las más afectadas por este problema. Para lidiar con dicho conflicto es necesario la realización de intervenciones quirúrgicas donde al paciente se le trasplanta piel sana de otra zona de su propio cuerpo, pero el problema viene cuando las heridas por quemadura tienen una gran extensión haciendo imposible un trasplante de tal cantidad de piel. Es por ello que unos estudiantes de ingeniería de la Universidad Carlos III de Madrid decidieron dedicar su trabajo final de grado, *Impresión en 3D de piel humana funcional: producción in vivo y análisis*, a la solución de este problema a través de la tecnología, creando una bioimpresora 3D capaz de producir piel humana que pueda ser utilizada posteriormente para la unidad de cuidados intensivos del Hospital Universitario Gregorio Marañón, también de Madrid.

La idea de utilizar una bioimpresora responde a la alta demanda existente de piel que pueda ser utilizada por los pacientes y sobre todo a que los procesos existentes conlleven grandes gastos de producción y personal especializado, siendo el desarrollo final muy lento y sin producir una gran cantidad de tejido. El primer paso era obtener información acerca de la materia, y para ello se utilizó distintas plataformas y estudios que ya estaban trabajando en una bioimpresión no necesariamente para el campo de la

INTRODUCCIÓN AL MOVIMIENTO MAKER Y DESCRIPCIÓN DE CASOS IMPLANTADOS CON ÉXITO.

medicina. Una de esas plataformas sería DIYbiosphere (2018), un entorno web, donde particulares y científicos de todo el mundo comparten información acerca de sus proyectos e iniciativas dentro del campo de la biología.

El primer paso ha sido la construcción de la bioimpresora. Para ello se ha utilizado una impresora básica open source llamada Printbot a la cual se le ha realizado diversas modificaciones para que pueda depositar los hidrogeles cargados de células con el objetivo de producir piel humana funcional. Entre las modificaciones se encuentran dos motores eléctricos y varias jeringas desechables que son las causantes de extruir el hidrogel con la estructura celular deseada con un flujo proporcional en toda la base para poder conseguir que la mezcla de los materiales sea homogénea. Esta impresora tiene instalado un microcontrolador proveniente de un RepRap de Arduino que se encarga de monitorizar los sensores y los actuadores además de procurar que la superficie donde se va a depositar la mezcla esté a una temperatura de 37^o centígrados (Cubo et al., 2016).

Los componentes, obtenidos de las biopsias realizadas a donantes sanos serán fibroblastos, células residentes del tejido conectivo que permiten la curación de las heridas, y los queratinocitos, células que contiene la proteína llamada queratina responsable del crecimiento del tejido epitelial, siendo estas células las más predominantes dentro de la epidermis. (Cubo et al., 2016).

Una vez creada la bioimpresora y preparados los componentes se empieza la impresión de piel humana creando dos capas: la dermis, que será la capa inferior compuesta por los fibroblastos y la epidermis, la superior, por los queratinocitos. Además de esto es necesario añadir a través de otras dos jeringas el plasma obtenido de donantes de sangre y CaCl₂ que permite la coagulación del plasma dentro de los otros dos componentes. Por último se añaden las células del propio paciente para que una vez este compuesto se inserte en la zona afectada del paciente se auto ensamblen regenerando la piel en la zona afectada. Gracias a este sistema no es necesario imprimir la cantidad de piel necesaria para cubrir la zona herida ya que el propio cuerpo humano, al reconocer las células, inicia un proceso de regeneración. En el caso de que esta piel impresa no se trasplanta a la zona afectada, es posible dejarla en el laboratorio para que, con las condiciones óptimas, se genere más cantidad de piel de forma automática que puede ser utilizada para fines científicos y servir como sustitutivo de los experimentos realizados en animales (Cubo et al., 2016).

Los análisis posteriores determinaron que con este método se puede obtener una piel humana de una calidad similar a la piel humana convencional además de su parecido con los procesos de obtención de piel vía laboratorio que se pueden obtener mediante los procesos in vitro e in vivo debido a la composición bicapa conseguida por parte de la bioimpresora. Gracias a este estudio queda demostrado que es posible realizar una producción automatizada de un equivalente de la piel humana que de ser en grandes cantidades reduciría el coste unitario y podría acabar con el problema planteado al principio de este punto en el que se refiere a los datos de la OMS (Cubo Mateo y Rodríguez-Lorenzo, 2017). La idea final de este proyecto es la publicación de toda la información generada en la plataforma de colaboración abierta OpenBioprinting (n.d.) para que los usuarios de la misma puedan acceder a dicha información con el fin de fabricar sus propias bioimpresoras.

2.3 UN FABLAB COMO FUENTE DE INNOVACIÓN

Como se ha presentado anteriormente en este trabajo, los FabLabs son espacios de trabajo donde se proporciona las herramientas materiales y educativas para que los usuarios puedan aprender y experimentar de manera creativa con las nuevas tecnologías con el fin de crear nuevos prototipos que solucionen los problemas de los propios usuarios. Es una forma de empoderar al ciudadano y hacerle participe del proceso de creación y de producción. Esto fue, lo que pensaron dos trabajadores de la planta principal de tecnología de la empresa automovilística Renault en Guyancourt, a menos de media hora de París (Lô y Fatien, 2018).

En dicha planta, el departamento de I+D+I se encontraba separado de las plantas de manufacturación y dado que la empresa necesitaba urgentemente nuevas innovaciones para no quedarse atrás en el mercado automovilístico, estos dos trabajadores decidieron que para paliar este problema, era necesario instalar un FabLab dentro de la empresa para que los procesos de innovación y desarrollo se den desde el interior de la fábrica y además para que todos los empleados pudiesen tener acceso a realizar su aportación en dichos procesos (Lô y Fatien, 2018).

Pero a pesar de que su iniciativa tenía como objetivo final el beneficio de la empresa a través de las innovaciones que fueran consiguiendo los empleados, a la hora de implementarla recibieron una fuerte oposición por parte de varios empleados y directivos. Esta oposición se planteaba de tres maneras distintas. La primera respuesta era que la empresa no necesitaba más ideas y en el caso de que se pudiesen plantear alguna ya estaba siendo estudiada por lo que no era necesario otro departamento. La segunda era la falta de recursos materiales y financieros. La empresa no se prestaba a invertir en el FabLab y los dos fundadores no tenían la capacidad ni la experiencia para conseguir los medios necesarios. Por último, cuando más empleados quisieron participar en el proyecto, los directivos propiciaban una deslegitimación de la utilidad del nuevo departamento manteniendo una diferencia de los procesos estandarizados de innovación que ya poseía la empresa provocando que los usuarios frecuentasen el espacio de trabajo de forma discreta para huir de las críticas de sus compañeros (Lô y Fatien, 2018).

Pero no todo fueron obstáculos, el proyecto recibió la aprobación y la ayuda necesaria por parte de la directora del departamento de innovación que permitió que los dos fundadores trabajasen en la implementación del FabLab además de conseguir el capital humano, financiero y material para conseguirlo. También recibieron apoyo por parte de los trabajadores de la fábrica ya que vieron que con este nuevo sistema tendrían la autonomía de poder poner en práctica sus ideas y desarrollarlas (Lô y Fatien, 2018).

Una vez implementado el nuevo espacio de trabajo y de llevar ya varios años en funcionamiento es posible analizar cómo ha fortalecido a los empleados dentro de la empresa. Primero ha provocado un cambio en el orden existente, posibilitando que los trabajadores sustituyesen su frustración por no comprender los mecanismos para la innovación por un sentimiento de motivación con el que desafiaban la manera tradicional de dicho proceso. También ha facilitado que los trabajadores comprendan que tienen la capacidad real de producir cambios independientemente de su estatus dentro de la empresa y, además, se ha detectado una tendencia dentro de la plantilla de modificar la forma de relacionarse entre los trabajadores creando un ambiente de trabajo más informal y comunicativo en el que no importan tanto las formas sino el qué (Lô y Fatien, 2018).

INTRODUCCIÓN AL MOVIMIENTO MAKER Y DESCRIPCIÓN DE CASOS IMPLANTADOS CON ÉXITO.

Este nuevo departamento también ha supuesto que los trabajadores tengan acceso a herramientas y un espacio donde aprender y trabajar con las nuevas tecnologías. En el FabLab los empleados ha podido aprender nuevos métodos de trabajo y la tecnología necesaria para experimentar y crear sus propios diseños y prototipos. Además ha creado un ambiente de trabajo colaborativo donde todos los usuarios comparten información que fomenta el deseo de experimentación de cada uno de ellos (Lô y Fatien, 2018).

A pesar de que el objetivo final era la creación de nuevos prototipos o diseños útiles para la empresa, esto no ha sido así ya que su afluencia no ha sido la esperada. Aun así, se puede observar un cambio significativo en la mentalidad del trabajador provocando un cambio en el modelo establecido de razonamiento que origina un espíritu de innovación y creación (Fuller, 2017). Esto es gracias a la posibilidad de participar y experimentar libremente que tienen los empleados, se ha normalizado que estos comiencen iniciativas de forma autónoma. Para ello se les otorga la libertad y flexibilidad necesarias para que reorganicen por sí mismos sus jornadas con el fin de que empleen tiempo tanto a la participación como a la realización de sus tareas laborales. También gracias a la inclusión de los proyectos experimentales a los procesos tradicionales de innovación de la empresa, provoca que los empleados estén motivados al ver que sus ideas tienen consideración y pueden llegar a cambiar aspectos del proceso productivo (Lô y Fatien, 2018).

Otro de los aspectos a tener en cuenta de este proyecto es la contradicción de que un espacio de trabajo que no requiere un sistema organizativo ni en el que existe una cadena de mando clara funcione perfectamente dentro de una empresa. Esto es posible primero gracias a la informalidad de los procesos realizados en este espacio, donde los empleados pueden crear y desarrollar sus ideas sin necesidad de conseguir la autorización pertinente de los directivos y facilitando así que los prototipos sean creados en un tiempo menor, y segundo favoreciendo a los empleados el poder necesario para desafiar el modelo tradicional teniendo el control de los instrumentos necesarios para ello (Lô y Fatien, 2018).

2.4 LA EXPERIMENTACIÓN COMO UN SERVICIO

El concepto de experimentación como un servicio (Experimentation as a service) tiene como objetivo facilitar los recursos necesarios, ya sean tangibles o intangibles, a los usuarios para que puedan realizar los ensayos pertinentes para ver si es posible concebir las ideas surgidas y, en el caso de que fuesen satisfactorias, desarrollarlas a gran escala para poder complacer una necesidad (Amalatis et al., 2018). En esto se basa la plataforma OrganiCity. Este proyecto destina sus esfuerzos a crear lazos de entendimiento entre los ciudadanos, las empresas y las autoridades de una ciudad para poder llevar a cabo experimentos que en un futuro puedan resolver las deficiencias encontradas en la urbe por parte de sus habitantes.

El proyecto Organicity comenzó en el año 2015 como parte de una iniciativa de la Comisión Europea que destinó 1,8 millones de euros para la realización de los experimentos aprobados que la ciudadanía tenía intención realizar. El objetivo de esta iniciativa era comprobar que la metodología de trabajo que ofrecía esta plataforma era aplicable en las ciudades europeas. Para ello se dio luz verde a la implementación en tres ciudades europeas que están consideradas como Smart Cities: Aarhus, Londres y Santander, cuyos máximos representantes a nivel administrativo, académico y

empresarial se involucrarían en el programa. Además, se establecería un plan de trabajo colaborativo entre las tres localizaciones. Este proyecto pretende crear un ambiente de desafío donde los ciudadanos se sientan motivados a realizar los cambios que ellos consideren oportunos en beneficio de su localidad (Pye y Schaaf, n.d.).

La plataforma tiene una metodología muy detallada de actuación para que los usuarios de cualquier lugar puedan sumarse a esta iniciativa y de esa manera conseguir desarrollar sus propios proyectos de una forma fácil y guiada. Primero, como se ha mencionado antes, crear un ambiente donde se produzcan experimentos de forma sistemática, es decir, normalizar el hecho de que cualquier ciudadano puede participar en este proyecto, y esto se consigue a través de la orientación por parte de los profesionales para poder conseguir los medios necesarios y con una constante comunicación durante todas las fases del programa a desarrollar por parte del equipo y la plataforma (Pye y Schaaf, n.d.).

Lo que también proporciona Organicity, es la tecnología necesaria para que los usuarios puedan almacenar los datos recogidos de sus investigaciones además de suministrar los datos históricos con el fin de estudiarlos. Además ofrece una estandarización de la información de manera que para el usuario es más sencillo interpretar el conocimiento obtenido y observar si sus experimentos tienen éxito. Pero esta tecnología no solo se limita al almacenamiento de los datos, sino también a dar soporte con las tecnologías necesarias para llevar a cabo esos experimentos, desde sensores, aplicaciones móviles o conectar a los usuarios con profesionales especializados, desarrolladores web o programadores, para poder llevar a cabo los exámenes pertinentes de la manera correcta y seguir con el desarrollo del proyecto (Pye y Schaaf, n.d.).

Este marco de trabajo propuesto por la plataforma, pretende erigir una estructura de cooperación inclusiva donde ciudadanos de diferentes clases sociales y situaciones económicas puedan organizarse para llevar a cabo sus ideas y tengan un ánimo de colaboración entre ellos que les permita discutir y acordar cuales son los proyectos que tengan mayor probabilidad de éxito. Está estructura también permite que estos ciudadanos con iniciativa puedan involucrar también a los principales actores de una ciudad, como son el gobierno local las universidades o la empresas, con el fin de que estos proyectos tengan consideración real y puedan ser desarrollados. Para ello, Organicity proporciona la ayuda de sus profesionales para que los creadores del proyecto puedan presentarlo de forma correcta ante las autoridades descritas, y convencerles de que su involucración es vital para que la idea se convierta en una solución real para la ciudad (Pye y Schaaf, n.d.).

Por último, el equipo de Organicity también da seguridad a todos los participantes de la iniciativa planteada ya que tiene un servicio ético y legal con el que proteger tanto la propiedad intelectual como toda la información que se genere en el transcurso de proyecto de tal manera que los participantes tengan cubierta esa preocupación y puedan centrarse únicamente en desarrollar correctamente la idea (Pye y Schaaf, n.d.).

Con esta forma de trabajar, Organicity ha conseguido llevar a cabo nuevos proyectos que han conseguido un éxito final y se han implementado en las ciudades. Experimentos como Public Like Displays que propone comunicar a la población los datos recogido de cómo funciona la ciudad, por ejemplo el gasto energético, para concienciar a la población e intentar proponer ideas que puedan solucionar otros problemas. O la iniciativa SaveOurAir que pretende crear una base de datos acerca de la calidad del aire respirable en las ciudades gracias al trabajo colaborativo de organizaciones activistas, educadores o los trabajadores del plan urbanístico de la ciudad (Public Like Display, n.d.); (Save Our Air, n.d.).

INTRODUCCIÓN AL MOVIMIENTO MAKER Y DESCRIPCIÓN DE CASOS IMPLANTADOS CON ÉXITO.

Destacar que esta iniciativa ha conseguido llevar a cabo un total de cuarenta y tres experimentos entre 2016 y 2018, involucrando a catorce nuevas ciudades y creando 130 nuevos eventos con el fin de poder concienciar a más gente sobre su posibilidad de realizar un cambio realmente significativo en su entorno (Pye y Schaaf, n.d.).

2.5 EL CIUDADANO COMO HERRAMIENTA DE MEDICIÓN

En los últimos años, debido a los efectos causados por el cambio climático, cada vez más personas están tomando conciencia de que este es un problema real y que es necesario la colaboración de todos para poder revertirlos. A pesar de esta tendencia que está empezando a surgir, muchos son los que creen que para revertir los efectos provocados en el medio ambiente, son las grandes corporaciones y economías las que tienen que ponerse a trabajar y que los ciudadanos solo podrían ajustarse a sus nuevos dictámenes sin poder de iniciativa. Para combatir este pensamiento, la plataforma Making Sense pretende dar el poder suficiente a los ciudadanos de todo el mundo, para primero recolectar datos objetivos acerca de los problemas relacionados con el ecosistema en su localidad y después que se organicen para poder llegar a una solución consensuada mejorando su entorno además de su calidad de vida.

Este proyecto, fundado en 2015 por nueve personas y con la aprobación de la Comisión Europea y la colaboración de numerosas instituciones como la Universidad de Dundee o el Waag Society de Ámsterdam, pretende enseñar a la comunidad local los beneficios de Open Source o el Maker Design y que aprendiendo a trabajar de forma colaborativa con las nuevas tecnologías es posible crear un impacto dentro de la sociedad (Balestrini et al., n.d.).

Para llevar a cabo la acción, Making Sense realiza un método de trabajo muy planificado con el que pretende guiar a los participantes durante todo el proceso con el fin primero de corregir la incidencia que los ciudadanos han detectado y más tarde compartir la información de todo el proceso para que esa solución pueda ser aplicable en otros distritos. Este método de trabajo se desglosa de la siguiente manera (Balestrini et al., n.d.).

La primera fase es la de empoderamiento del ciudadano y eso se consigue a través de la participación de los usuarios dentro de un ambiente de trabajo donde pueden identificar el problema, localizarlo, entenderlo a través de la información existente en la red y, por último, discutir cómo se va a solucionar esta incidencia. En esta fase también se realiza un proceso de organización del equipo con el fin de que dependiendo de las habilidades de los participantes realicen unas tareas u otras (Balestrini et al., n.d.).

La segunda fase es la de co-creación. En ella los participantes diseñan el plan de actuación y recogen los datos que tienen que ver con el hecho a solucionar. Aquí es necesario determinar cuáles son los objetivos del equipo y cómo y con qué materiales se va a realizar la recolección de datos necesarios. Estos datos serán recogidos por un sistema de sensores creado en 2012 llamado Smart Citizen Kit que permite al ciudadano realizar las mediciones correspondientes en la localización deseada (SeedStudio, nd). Este aparato puede medir tanto las condiciones meteorológicas, como pueden ser la temperatura, las precipitaciones, o los niveles de polución existentes, ya sean la contaminación en el aire o el ruido (Balestrini et al., n.d.).

En la penúltima fase denominada de realización del cambio, se estudian y se interpretan los datos recogidos con el propósito de determinar cuales son los planes de actuación que se deberán desarrollar. En este análisis también participaron profesionales de la materia que ayudarán a los iniciadores del proyecto a entender mejor la información recogida por los sensores. Una vez obtenido el conocimiento necesario es necesario pasar a la acción y ahí es cuando el colectivo decide divulgar problema para encontrar una solución como puede ser la divulgación en la red, los medios de comunicación, realizando protestas, todo con el fin de crear conciencia en la localidad y que se pueda trabajar con la administración para atajar el problema (Balestrini et al., n.d.).

Por último está la fase de apertura, que es donde los participantes crean una especie de diario donde detallan todos los pasos y procesos que han ido completando con el fin de analizar el proyecto en conjunto para determinar si estos pasos han sido los correctos y lo más importante que sea compartido dentro de la comunidad para que otras localidades puedan estudiar esa información y aplicarla en caso de que fuese extrapolable en su comunidad (Balestrini et al., n.d.).

Gracias a este método de trabajo numerosas congregaciones de vecinos han conseguido, a partir de la colaboración entre ellos y más sectores, que se tome conciencia sobre ciertos problemas y se consigan soluciones. Es el caso del proyecto Gammasense, desarrollado en Holanda, donde consiguieron crear un sistema de sensores de medidas de la radiación nuclear que fuese más preciso y con una mayor cantidad de aparatos operativos de los que ya existían, con el fin de tener un mayor control de la radiación esparcida en caso de accidente nuclear. O de Urban Airq que promovió que la ciudadanía de Ámsterdam se preocupase más sobre la calidad del aire que respiraba y les animó a realizar sus propias acciones para mejorar esa calidad tanto de forma individual en sus casas como de forma colectiva ayudándoles a reunirse con el gobierno local para crear soluciones ante ese problema (Balestrini et al., n.d.).

3. CONCLUSIONES

Nos encontramos en una época de inestabilidad tanto económica y política debido a las guerras comerciales y de transición, ya sea provocada por el reto de reducir los efectos del cambio climático o por la revolución digital. Es por ello que tendencias sociales como la descrita anteriormente pueden servir como una oportunidad para poder confrontar los retos que nos deparan. Como he podido aprender, el movimiento maker permite el acceso cada vez más generalizado de la información y los medios necesarios para experimentar por uno mismo y aprender nuevas metodologías de trabajo, ya sea por necesidad o por diversión.

Una vez leídos los principios básicos de este movimiento y, sobre todo, de la cantidad de ejemplos existentes, es posible percibir el gran poder creativo que ostenta el ser humano y lo que puede suponer la cultura maker. Demuestra que la colaboración aumenta la capacidad de generación de ideas y de su posterior desarrollo. Los ejemplos descritos en este documento pretenden corroborar la disparidad de sus participantes y la versatilidad de campos de actuación que ofrece este movimiento.

En primer lugar tenemos la inclusión de una herramienta más propia del trabajo industrial como puede ser la impresora 3D en la planta de un hospital. Los laboratorios de los hospitales son fuente de investigación e innovación, pero otra forma de innovar es plantearse el procedimiento establecido a la hora de que un trabajador realice su función. Es por ello que un grupo de cirujanos del hospital Gregorio Marañón de Madrid

INTRODUCCIÓN AL MOVIMIENTO MAKER Y DESCRIPCIÓN DE CASOS IMPLANTADOS CON ÉXITO.

decidieron incorporar esta herramienta a su rutina de trabajo diaria para intentar mejorar el procedimiento de trabajo que tenían establecido. Se dieron cuenta que con esta nueva tecnología y la información que iban aprendiendo acerca del diseño e impresión de maquetas podían progresar no solo a la hora de estudiar el proceso de intervención de un paciente sino además la comunicación que tenían con este a la hora de explicarle como iba a producirse la intervención. Otro avance es que, en cierta medida ayuda a crear una cirugía mucho más personalizada hacia el paciente en vista de que permite al profesional crear las herramientas de intervención quirúrgicas adecuadas a la anatomía del paciente.

Existe cierta similitud entre los dos primeros casos pero la perspectiva de inicio es distinta. Si, en el primero se presentaba a un grupo de profesionales de la medicina que tienen la iniciativa de incorporar una impresora 3D a su lugar de trabajo, en este segundo caso la iniciativa se presenta de forma opuesta. Una estudiante de ingeniería, que tiene bastante experiencia en el uso de impresoras 3D, decide aliarse con un departamento de bioingeniería para desarrollar una forma más inteligente de imprimir piel humana con la que ayudar a la unidad de quemados del hospital y además poder compartir la información derivada de su trabajo a través de plataformas de información abierta como OpenBioprinting.

Ya en el terreno industrial, vemos un ejemplo en el que no se incorpora una herramienta con un fin específico como en los anteriores, sino que se decide crear un espacio de trabajo interactivo para que los trabajadores de una fábrica puedan aprender con las nuevas tecnologías y así crear sinergias para fomentar el diseño de prototipos útiles para la empresa. Con este caso se puede ver como los procesos de innovación no tiene por qué seguir un régimen estipulado y que cualquier trabajador puede aportar a la empresa algo más que su esfuerzo y dedicación.

Por último, los dos casos finales representan la pluralidad de la cultura maker. En el primero, la iniciativa para dar poder a los ciudadanos para que puedan satisfacer sus necesidades locales, no solo en materia de herramientas y conocimiento, sino como una guía para que estos puedan organizarse e involucrar a las partes necesarias para que sus proyectos tengan éxito. Es una forma de fomentar la participación colectiva de los usuarios y de alguna manera hacerles sentir que son responsables del cambio. En el segundo, con un objetivo más claro como es el de medir la contaminación existente de forma local, proporciona a los usuarios una herramienta de medición y permite, primero, crear una red informativa con datos acotados gracias a la participación ciudadana en el proyecto, para después crear soluciones locales que puedan implantarse en distintos puntos del globo.

Todos estos ejemplos, de alguna manera representan el poder del usuario particular para intentar cambiar su entorno, convirtiendo al ciudadano en productor, científico, activista, etc. Esto es algo que las empresas pueden aprovechar para cambiar su estructura productiva en favor de una producción más inteligente y en consonancia con las políticas de medioambiente. Actualmente, las empresas, sobre todo las grandes multinacionales, tienen una estructura centralizada de producción donde desarrollan sus productos en países emergentes ya que el bajo coste unitario compensa los costes derivados del transporte y de la sobreproducción, como el de almacenamiento. Gracias al cambio de rol producido por el ciudadano y que en un futuro ciertas tecnologías como las impresoras 3D estarán presentes en un gran número de hogares, las empresas anteriormente descritas deben trabajar con esta posibilidad para realizar una producción más inteligente. ¿Cómo?, realizando un envío de los materiales y los datos sobre el

MARTÍN GARCÍA ARRANZ

diseño correspondiente al producto elegido por el cliente para que este, imprima en su hogar el producto que acaba de adquirir. De esta manera se reducen los residuos producidos por la explotación, gastando menos energía y disminuyendo la contaminación, además de producir de forma más eficiente acotando por zonas las necesidades de los ciudadanos.

4. BIBLIOGRAFÍA

Abel, B. et al., (2011) *Open Design Now. Why design cannot remain exclusive.*, Amsterdam: BIS publishers.

Alcaraz, M. (2014) *Internet de las cosas*. Universidad Católica Nuestra Señora de la Asunción.

Amaxilatis, D. Et al. (2018) "Advancing Experimentation-as-a-Service Through Urban IoT Experiments", *IEEE Internet of Things Journal*, 6(2), pp. 2563-2572. Disponible en: [10.1109/JIOT.2018.2871766](https://doi.org/10.1109/JIOT.2018.2871766) [Consultado 13-11-2015].

Arráez Álvarez, J. L., Arráez Álvarez, M. E. y Lantada Díaz, A. (2014) "Aplicaciones de las impresoras 3d en la medicina", *Reduca (Recursos Educativos)*, pp. 317-322. Disponible en: <http://www.revistareduca.es> [Consultado 12-11-2019].

Balestrini, M. et al. (n.d.) *Citizen Sensing Toolkit*. Disponible en: <http://making-sense.eu/wp-content/uploads/2018/01/Citizen-Sensing-A-Toolkit.pdf> [Consultado 30-10-2019].

Benítez, R., Escudero, G., Kanaan, S. y Masip Rodó, D. (2014) *Inteligencia Artificial Avanzada*. Barcelona: Editorial UOC.

Blanco, A. (2019) "El puente de hormigón más grande del mundo está en China", *El Español*, 27 de enero. Disponible en: https://www.elespanol.com/omicrono/tecnologia/20190127/puente-hormigon-impreso-grande-mundo-china/371713539_0.html [Consultado 12-10-2019].

Candia, L. D. et al. (2018) "Mejoras en maquinaria industrial con IoT: hacia la industria 4.0", XXIV Congreso Argentino de Ciencias de la Computación. La Plata, Argentina, 8-12 octubre 2018.

Chaves Palacios, J. (2004) "Desarrollo tecnológico en la primera revolución industrial. Norba", *Revista de Historia*, 17, pp. 93-109. Disponible en: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=1158936> [Consultado 18-09-2019]

Cubo, N. et al. (2016) *3D bioprinting of functional human skin: production and in vivo Analysis*. Trabajo de fin de grado. Universidad Carlos III de Madrid.

Cubo Mateo, N. y Rodríguez-Lorenzo, L. (2017) "Bioprinting: From a DIY revolution to patients", *O'reilly*. Disponible en: <https://www.oreilly.com/ideas/bioprinting-from-a-diy-revolution-to-patients#id-2opuLtEuM-marker> [Consultado 13-11-2019].

Copeland, B.J. (1998) "Artificial intelligence", *Encyclopaedia Britannica*. Disponible en: <https://www.britannica.com/technology/artificial-intelligence> [Consultado 28-09-2019].

Deyi, L. y Yi, D. (2017) *Artificial intelligent with uncertainty*. 2ª ed. Boca Ratón (FL): Taylor & Francis Group.

DIYbiosphere, (2018) *DIYbiosphere, Connecting DIYbio Worldwide*. Disponible en: <https://sphere.diybio.org/projects/diybiosphere/> [Consultado 11-11-2019].

Dougherty, D. (2012) "The Maker Movement", *MIT Press Journals*, 7(3), pp. 11-14. Disponible en: https://www.mitpressjournals.org/doi/pdf/10.1162/INOV_a_00135 [Consultado 30-09-2019].

Fuller, M. (2017) "Fitting squares into round holes: Enabling innovation, creativity, and entrepreneurship through corporate Fab Labs", *21ª Conferencia Internacional de Ingeniería de Diseño*. Universidad de British Columbia, Vancouver, Canadá, 21-25 Agosto 2017. pp. 407-416. Disponible en: <https://www.designsociety.org/publication/39595/Fitting+squares+into+round+holes%3A+A+Enabling+innovation%2C+creativity%2C+and+entrepreneurship+through+corporate+Fab+Labs> [Consultado 13-11-2019].

Gershenfeld, N. (2006) *Unleash your creativity in a Fab Lab*. Disponible en: https://www.ted.com/talks/neil_gershenfeld_on_fab_labs?nolanguage= [Consultado 25-09-2019].

Gomez Reyes, L. (2017) "Análisis documental de las ventajas de la impresión 3D", *Revista Iberoamericana de las Ciencias computacionales e Informática*. 6(11). Disponible en: <https://www.reci.org.mx/index.php/reci/article/view/56> [Consultado 12-11-2019].

Harari, Y.N. (2014) *Sapiens: De animales a dioses*. Debate

Heather (2019) *How many people attend Maker Faires around the world?*. Disponible en: <https://help.makermedia.com/hc/en-us/articles/204141969-How-many-people-attend-Maker-Faires-around-the-world-> [Consultado 08-10-2019].

Hiemenz, J. (2011) *La Impresión 3D con FDM: ¿Cómo funciona?*, Alemania: Stratas Europe.

Keyur, K. P. Y Sunil, M. P. (2016) "Internet of Things-IOT: Definition, Characteristics, Architecture, Enabling Technologies, Application & Future Challenges", *Research Gate*, 11(5), pp. 6122-6131. Disponible en: https://www.researchgate.net/profile/Carlos_Salazar70/publication/330425585_Internet_of_Things-IOT_Definition_Characteristics_Architecture_Enabling_Technologies_Application_Future_Challenges/links/5c3f8a24299bf12be3ccc584/Internet-of-Things-IOT-Definition-Characteristics-Architecture-Enabling-Technologies-Application-Future-Challenges.pdf [Consultado 17-11-2019].

Lô, A. y Diochon, P.F. (2018) "Unsilencing power dynamics within third spaces. The case of Renault's Fab Lab ", *Scandinavian Journal of Management*, 35 (2). Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0956522117301045> [Consultado 23-10-2019].

Locker, A. (n.d.) "9 tipos de impresoras 3D: guía de tecnologías de impresión 3D", *All3dP*. Disponible en: <https://all3dp.com/es/1/tipos-de-impresoras-3d-tecnologia-de-impresion-3d/> [Consultado 18-11-2019].

López, R. A. (2018) "Impresión 3D y sus aplicaciones en la Medicina" *26º Jornadas de Jóvenes Investigadores AUGM*. Universidad Nacional de Cuyo, Mendoza, Argentina, 17-19 octubre 2018.

López Takeyas, B. (2007) *Introducción a la inteligencia artificial*. Nuevo Laredo, México.

INTRODUCCIÓN AL MOVIMIENTO MAKER Y DESCRIPCIÓN DE CASOS IMPLANTADOS CON ÉXITO.

Menichinelli, M. et al. (2018) *Understanding Collective Awareness Platforms with the Maker Movement*. Barcelona: Instituto de la Arquitectura Avanzada de Cataluña

Mikhak, B., Lyon, C., Gorton, T., Gershenfeld, N., McEnnis, C. y Taylor, J. (2002) *FAB LAB: Alternate Model of ICT for development*. Cambridge y EEUU: MIT media laboratory y Center of Bits and Atoms.

Mokyr, J. y Strotz, R.H. (1998) *The Second Industrial Revolution 1870-1914*. Evanston, Illinois: Northwestern University.

Ollero Baturone, A. (2001) *Robótica. Manipuladores y robots móviles*. Barcelona: Marcombo Boixareu Editores.

OpenBioprinting (n.d.) *Nieves Cubo Mateo*. Disponible en: <https://openbioprinting.org/es/conocenos/nieves-cubo-mateo/> [Consultado 12-11-2019].

Organización Mundial de la Salud (2018) *Quemaduras*. Disponible en: <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/burns> [Consultado 26-10-2019].

Otero, S. y Mata de Grossi M. (2005) *La llamada Revolución Industrial*. Montalban -La Vega Caracas: Universidad Católica Andrés Bello Caracas.

Pérez, M. J. (2016) "Davos y la cuarta revolución industrial", *Nueva Revista* n° 157, pp. 14-22. Disponible en: <https://reunir.unir.net/bitstream/handle/123456789/5254/Davos%20y%20la%20cuarta%20revolucion%20industrial.pdf?sequence=1&isAllowed=y> [Consultado 25-11-2019].

Petralanda Mate, A.I. (2017) "Impacto económico de la impresión 3D en el sector médico-sanitario", *Publicaciones didácticas* n° 83, pp. 212-218. Disponible en: https://pdfs.semanticscholar.org/fa6f/e8bb419b472b80a815f2b56f869f6b4d225f.pdf?_ga=2.117584777.183391480.1573643468-649953373.1573643468 [Consultado 12-11-2019].

Public Data Lab (n.d.) *SaveOurAir*. Disponible en: <http://rxd.architectuur.kuleuven.be/organicity/> [Consultado 26-10-2019].

Public Like Displays. (n.d.) *Public Like Displays*. Disponible en: <http://rxd.architectuur.kuleuven.be/organicity/> [Consultado 26-10-2019].

Pye, L. y Schaaf, K. (n.d.) *Organicity Playbook*. Disponible en: http://organicity.eu/wp-content/uploads/2018/06/Organicity-Playbook_2018-1.pdf [Consultado 27-10-2019].

Reyes Cortés, F. (2011) *Robótica. Control de robots manipuladores*. México D.F: Alfaomega Grupo Editor.

Rodríguez-Lozano, G. et al. (2016) "Impresión 3D de escritorio dentro del entorno clínico", *XXXIV Congreso Anual de la Sociedad Española de Ingeniería Biomédica*, Valencia, 23, 24 y 25 de Noviembre de 2016.

Roel, V. (1998) *La Tercera Revolución Industrial y la Era del Conocimiento*. 3ª ed. Universidad Nacional Mayor de San Marcos: Fondo Editorial UNMSM.

Sánchez Restrepo, S. (2017) *FDM o modelado por deposición fundida, te explicamos todo!*. Disponible en:

<https://www.3dnatives.com/es/modelado-por-deposicion-fundida29072015> [Consultado 10-10-2019].

Schwab, K. (2016) *La Cuarta Revolución Industrial*. Barcelona: Debate.

Seed Studio (n.d.) *Smart Citizen Kit*. Disponible en:

<https://www.seeedstudio.com/smartzitizen> [Consultado 2-11-2019].

Smith, A., Hielscher, S. y Fressoli, M. (2015) *Transformative Social Innovation Narrative: FabLabs*. TRANSIT: EU SSH.2013.3.2-1 Grant agreement no: 613169 | 31st of March 2015.

Unterfrauner, E. Voigt, C. Schrammen, M. y Menichinelli, M. (2017) "The Maker Movement and the Disruption of the Producer-Consumer Relation". *Computer Science*, 10750, pp. 113-125. Disponible en: https://link.springer.com/chapter/10.1007%2F978-3-319-77547-0_9 [Consultado 07-10-2019].

Wark, M. (2006) "Hackers", *SAGE journals*, 23(2-3), pp. 320-322. Disponible en: <https://journals.sagepub.com/doi/10.1177/026327640602300242> [Consultado 15-10-2019].

Xu, M., David J.M. y Hi Kim S. (2018) "The Fourth Industrial Revolution: Opportunities and Challenges", *International Journal of Financial Research* 9(2). Disponible en: <https://pdfs.semanticscholar.org/3186/68c96e2fcbc673f0d3a24807b6f897af274e.pdf> [Consultado 25-09-2019].