

Impresión 3D: del laboratorio a casa. Programa de divulgación científico-tecnológica sobre la tecnología de impresión 3D

Travieso-Rodríguez, J.A., Jerez-Mesa, R., Gómez-Gras, G.

C. Comte d'Urgell, 187, +34 934 137 338, antonio.travieso@upc.edu

Resumen

La impresión 3D comienza a ser un fenómeno tecnológico en España, dada la gran variedad de modelos a la venta para aquellas personas emprendedoras que deseen disponer de esta tecnología en su entorno doméstico. Sin embargo, existe un gran desconocimiento sobre de qué consiste la tecnología en que se basa, y cuales son sus potencialidades. Los investigadores implicados en este proyecto han emprendido una serie de acciones financiadas por la FECYT que se realizarán durante el 2015, con la intención de divulgar los avances científicos ligados a las impresoras 3D, y, en particular, a la tecnología en que se basa la fabricación de piezas con estos dispositivos: la FDM (*fused deposition modeling*). Estas acciones pasan por el lanzamiento de una web donde se publicarán programas y documentales de producción propia sobre impresión 3D, una aplicación móvil que facilite la conexión entre dispositivos móviles e impresoras, y la celebración de cursos de formación destinados a público no universitario que les permitan entrar en contacto con estos dispositivos. Se espera que cientos de personas no universitarias se sientan interesadas en incorporar a su ámbito doméstico una impresora 3D como una nueva herramienta de futuro.

Palabras Clave: impresión 3D, fabricación, rapid prototyping, divulgación científica, FECYT, FDM

Abstract

3D printing is being a technological revolution in Spain. A great variety of 3D printing devices are currently available in department stores and online shops, providing the opportunity of acquisition to entrepreneurs willing to possess and use this technology in their households for private initiatives. Nevertheless, the technological basis of fused deposition (the mechanism through which the material is added to generate the 3D volume) is usually unknown to the thousands of 3D-printers users and consumers, thus reducing the potentialities of this technology. Researchers implicated in this project have undertaken a series of actions, to be developed during the year 2015, and financed by the Spanish Foundation for Science and Technology (FECYT), with the objective of disseminating scientific development related to 3D printing, and its actual manufacturing process, that is, fused deposition modelling (FDM). These actions consist on the publishing of a webpage, where self-produced media about 3D printing is to be published, a mobile app to allow the connection between smart devices and 3D printers, and three face-to-face courses for secondary education students, to provide them of the opportunity to get in touch with this kind of devices. As expected results, researchers hope to contribute to raise the interest and awareness of thousands of undergraduates on acquiring their own personal 3D printer.

Keywords: 3D printing, manufacturing, rapid prototyping, scientific spreading, FECYT, FDM

1. Introducción

De un tiempo a esta parte, la impresión 3D está siendo objeto de estudio por gran parte de la comunidad científica, y valorada por expertos en economía como una tecnología con gran peso relativo en el cambio de paradigma industrial y de producción al que de hecho ya estamos asistiendo [1]. El principal motivo para atribuirle esta característica proviene de su actual rápida expansión desde el ámbito industrial (la impresión 3D se lleva empleando desde los años 80 como tecnología de *rapid prototyping* a nivel industrial) hasta el doméstico. Esto se debe a que grupos de personas se han encargado de estructurar la información asociada a la impresión 3D,

convirtiéndola en un commodity tecnológico¹: asequible económicamente, fácil de aprender, auto-replicable (ya que con una impresora se pueden imprimir las piezas para generar una nueva), y en definitiva, con gran potencial para cubrir las necesidades cotidianas con las que la sociedad se encuentra.

Aún más allá de su mera condición lúdica, algunos autores han comenzado a cuantificar el ahorro que una vivienda estándar podría experimentar si aquellas piezas requeridas para su día a día, y compradas en establecimientos convencionales, fueran fabricadas *in situ*. Para ello sólo es necesario adquirir una impresora 3D particular de sobremesa, lo que supondría un ROI de más de hasta el 200% en un plazo mínimo de 4 meses [2]. Parece que los próximos años nos traerán el desarrollo de sistemas de sobremesa que permitirá a cualquier persona diseñar o fabricar todo aquello que quiera, por necesidad o por puro placer inventivo. La impresora 3D verá nacer toda una generación de inventores y tecnólogos de a pie.

A nivel más macro, algunas publicaciones de prestigio como *The Economist*, destacan la fuerte influencia que la extensión de las impresoras 3D están teniendo en la vuelta al sector de la manufactura, y una futura destercialización de la economía, con las consecuencias que esto puede traer para el sector productivo del mundo como lo conocemos hoy: la relocalización de la producción apremia, no sólo en términos prácticos, sino que además desde el punto de vista del marketing social, aquello producido en las cercanías del punto de consumo es cada vez mejor considerado por los consumidores. Si esta idea de consumidor doméstico o familiar, se extrapolara a cada hogar de los países de economías avanzadas, la tercera revolución industrial podría pasar por la producción doméstica e *in situ* a través de impresión 3D [3].

La tecnología actúa en este caso como un agente modificador de la sociedad. En este caso además, tiene un especial impacto, aunque quizá aún en etapas incipientes, en niños y jóvenes en etapas educativas primarias y secundarias. Futuros ciudadanos que crecen en contacto íntimo y constante con nuevas tecnologías, y que están acostumbrados a una interactividad sin precedentes, y profundamente asumida, con cualquier objeto o lugar de su entorno. Muchos autores exploran las propiedades de la impresión 3D como instrumento de innovación en el aula, y de aumento de capacidades durante las primeras etapas de crecimiento de los ciudadanos del mañana, encontrando resultados muy satisfactorios en la manera en que el alumnado reacciona: la creatividad del alumno se dispara, y el docente es capaz de llegar al alumnado de una manera mucho más personalizada [4-6].

En este contexto en que la impresión 3D se entiende como una tecnología del futuro, el grupo de investigadores implicados en este proyecto parte de la creencia de que existen diferentes maneras de valorizar el conocimiento generado a través de la investigación. El uso de este conocimiento para el enriquecimiento directo de la sociedad es una de ellas. Así, el proyecto que aquí se presenta tiene como fin último el divulgar la actividad investigadora y el trabajo con la tecnología de impresión 3D que se está desarrollando en grupos de investigación de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) y Universitat de Barcelona (UB). Por su propia naturaleza, el ámbito universitario permite mucho más la innovación en el aula, y el poder emplear las nuevas tecnologías de fabricación de maneras diferentes. Sin embargo, el público no universitario apenas puede acceder a conocimiento relacionado con estas nuevas tecnologías. Por ello, este proyecto se centra especialmente en dar acceso a la población no universitaria al uso y conocimiento de esta tecnología, valorizando el saber desarrollado por los investigadores de los grupos implicados.

El proyecto, que se explica a lo largo de este artículo, no es en sí un ente unitario, sino que está compuesto por todo un conjunto de acciones dirigidas al público no universitario, que tendrán

¹ Uno de estos proyectos es el Rep Rap, nacido en la University of Bath, que difunde a través de código abierto, cómo montar y hacer funcionar una impresora casera de sobremesa. Consultable en <http://reprap.org/>.

lugar desde octubre del 2014 hasta octubre del 2015. Enfocadas a diferentes colectivos, las acciones previstas enseñarán a los usuarios a utilizar las impresoras 3D para abrirles las puertas de esta tecnología y para que puedan percibirla como cercana y accesible. Concretamente, estas acciones se engloban en dos grupos. Por un lado, aquellas acciones de divulgación a través de formación enfocadas a la transmisión de conocimiento sobre la impresión 3D de una manera práctica y aplicada y, por otro lado, acciones de divulgación digital que acercarán los aspectos más formales y científicos y los avances de los grupos de investigación a la población general. Para englobar todas las acciones dentro de la misma línea de proyecto, se realizará una jornada de puertas abiertas donde los participantes puedan presentar sus proyectos y experiencias durante la formación al público general, y que permita establecer un canal de comunicación entre los grupos de investigación implicados y ese mismo público.

Antes de describir más en detalle el contenido del proyecto, cabe destacar el carácter multidisciplinar de esta iniciativa, en tanto que al equipo de ingeniería se incorporan otros agentes tales como investigadores en el campo de las bellas artes, con un largo recorrido en la construcción y diseño de robots. En efecto, los resultados de investigación que se explicarán en las diferentes actividades del proyecto se aplicarán sobre algo tangible, por lo que se ha elegido la robótica como disciplina base que permita a los receptores de la formación aplicar su aprendizaje en algo intuitivo a la vez que generador de gran curiosidad. Y, por otro lado, permitirá que se expliquen conceptos habitualmente explicados desde un punto de vista teórico, tales como qué es un sistema mecánico, sus grados de libertad, la importancia en la resistencia de materiales, o cómo incorporar criterios de diseño a un producto final.

2. El proyecto

Las diferentes acciones del proyecto se desarrollarán hasta el mes de octubre del 2015. El proyecto fue presentado dentro de la convocatoria de proyectos para el Fomento de la Cultura Científica, Tecnológica y de la Innovación, dirigidos a público no especializado y ligados a los valores sociales y económicos de la actividad científica. La vocación divulgadora del proyecto y de sus miembros es clara, y la celebración de sus diferentes etapas permitirá acercar la actividad investigadora a los grupos de la sociedad que no pueden tener contacto con ella. Es una manera de integrar al ciudadano en el proceso científico, y darle una vía de entrada a un círculo de discusión tecnológica al que no está acostumbrado. El uso de nuevos formatos, y otros aspectos innovadores del proyecto fueron el principal impulso que le llevó a poder ser realizado.

2.1. Objetivos

En este caso, el contenido de divulgación sobre impresión 3D, no solamente es un contenido per se, sino que además es el perfecto vehículo para poder mostrar a público no universitario cómo funcionan los mecanismos de innovación e investigación dentro de los grupos de investigación de la universidad. Así, el propio proyecto fue planteado agrupando los objetivos según aquellas metas que el proyecto buscaba como finalidad última (divulgar impresión 3D), y, por otro lado, aquellos objetivos transversales que permite poner en teoría y práctica conceptos relacionados con innovación e investigación. los objetivos han sido definidos agrupándolos en dos grupos. Por un lado, los objetivos generales, es decir, aquellas metas que el proyecto busca como finalidad.

De esta manera, la impresión 3D se mostrará como una tecnología de fácil acceso, viable a nivel doméstico y con gran potencial para que los usuarios que la posean puedan solventar problemas del día a día con ella. Todo ello, aplicándolo a problemas prácticos que los receptores de las acciones deberán resolver.

Por otro lado, hablar sobre una tecnología creativa y de fácil alcance permite divulgar también aspectos transversales como la ética de la ciencia, o el método científico para el fomento de las vocaciones tecnológicas. Los objetivos que cubren estos aspectos tienen un elevado peso

específico dentro del proyecto, siendo la esencia del proceso de investigación que los receptores deberán conocer como medio para motivarse para poder entrar a participar de él.

Por último, el ámbito docente tiene también gran representatividad dentro de los objetivos del proyecto, y se reservan varios de ellos para asegurar que la impresión 3D es incorporada a los ámbitos de formación para futuros formadores mediante la intervención en el máster universitario de educación secundaria, pero también a los presentes, dado que los talleres dirigidos a estudiantes de educación secundaria contarán también con la presencia de sus profesores actuales. En este sentido, se busca con el proyecto que los usuarios puedan practicar la innovación cooperativa, entendida como la búsqueda de soluciones en equipo. Todo ello, adquiriendo conceptos de diseño de robótica para su ejemplificación y puesta en marcha práctica.

2.2. Actividades

Como se puede ver, los objetivos del proyecto son amplios, y, pese a que todos están referidos a impresión 3D, cubren diferentes aspectos que deben ser conseguidos no a través de una actividad concreta, sino de una combinación de diversas acciones, que han sido estructuradas según dos grandes grupos. Por un lado, están aquellas actividades enfocadas a la divulgación a través de actividades con medios digitales. Por otro, las actividades de divulgación a través de acciones de formación presenciales. Al final del proyecto, se celebrará una jornada de puertas abiertas en la Escola d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona (EUETIB-UPC), permitirá exponer los resultados de todas estas acciones, y mostrarlos a todas aquellas personas que deseen asistir, ampliando así el ámbito de difusión del programa.

2.2.1. Actividades de divulgación digital

Este conjunto de acciones se refieren a aquellas líneas de trabajo mediante las que se genera material consultable con dispositivos digitales como dispositivos móviles o equipos informáticos privados. De esta manera, el contenido audiovisual y digital generado podrá ser consultado desde cualquier lugar y en cualquier momento por la persona que lo desee y con cualquier objetivo. A continuación se describen estas acciones.

Producción de podcast. Se divulgarán los avances de los grupos de trabajo vinculados al proyecto en las tecnologías de *rapid manufacturing* (conjunto de técnicas de fabricación donde se enmarca la impresión 3D). Este podcast constará de 9 capítulos de 10 minutos cada uno, donde se explicarán los siguientes puntos:

- Aspectos básicos de investigación: qué papel juegan los grupos de investigación dentro de la universidad, y cómo se vehiculan sus resultados a la comunidad científica y la sociedad, para aquellos oyentes que lo desconozcan.
- Las líneas de investigación que siguen los grupos en cuestión.
- Sigüientes pasos de desarrollo científico que se quieren llevar a cabo para la optimización de la tecnología, y poder aumentar así su grado de difusión en la sociedad.

El podcast podrá ser accesible desde el canal de divulgación científica de las universidades vinculadas y los usuarios podrán dirigirlo a cualquier dispositivo deseado a través de un sistema de redifusión (RSS).

Producción de un documental. De 5 minutos de duración, permitirá dar a conocer los avances de los grupos de trabajo en tecnologías de *rapid manufacturing*, en particular aplicado a la robótica, y mostrar al público general cómo la investigación en la universidad es el resultado de la coordinación de un equipo heterogéneo formado por diferentes actores. Para ello, en este

documental participarán tanto los miembros del grupo de investigación, como otros actores de la universidad que de una manera u otra participan en el desarrollo de sus actividades.

Aplicación móvil para Android y iOS. Esta app permitirá al usuario acercarse a la tecnología de impresión 3D mediante la visualización de gráficos vectoriales de una pieza de interés y la posterior generación del código que se deberá enviar a la impresora para imprimirla, desde el teléfono móvil o tablet. De esta manera se pretende prescindir del PC para el funcionamiento de una impresora 3D, agilizando así el proceso y simplificando el hardware necesario.

Página web. Este espacio, consultable en www.vulcanus3D.com, actuará como punto de confluencia de las diferentes acciones del proyecto, y contendrá aportaciones de los miembros de los grupos de investigación, donde se puedan explicar de manera clara los resultados de sus experimentaciones. Así, permitirá que el podcast, el documental, y la app sean en cualquier momento accesible por el usuario. Además, recogerá un calendario de las diferentes acciones que conforman este proyecto, lo que permitirá atraer más visitantes a la web y hacer que sirva como referencia informativa del proyecto.

2.2.2. Actividades de divulgación a través de formación

Durante el diseño del proyecto, se consideró que complementar el material digital con la transmisión de conocimientos presencialmente era igualmente importante para el éxito del mismo, además de darle un carácter más aplicado y tangible a nivel de resultados. Por ello, se diseñaron una serie de **cursos formativos** que se impartirán a estudiantes de educación secundaria (ESO, Bachillerato y ciclos formativos). Con una duración total de 20h, serán impartidos directamente por los investigadores asociados del proyecto. Los cursos serán realizados en el laboratorio de fabricación de la Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona (EUETIB), donde cada usuario dispondrá de su propia estación de trabajo formada por un ordenador y una impresora 3D.

Las primeras horas servirán para explicar brevemente algunos contenidos teóricos sobre la tecnología de impresión 3D, cubriendo puntos como por ejemplo cuáles son los orígenes de la tecnología, cómo se ha producido el salto desde el ámbito industrial al doméstico, o cuales son los fundamentos técnicos asociados a la misma. Por otro lado, se aprovechará el momento para presentar cuáles son las líneas de trabajo en que participan los investigadores del grupo y cuáles son los principales resultados que contribuyen a la evolución de la tecnología.

Más allá de este contenido teórico, la mayor parte del curso servirá para explicar el funcionamiento de la impresora: cómo se configuran los parámetros de la impresora, qué software es necesario para poder emplearla, y cómo influye la selección de parámetros de impresión en la calidad de la pieza final. Para ello, se tomará como guía de las sesiones la fabricación de las piezas de un robot. Es en esta parte donde la colaboración con la Facultad de Bellas Artes de la Universitat de Barcelona se valoriza en mayor medida, en tanto que podrá aportar su experiencia desde el punto de vista del diseño alámbrico de estructuras articuladas robóticas. Los robots así concebidos, serán impresos y montados como resultado final del curso. En este sentido, la ventaja de centrar la actividad en el diseño de robots, es que se trata de productos que, siendo sencillos, son a la vez perfectos ejemplos para explicar conceptos tecnológicos varios de interés para los alumnos que quieran en el futuro estudiar carreras técnicas.

Aunque menos peso relativo en horas dentro del proyecto, también se celebrará una sesión-taller con futuros profesores de secundaria en que, bajo el título “**Aproximación a la impresión 3D para innovar en el aula**”, se presentará la tecnología 3D como una posible herramienta a emplear en sus futuras clases, a la vez que les permitirá ver cómo se lleva a cabo la experimentación para su desarrollo. Esta sesión enmarcada dentro del máster universitario de

formación del profesorado de secundaria obligatoria y bachillerato, formación profesional y enseñanza de idiomas de la Universitat Politècnica de Catalunya,

2.2.3. Jornada de Puertas Abiertas

La celebración de tantas acciones en línea con el objetivo del proyecto, hace necesario establecer un punto de reunión y recopilación de resultados que permita valorizarlas, y a la vez mostrarlas al máximo número posible de personas que puedan estar interesadas en la impresión 3D pero que no hayan podido disfrutar directamente de las acciones del proyecto. En esta jornada de puertas abiertas, se presentarán los resultados generados a través de las acciones anteriores, y se aprovechará para introducir a nivel general la actividad de investigación que desarrollan los miembros de los grupos a un público abierto y general. La EUETIB acogerá los eventos que compondrán la jornada, que tendrá lugar en el mes de junio al acabar la etapa de las acciones de formación previstas.

2.3. Colaboración e interdisciplinariedad

La manera en que el proyecto ha sido concebido habla sobre sus intenciones. Los valores de la cooperación y la integración como vía de desarrollo de investigación, se manifiesta en la propia colaboración establecida entre la UPC y la UB para el éxito del proyecto. A modo de resumen, la Tabla 1 muestra cuál es el rol de cada una de las universidades en el proyecto, y cómo cada una pone en valor los recursos de los que dispone para su éxito.

Tabla 1. Descripción de las aportaciones al proyecto de cada grupo participante

Grupo	Aportación al proyecto
UPC - EUETIB	<ul style="list-style-type: none">- Espacios para las acciones formativas.- Espacios para la jornada de puertas abiertas.- Profesorado experto en impresión 3D.- Investigadores para las acciones de divulgación.- Hardware: ordenadores e impresoras 3D.- Software: programas de diseño.
UB – Facultad de Bellas Artes	<ul style="list-style-type: none">- Producción del <i>podcast</i> y documental de divulgación.- Profesorado experto en diseño artístico y robótica.- Investigadores para las acciones de divulgación.

En este sentido, hay que remarcar que la EUETIB-UPC será el centro de la actividad, donde las acciones que requieran un lugar físico serán llevadas a cabo, a todos los niveles: formación, trabajo de despacho del técnico de proyecto, conferencias y exposiciones de la jornada de puertas abiertas, etc. Los miembros pertenecientes a los diferentes grupos se mantendrán en contacto constante para coordinar las diferentes acciones, y asegurar que existe un correcto flujo de información entre las partes del proyecto.

4. Una reflexión sobre divulgación científica

Los miembros de este proyecto creen que existen nuevas maneras de hacer ciencia, y de poder divulgarla. La permeabilidad entre las acciones del proyecto, y los investigadores que en él participan, son una muestra de la gran originalidad con que éste ha sido concebido. Es decir, el propio talento del proyecto es innovador, lo cual es perfecto poder transmitir innovación. Dicho de otra manera, no tiene sentido transmitir innovación empleando métodos tradicionales. Como

investigadores, hay que abrirse a nuevos horizontes, nuevos métodos y herramientas, para poder satisfacer la curiosidad de cada vez más curiosas (y difíciles de sorprender) generaciones venideras. Abordar un mismo tema, como es la impresión 3D, desde diferentes ópticas y campos de conocimiento, evidencia la naturaleza poliédrica de la realidad, esto es, la complejidad con que debe gestionarse cualquier aspecto en un paradigma actual en el que el acceso a la información es tan sencillo, y a la vez tan difícil de administrar en grandes volúmenes. Esto no es un proyecto sobre la tecnología de impresión 3D, es un proyecto de la impresión 3D como ente tecnológico básico, al que se suman todas las “impresoras 3D” que sus participantes puedan llegar a imaginar.

3. Referencias

1. B. Berman, *Business Horizons*, **Vol. 55**, pp. 155–162 (2012).
2. B.T. Wittbrodt *et al.*, *Mechatronics*, **Vol. 23**, pp. 713–726 (2013).
3. The Economist. *Manufacturing & innovation special report. A third industrial revolution* (2012).
4. V. Kostakis *et al.*, *Telematics and informatics*, **Vol. 32**(1), pp. 118–128 (2015).
5. M. Eisenberg, *International Journal of Child-Computer Interaction*, **Vol. 1**, pp. 7–13 (2013).
6. V. Kostakis *et al.*, *Telematics and Informatics*, **Vol. 31**, pp. 343–443 (2014).

4. Agradecimientos

Este proyecto es financiado por la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología, a través de su convocatoria de ayudas para el Fomento de la Cultura Científica, Tecnológica y de la Innovación 2014, con código de proyecto FCT-14-8666. Asimismo, es cofinanciado parcialmente por la UPC y la UB, a través de la implicación de sus docentes y la cesión de espacios para el desarrollo de las tareas de las que se compone el proyecto. Por último, este proyecto no sería posible sin la inestimable colaboración del Consorci Escola Industrial de Barcelona. Queremos agradecer muy especialmente a su Departamento de Relaciones Institucionales, representado por Sacra Peláez y Anna Martí.