



Impresión 3D: herramienta para la creación de vocación por las carreras técnicas

Jerez-Mesa, Ramón¹

Travieso-Rodríguez, J. Antonio¹

Llumà, Jordi²

Gómez-Gras, Giovanni

¹ Universitat Politècnica de Catalunya, Departamento de Ingeniería Mecánica, Escola d'Enginyeria de Barcelona Est. Av. Eduard Maristany 10-14, 08019 Barcelona (España)

² Universitat Politècnica de Catalunya, Departamento de Ciencia e Ingeniería de Materiales, Escola d'Enginyeria de Barcelona Est. Av. Eduard Maristany 10-14, 08019 Barcelona (España)

³ Universitat Ramon Llull. IQS School of Engineering, Via Augusta 390, 08017 Barcelona (España)

Correos electrónicos: ramon.jerez@upc.edu, antonio.travieso@upc.edu, jordi.lluma@upc.edu, giovanni.gomez@iqs.url.edu

1. RESUMEN:

Este artículo presenta los resultados de una serie de acciones llevadas a cabo por los miembros del equipo firmante para ayudar a crear y consolidar vocación hacia las carreras de ingeniería en un grupo de estudiantes de educación secundaria mediante la realización de acciones relacionadas con impresión 3D, valorizando los resultados de investigación de los firmantes. En el artículo se presentan los resultados obtenidos producto de estas acciones.

2. ABSTRACT:

This paper presents the results of a series of actions carried out to create and consolidate the vocation towards engineering degrees in a group of secondary school students. The results of the research work in 3D printing technologies, developed by researchers from different universities, was adapted to the specific public to create these engineering vocations. The paper explains the results obtained through these actions.



MÁS ALLÁ DE LAS COMPETENCIAS: NUEVOS RETOS EN LA SOCIEDAD DIGITAL

3. PALABRAS CLAVE: 4-6

Vocaciones científicas, Motivación, Impresión 3D, Ingeniería, STEM, Fabricación aditiva

4. KEYWORDS: 4-6

Scientific vocation, Motivation, 3D Printing, Research, Engineering, STEM, Additive Manufacturing

5. DESENVOLUPAMENT:

I. INTRODUCCIÓN

La impresión 3D es a día de hoy un fenómeno tecnológico en todo el mundo (Pierrakakis et al., 2014). Se pueden encontrar en grandes superficies algunos modelos de impresoras para utilizar en casa, pero lo cierto es que aún no todas las personas saben realmente qué es o para qué se puede llegar a utilizar. El hecho de que despierte una profunda curiosidad, es la razón por la cual se debería divulgar más lo que rodea a esta tecnología.

El presente artículo expone los resultados de diferentes acciones llevadas a cabo para divulgar entre estudiantes de educación secundaria, la actividad investigadora y el trabajo con la tecnología de impresión 3D que se está desarrollando entre diferentes investigadores pertenecientes a grupos de las Universidades: *Politécnica de Catalunya, Universitat de Barcelona y Universitat Ramon Llull*. El objetivo general fue transmitir los fundamentos del método científico, la ciencia y la innovación a alumnos de educación secundaria que se estén preparando para su futura carrera técnica a través de la transmisión de la experiencia de los grupos de investigación implicados, y de esta manera motivarlos a aumentar su vocación.

Dando acceso de esta manera al público que formará parte del colectivo universitario en pocos años al uso y conocimiento de esta tecnología, valorizando el saber desarrollado por los investigadores de los grupos implicados. Se quiere dar un paso más allá de la divulgación convencional, enmarcada exclusivamente en ámbitos puramente científicos como la composición de artículos para revistas indexadas.

A fin de satisfacer este objetivo, planificaron un conjunto de acciones que enseñaron 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 englobaron en tres 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. Por otro lado, acciones de divulgación digital que ayudaron a transmitir los aspectos más formales y científicos y los avances de los grupos de investigación.



Por último, para englobar todas las acciones dentro de la misma línea, también se celebró una jornada de puertas abiertas donde los participantes presentaron sus proyectos y experiencias durante la formación, y que permitió establecer un canal de comunicación entre los grupos de investigación implicados y el público.

Antes de especificar la metodología de las acciones, es necesario resaltar que lo que se busca es participar del cambio de paradigma que muchos expertos científicos, liderados por investigadores del *Massachusetts Institute of Technology* (MIT), ya visionan sobre esta tecnología (Morales-Planas et al., 2018). En efecto, la impresión 3D está demostrando ser una tecnología fácil de aprender, barata, auto-replicable y, en definitiva, con gran potencial para cubrir las necesidades cotidianas con las que la sociedad se encuentra (Chee et al., 2010). La impresora 3D verá nacer toda una generación de inventores y tecnólogos de a pie.

II. DESCRIPCIÓN DE LA ESTRATEGIA DE ACTUACIÓN

En la figura 1, se exponen las diferentes acciones llevadas a cabo para cumplir el objetivo expuesto anteriormente, junto con el público objetivo para el que se diseñaron. Como puede verse, aunque las iniciativas tenían como principal objetivo los estudiantes de educación secundaria en el ámbito de la formación, también se decidió generar material adicional que se pudiera utilizar para acercar al público más general las actividades realizadas en la universidad, y particularmente a partir de los trabajos de investigación llevados a cabo por los miembros del grupo de investigación.

a. Divulgación digital

Los *podcasts* y los documentales realizados fueron los principales vectores destinados a aumentar la cultura general sobre la tecnología de impresión 3D, así como el conocimiento de las áreas en que se está trabajando desde los diferentes grupos de investigación. El caso concreto de la aplicación móvil que se desarrolló tuvo como objetivo hacer más atractiva la utilización de las impresoras 3D por parte del público joven que utiliza como herramienta diaria un teléfono móvil o una tablet y está familiarizada con su entorno. Por último, la web fue el espacio digital donde se puede encontrar toda la información sobre los resultados obtenidos en este trabajo.

b. Formación

Los cursos de impresión 3D que se impartieron, permitieron romper con la desinformación en torno a la impresión 3D, y se realizaron con el objetivo de dotar a los alumnos de sencillos conceptos sobre fabricación que les permitió poder imaginar, diseñar y concebir sus propios mecanismos de robótica aplicando criterios de diseño e ingeniería, poniendo de ejemplo lo que se hace en nuestros grupos de investigación.



Se ha utilizado como base la estructura de un robot desarrollado por *Theo Jansen* (Nansai et al., 2013).

c. Jornada de puertas abiertas

Todas las tareas de divulgación han tenido su momento álgido en la celebración de la jornada de puertas abiertas, donde se ha pretendido que cualquier persona interesada pudiera venir a la universidad y conocer qué se investiga, sin restricciones.

III. RESULTADOS OBJETIVOS DE LAS ACCIONES

a. Recursos de divulgación digital

Se realizaron 20 capítulos de podcast, cuyos títulos se especifican a continuación:

¿QUÉ ES LA IMPRESIÓN 3D?

Capítulo 1. Hablemos de impresión 3D I

Capítulo 2. Hablemos de impresión 3D II

Capítulo 3. Ventajas de la impresión 3D

Capítulo 4. La impresión 3D: una tecnología doméstica

ACERCANDO LA INVESTIGACIÓN EN IMPRESIÓN 3D

Capítulo 5. Cómo emplean los alumnos de la UPC las impresoras 3D

Capítulo 6. Impresión 3D e investigación

Capítulo 7. Materiales para impresoras 3D

Capítulo 8. Parámetros a controlar para imprimir en 3D

Capítulo 9: Diálogos con los alumnos I

Capítulo 10: Diálogos con los alumnos II

IMPRESIÓN 3D E INVESTIGACIÓN EN EL CAMPO CREATIVO

Capítulo 11. La impresión 3D en el centro creativo Hangar

DIÁLOGOS CON LOS ALUMNOS DEL GRADO EN INGENIERÍA MECÁNICA

Capítulo 12. Diálogos I

Capítulo 13. Diálogos II

Capítulo 14. Diálogos III

Capítulo 15. Diálogos IV

Capítulo 16. Diálogos V

Capítulo 17. Diálogos VI

Capítulo 18. Diálogos VII

Capítulo 19. Diálogos VIII

Capítulo 20. Diálogos IX

Los podcasts tuvieron 1976 audiciones durante el tiempo que duró el proyecto. Como puede verse, se decidió hacer diferentes capítulos que hablaran no sólo de la tecnología de impresión 3D como tal, sino también ligado con temas más tecnológicos contados por



MÁS ALLÁ DE LAS COMPETENCIAS: NUEVOS RETOS EN LA SOCIEDAD DIGITAL

expertos. Al final, se dio voz a estudiantes universitarios. Esta experiencia de darles voz en una iniciativa no sólo reforzó la vocación de los propios estudiantes universitarios, sino que favoreció el diálogo universidad-sociedad.

Además de los podcasts, se grabaron 2 documentales sobre el desarrollo actual de las tecnologías de impresión 3D y sobre lo que se estaba haciendo desde los grupos de investigación de las universidades de los diferentes investigadores. Durante los meses de recogida de datos estos documentales tuvieron registradas 2332 visualizaciones.

La aplicación móvil Vulcano3D fue desarrollada y publicada en el Apple Store y Google Play, para formatos IOS y Android respectivamente. Esta aplicación permitió al equipo de investigación emplearla durante el desarrollo de los cursos y otras actividades para imprimir correctamente piezas. Los usuarios han podido descargarla también y emplearla correctamente. Durante los primeros 6 meses de su publicación ha sido descargada 180 veces.

La página web fue desarrollada y colgada en la url: www.vulcano3d.em.upc.edu. La misma permitió centralizar toda la información de las actividades realizadas durante el proyecto y está organizada en diferentes secciones. Esto fue una gran ventaja para remitir a los diferentes usuarios de la formación que se explicará a continuación a un espacio único donde consultar todos los recursos puestos a su disposición.

b. Formación

Se realizaron 3 cursos de formación en impresión 3D de 20h para estudiantes de bachillerato y ciclos formativos. Los estudiantes que participaron en los tres cursos son de diferentes especialidades. El primer grupo estaba formado por alumnos que estudian diseño de la producción y fabricación. El segundo grupo lo componían alumnos de la especialidad de diseño industrial y joyería y el tercero fue un grupo de estudiantes de bachillerato. El total de participantes fue de 75 y se fabricaron 160 piezas durante los cursos.

c. Jornada de puertas abiertas

En la figura 6, se muestra una imagen de las jornadas de puertas abiertas que se desarrolló durante 3 días, en los cuáles se mantuvieron montadas una exposición permanente sobre la impresión 3D y los resultados de las actividades desarrolladas en el proyecto, los cuáles también han sido publicados en acceso abierto [6]. Se montó además un FabLab, donde los visitantes podían llevar a imprimir sus propias piezas. Además, se celebró una sesión donde se proyectaron los documentales, se entregaron los diplomas a



los participantes en los cursos de formación, se realizó una charla sobre la impresión 3D y lo que se realiza en la universidad sobre este tema. A esta sesión asistieron 107 personas y se expusieron 7 proyectos diferentes, realizados por los estudiantes participantes en los cursos de formación.

IV. SATISFACCIÓN DE LOS RECEPTORES DE LAS ACCIONES

Además de los resultados de las acciones cuantificables o que describen objetivamente lo que se hizo, el interés de la iniciativa para los investigadores que lo impulsaron era evaluar cómo la impresión 3D permitía acercar los receptores a la vocación científica.

a. Indicadores cuantitativos de satisfacción general

Los alumnos de los talleres realizaron un cuestionario voluntario para evaluar los diferentes aspectos del curso, publicado en la página web del proyecto dentro del apartado dedicado a los cursos. Como puede observarse, todas las respuestas han sido muy positivas, tanto respecto a la valoración global de la actividad, como referente al profesorado y material puesto en juego durante el curso y los seminarios. La última pregunta de cada uno de los cuestionarios era dirigida a un público concreto, y hacía referencia a una situación de futuro, en que se preguntaba cuál era la impresión respecto de la tecnología una vez acabado el curso. Los estudiantes de secundaria veían mucho más factible la incorporación de la impresión a sus vidas valorando en 8,7 esta probabilidad), y sin embargo, la puntuación fue mucho más reducida en el sector de profesores de educación secundaria, sin ser baja. Esto puede ser debido a diversos motivos como una mayor edad de la muestra analizada, o la escasez de recursos o tiempo que el profesorado de educación secundaria puede detectar para la implementación de estas tecnologías en las aulas. En cualquier caso, el cuestionario no apuntaba a conocer estas razones.

b. Indicadores cualitativos de los cursos

Los investigadores participantes de las actividades detectaron un elevado interés por parte de los alumnos sobre la temática tratada. A priori, había un alto nivel de desconocimiento sobre la tecnología de impresión 3D y cómo aplicarla a su día a día. Sin embargo, después de haber realizado el curso, todos los alumnos fueron capaces de manejar por sí mismos las impresoras 3D y de utilizarlas para materializar sus ideas y proyectos.



Los asistentes a los cursos también fueron preguntados sobre sus intereses. La Figura 2 muestra que más del 80% respondió que el interés nació de conocer cómo funciona la impresión 3D experimentando directamente con la tecnología, pero apenas mostraron interés en incorporarlo en su vida diaria.

V. CONCLUSIONES

Las actividades puestas en juego por los investigadores ligados al proyecto supusieron un despliegue de medios en forma de actividades más tradicionales, y otras más digitales, para acercar sus resultados de investigación al público general y promover la vocación por las carreras de ingeniería a través de la divulgación del conocimiento que se adquiere en la universidad. Desde el punto de vista investigador, se deseaba conocer de primera mano cómo de efectivos eran estos recursos para transmitir las vocaciones científicas a jóvenes futuros estudiantes de universidad. Puede concluirse que:

1. Las actividades diseñadas ayudaron de forma conjunta a cumplir los objetivos planteados, de manera que se ha contribuido a complementar la formación técnica de alumnos de bachillerato y ciclos formativos mediante el uso de impresoras 3D y divulgar las actividades de investigación de los grupos implicados. Se cree que la celebración de menos actividades habría jugado en contra de los resultados, ya que la conjunción de diferentes acciones y medios audiovisuales resultó positiva para conseguir los objetivos buscados.
2. El estudiantado de educación secundaria vio más interés en la impresión 3D como tecnología incipiente o no popularizada a gran escala, que como una forma de llevar innovación a su futura vida profesional. Seguramente esto se debe a la inverosimilitud que tener un dispositivo de este tipo en casa puede suponer para ellos. La impresión 3D es actualmente sin embargo una tecnología muy accesible, lo que lleva a pensar que sigue existiendo mucho desconocimiento de cómo funciona la tecnología y de su potencial.
3. Como consecuencia, esto puede ser una oportunidad para seguir generando vocaciones científicas a partir de este tipo de tecnología, aprovechando el interés que aún suscita.



MÁS ALLÁ DE LAS COMPETENCIAS: NUEVOS RETOS EN LA SOCIEDAD DIGITAL

5.1. FIGURA 1

| PÚBLICO OBJETIVO | ACCIONES PROYECTADAS | | | | | | |
|---|----------------------|------------|------------------|-----|-----------------------|---|-----------------------------|
| | DIVULGACIÓN DIGITAL | | | | DIVULGACIÓN FORMACIÓN | | Jornada de puertas abiertas |
| | Podcast | Documental | Aplicación móvil | Web | Cursos impresión 3D | Taller: innovar en el aula con impresión 3D | |
| Alumnos de ESO (Barcelona metropolitana) | X | X | X | X | X | | X |
| Alumnos de Bachillerato (Barcelona metropolitana) | X | X | X | X | X | | X |
| Alumnos del máster de formación de profesorado secundaria | X | X | X | X | | X | X |
| Público general | X | X | X | X | | | X |

5.2. FIGURA 2

Alumnos de secundaria: ¿Qué te ha parecido lo más interesante del curso?



- Conocer experimentando cómo funciona la tecnología de impresión 3D
- Conocer las posibilidades que permite la impresión 3D
- Saber las claves para incorporarla a mi vida diaria

Profesores de secundaria: ¿Qué te ha parecido lo más interesante del curso?



- Conocer experimentando cómo funciona la tecnología de impresión 3D
- Conocer las posibilidades que permite la impresión 3D



6. REFERÈNCIES BIBLIOGRÀFIQUES (segons normativa APA)

Pierrakakis, K. Kandias, M. Gritzali, C. & Gritzalis, D. (2014). 3D Printing and its regulation dynamics: The world in front of a paradigm shift. In Proc. of the 6th International Conference on Information Law and Ethics.

Morales-Planas, S. Minguella-Canela, J. Lluma-Fuentes, J. Travieso-Rodriguez, J. A. & García-Granada, A. A. (2018). Multi Jet Fusion PA12 manufacturing parameters for watertightness, strength and tolerances. *Materials*, 11(8), 1472.

Chee, K. Chua, K. Fai, L. Chu, S. Lim, T. & Thien, V. (2010). Multimedia courseware for teaching of rapid prototyping systems. *Rapid Prototyping Journal*, 16 (2), 80–89.

Nansai, S., Elara, M. R., & Iwase, M. (2013). Dynamic analysis and modeling of Jansen mechanism. *Procedia Engineering*, 64, 1562-1571.