

ANEXO V. MEMORIA FINAL DE PROYECTOS. MODALIDADES 1, 2, 3 Y 4

CURSO ACADÉMICO 2018/2019

DATOS IDENTIFICATIVOS:

1. Título del Proyecto

IMPRESIÓN 3D APLICADA A LA ADQUISICIÓN DE COMPETENCIAS EN LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA

2. Código del Proyecto: 2018-1-5007

3. Resumen del Proyecto:

La impresión 3D es una tecnología emergente con altas expectativas de crecimiento en diferentes sectores y, especialmente, en el sector productivo por lo que resulta conveniente que los futuros ingenieros se familiaricen con esta tecnología. Por otra parte, la comercialización de las primeras impresoras de bajo coste y la implantación de software y hardware libre, ha favorecido que la impresión 3D se incorpore al ámbito educativo ya que fomenta la motivación y la creatividad y capacidad de innovación en el alumnado, facilita la enseñanza y la comprensión de algunos temas complejos y favorece el aprendizaje centrado en el alumno. De acuerdo con esto, en este proyecto se ha evaluado la aplicación de la nueva tecnología de impresión 3D en la docencia universitaria como recurso educativo para favorecer: I) la comprensión de conceptos complejos en otros conocimientos no directamente relacionados con su manejo y II) el aprendizaje del manejo del recurso como técnica empleada en el sector industrial. De esta forma, la introducción de este nuevo recurso docente ha permitido mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje así como los resultados del alumnado de la UCO mediante la adquisición de competencias y el acercamiento del alumnado al futuro profesional.

4. Coordinador/es del Proyecto

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente
MARTA M^a VARO MARTÍNEZ	FÍSICA APLICADA	066

5. Otros Participantes

Nombre y Apellidos	Departamento	Código del Grupo Docente	Tipo de Personal
LUIS MANUEL FERNÁNDEZ DE AHUMADA	INFORMÁTICA Y ANÁLISIS NUMÉRICO	054	PDI
JUAN MANUEL DÍAZ CABRERA	INGENIERÍA ELÉCTRICA	139	PDI
M^a DEL CARMEN GARCÍA MARTÍNEZ	FÍSICA APLICADA	066	PDI

EDUARDO CAÑETE CARMONA	INGENIERÍA ELECTRÓNICA Y DE COMPUTADORES	021	PDI
JUAN MUÑOZ PEINADO	FÍSICA APLICADA	066	PAS
JUAN CALERO MÁRMOL			PERSONAL EXTERNO
ADRIÁN JIMÉNEZ VALLE			PERSONAL EXTERNO
Mª DEL CARMEN GARCÍA BENAVENTE			ALUMNO

MEMORIA DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN DOCENTE

1. Introducción (justificación del trabajo, contexto, experiencias previas, etc.).

La impresión 3D es una nueva tecnología emergente por la cual se fabrican objetos sólidos tridimensionales en base a un modelo generado digitalmente (Gil, 2017), permitiendo dar forma física a cualquier diseño virtual en tres dimensiones. Dadas su versatilidad y otras ventajas, diferentes ámbitos están encontrando utilidad a esta tecnología, tales como el sector sanitario (impresión de implantes, prótesis, etc., ya que permite disminuir los costes de producción y facilita la personalización de las piezas), la ingeniería (al permitir pasar de un prototipo a una pieza real en menos tiempo y con un coste menor) o la arquitectura (impresión de maquetas de edificios o áreas urbanas). En este contexto, se prevén altas expectativas de crecimiento del volumen de negocio alrededor de la impresión 3D, así como su expansión a todos los sectores de la sociedad y la producción (Chalmer, 2013). Ante esta situación y con objeto de acercar la formación universitaria al posible mundo laboral y al entorno industrial, es necesario que los futuros ingenieros conozcan esta nueva tecnología.

Por otra parte, la comercialización de las primeras impresoras de bajo coste y la implantación de software y hardware libre, ha favorecido que la impresión 3D se incorpore al ámbito educativo. De hecho, el Informe Horizon (INTEF, 2013) señala la impresión 3D como una de las tecnologías que será necesario incorporar al ámbito educativo en un corto plazo de tiempo. Y es que la capacidad de esta tecnología de materializar las ideas en objetos reales provoca un cambio de mentalidad en el alumno y favorece su creatividad y capacidad de innovación (Gil, 2017). Además, la posibilidad de aprender a través de la práctica y de ver los resultados reales de sus propios diseños y poder interactuar con ellos hace que los alumnos muestren más interés y se sientan más motivados (Gil, 2017). De esta forma, se ha comprobado que los alumnos consideran que la impresión 3D es útil en su formación profesional, fomenta su imaginación para llegar a la innovación y facilita la enseñanza y la comprensión de algunos temas complejos, a la vez que favorece que la clase sea dinámica, que el estudiante interactúe con sus compañeros y que el docente logre aclarar mejor las dudas al mostrar y permitir manipular los objetos vistos en sus clases teóricas (Rúa et al., 2015). Por tanto, el uso de las impresoras 3D en las aulas es acorde con el nuevo paradigma educativo en el que nos encontramos inmersos y en el que, lejos del modelo tradicional basado en la comunicación unidireccional entre profesor y alumno en el que este último se limitaba a recibir información, en la actualidad se promueve que el alumno adquiera un papel protagonista de su propio aprendizaje (aprendizaje centrado en el alumno), basado en la propia experimentación. En este sentido, la impresión 3D permite que el alumno diseñe una solución o idea, la materialice en un objeto físico e interactúe con él, analizando su comportamiento ante diferentes condiciones.

Por ello, diversos países, como EEUU (MacKenzie, 2013) o Reino Unido (UK Department for Education, 2013), vienen desarrollando políticas para promover esta tecnología en el ámbito educativo y, más concretamente, en las materias relacionadas con la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (educación STEM, por sus siglas en inglés). Asimismo, en España, el proyecto Gutenberg3D, apoyado por el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte a través del programa Promece, que subvenciona propuestas para la mejora de la calidad educativa basadas en la aplicación de las TIC a la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje, ha impulsado el uso de las impresoras 3D en 11 centros de enseñanzas medias con las que han trabajado más de 900 alumnos y 100 profesores (Gutenberg3D, 2015).

Por lo que respecta al uso de la impresión 3D en las aulas, existen dos posibilidades: 1) Uso de la impresora 3D como recurso educativo para la asimilación o profundización en otros conocimientos no directamente relacionados con su manejo y 2) Aprendizaje del manejo del recurso como medio productivo empleado en el sector industrial. En este sentido, si bien, de acuerdo con la bibliografía consultada, la mayoría de los proyectos desarrollados hasta el momento se centran principalmente

en el segundo de sus posibles usos, el presente proyecto ha abordado el análisis de ambas potencialidades. Para ello, además de involucrar al alumnado en el diseño e impresión 3D de diferentes objetos, éstos serán utilizados como apoyo a la docencia de las materias de Fundamentos Físicos de la Ingeniería de diferentes Grados en Ingeniería que se imparten en la UCO. En estas asignaturas se imparten contenidos íntimamente relacionados con el concepto de “campo” (campo eléctrico y magnético, flujo, Ley de Gauss, etc.) que, siendo fundamentales en la formación de los futuros ingenieros, suelen presentar importantes dificultades a la hora de ser explicados por el profesor y correctamente asimilados por el alumnado (Rojas et al., 2016). Esta problemática suele estar asociada a las dificultades del alumnado para la visualización del espacio tridimensional, así como al hecho de que se tratan de conceptos abstractos por lo que su estudio basado en modelos estrictamente teóricos se convierte, con frecuencia, en un obstáculo que dificulta aún más su aprendizaje. Por ello, diversas investigaciones establecen que resulta fundamental conocer las dificultades de los estudiantes para crear e interpretar representaciones sobre estos conceptos físicos a la hora de diseñar las metodologías didácticas a utilizar en el aula durante su enseñanza (Furió & Guisasaola, 1997; Llancaqueo et al., 2003; Osorio et al., 2012). En este sentido, los modelos impresos en 3D ayudan a ilustrar estos conceptos y favorecen su aprendizaje, ya que el alumno tiene a su disposición un objeto físico que le ayuda a visualizar el concepto e interactuar con él, favoreciendo la asimilación de los contenidos teóricos y su aplicación práctica a la resolución de problemas.

En resumen, con este proyecto se ha incorporado la impresión 3D a la docencia universitaria en el ámbito de la ingeniería, como una nueva metodología docente innovadora con la que el alumno adquiere un papel protagonista de su propio proceso de aprendizaje (proceso centrado en el alumno), fomentando su autonomía, creatividad y capacidad de innovación y favoreciendo la adquisición de la competencia de manejo de las TIC, a la vez que facilita la asimilación correcta de los contenidos más complejos y abstractos de las materias y se enseña a los futuros ingenieros una nueva tecnología en auge en el sector industrial. De esta forma, este cambio en la metodología docente ha permitido mejorar los procesos de enseñanza aprendizaje así como los resultados del alumnado de la UCO mediante la adquisición de competencias.

2. Objetivos (concretar qué se pretendió con la experiencia).

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, el objetivo principal de este proyecto ha sido:

“Evaluar la aplicación de la nueva tecnología de impresión 3D en la docencia universitaria como recurso educativo para la mejora de resultados académicos, adquisición de competencias y acercamiento del alumnado al futuro profesional”.

De esta forma, si bien la línea de acción prioritaria del presente proyecto ha sido el Trabajo por Competencias, también se han trabajado otras líneas de acción del PLAN DE INNOVACIÓN y BUENAS PRÁCTICAS DOCENTES 2018/2019 como:

- ✓ Desarrollo de actividades académicamente dirigidas y
- ✓ Transferencia del conocimiento de las sesiones teóricas a la práctica.

3. Descripción de la experiencia (exponer con suficiente detalle qué se ha realizado en la experiencia).

Para alcanzar el objetivo propuesto, tal y se ha expuesto en la justificación del proyecto, desde las diferentes asignaturas implicadas en el proyecto (Tabla I), se han analizado los dos posibles usos educativos de la impresión 3D: 1) Uso de la impresora 3D como recurso educativo para la asimilación o profundización en otros conocimientos no directamente relacionados con su manejo y 2) Aprendizaje del manejo del recurso como tecnología empleada en el sector productivo.

Tabla I. Listado de asignaturas involucradas en el proyecto

Asignatura	Grado	Carácter
Fundamentos Físicos de la Ingeniería II	Grado en Ingeniería Eléctrica	Básica
	Grado en Ingeniería Mecánica	Básica
Aprendizaje y Enseñanza de las Materias correspondientes en Tecnología y Procesos Industriales	Máster en Profesorado de Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas	Obligatoria
Aprendizaje y Enseñanza de las Materias correspondientes en Física y Química		Obligatoria
Complementos de Formación Disciplinar en Física y Química		Obligatoria
Robótica	Grado en Ingeniería Mecánica	Optativa
	Grado en Ingeniería Eléctrica	Optativa
	Grado en Ingeniería Electrónica Industrial	Optativa

A continuación se detalla las acciones realizadas en cada uno de los dos casos de estudio:

Uso de la impresora 3D como recurso educativo para la asimilación o profundización en otros conocimientos no directamente relacionados con su manejo:

Se han identificado diferentes conceptos y leyes físicas que se imparten en la asignatura “Fundamentos Físicos de la Ingeniería II” de los Grados en Ingeniería Eléctrica e Ingeniería Mecánica y que implican una dificultad especial para los alumnos debido a que se tratan de conceptos asociados a realidades en el espacio 3D difícilmente representables en el plano o de imaginar y sin posibilidad de manipulación. Una vez identificados estos conceptos y leyes físicas, se han analizado junto con los alumnos de las asignaturas del Máster en Profesorado de Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas de las especialidades Tecnología y Procesos Industriales y Física y Química (en las asignaturas “Aprendizaje y Enseñanza de las Materias” “Complementos de Formación Disciplinar”). Concretamente, los futuros profesores han adquirido conciencia de las dificultades asociadas a estos conceptos y han propuesto como soluciones didácticas diferentes figuras 3D que puedan ayudar a su comprensión. Finalmente, estas figuras, una vez impresas, han sido utilizadas en el aula durante la impartición de las materias de Física en los Grados de Ingeniería anteriormente referidas, permitiendo a los alumnos manipularlas para favorecer el aprendizaje.

Aprendizaje del manejo del recurso como medio productivo empleado en el sector productivo.

Las figuras propuestas por los alumnos del Máster en Profesorado de Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas han sido diseñadas e impresas por los alumnos de Robótica de los Grados en Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica Industrial e Ingeniería Mecánica y del aula de Hardware Libre de la UCO. De esta forma, estos futuros ingenieros se han familiarizado con la impresión 3D como medio productivo actualmente en auge en la industria, lo que supone un acercamiento real a la profesión y repercutirá positivamente en su futuro desarrollo.

4. Materiales y métodos (describir el material utilizado y la metodología seguida).

Por lo que se refiere a los materiales que han sido necesarios para desarrollar el presente proyecto, de acuerdo con el presupuesto incluido en la solicitud, se ha adquirido una impresora 3D así como

bobinas de filamentos para la impresión y pequeño material informático y electrónico necesario para el funcionamiento del dispositivo de impresión (Figura 1).



Figura 1. Impresora 3D

Por otra parte, se ha desarrollado una metodología coordinada entre las diferentes asignaturas involucradas en el proyecto. Concretamente, se ha llevado a cabo la siguiente secuencia de actividades:

Actividad 1. Identificación de conceptos físicos sobre los que actuar con la innovación:

En primer lugar, de acuerdo con la experiencia docente de cursos anteriores y los resultados de investigaciones previas sobre dificultades del aprendizaje en la Física, los profesores de esta materia involucrados en el proyecto han analizado y seleccionado un listado de conceptos físicos cuyas dificultades de aprendizaje estén motivadas por problemas de visualización del espacio tridimensional y para cuya enseñanza pueda resultar útil el uso de objetos 3D.

Actividad 2. Académica Dirigida para el diseño de modelos 3D que favorezcan la asimilación de conceptos físicos:

Dado que varios de los profesores participantes en el presente proyecto imparten docencia en el Máster en Profesorado de Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas (especialidades: Física y Química y Tecnología y Procesos Industriales) de la UCO, tras analizar en clase la problemática de la enseñanza de los conceptos físicos (propuestos en la Actividad 1) y debatir sobre las dificultades que los estudiantes presentan para su correcta asimilación, se propuso a los alumnos/as del máster y potenciales futuros profesores de secundaria una actividad académica dirigida cuyo objetivo era diseñar modelos 3D que favorezcan los procesos de enseñanza de dichos contenidos físicos. De esta forma, los futuros profesores abordaron una situación real del aula relacionada con una dificultad de aprendizaje, involucrándose activamente en el análisis de sus causas como base sobre la cual desarrollar posibles soluciones.

Con ello, se ha fomentado la adquisición de algunas de las competencias del Título entre las que cabe destacar:

- ✓ *CE39. Conocer y aplicar propuestas docentes innovadoras en el ámbito de las especialidades integradas en el área correspondiente,*
- ✓ *CE40. Identificar los problemas relativos a la enseñanza y aprendizaje de las materias del área y plantear alternativas y soluciones,*
- ✓ *CG2. Planificar, desarrollar y evaluar el proceso de enseñanza y aprendizaje potenciando procesos educativos que faciliten la adquisición de las competencias propias de las respectivas enseñanzas, atendiendo al nivel y formación previa de los estudiantes así como la orientación de los mismos, tanto individualmente como en colaboración con otros docentes y profesionales del centro, y*
- ✓ *CG6. Adquirir estrategias para estimular el esfuerzo del estudiante y promover su capacidad para aprender por sí mismo y con otros, y desarrollar habilidades de pensamiento y de decisión que faciliten la autonomía, la confianza e iniciativa personales.*

Actividad 3. Actividad Académica Dirigida para la obtención de objetos 3D a partir de modelos virtuales tridimensionales:

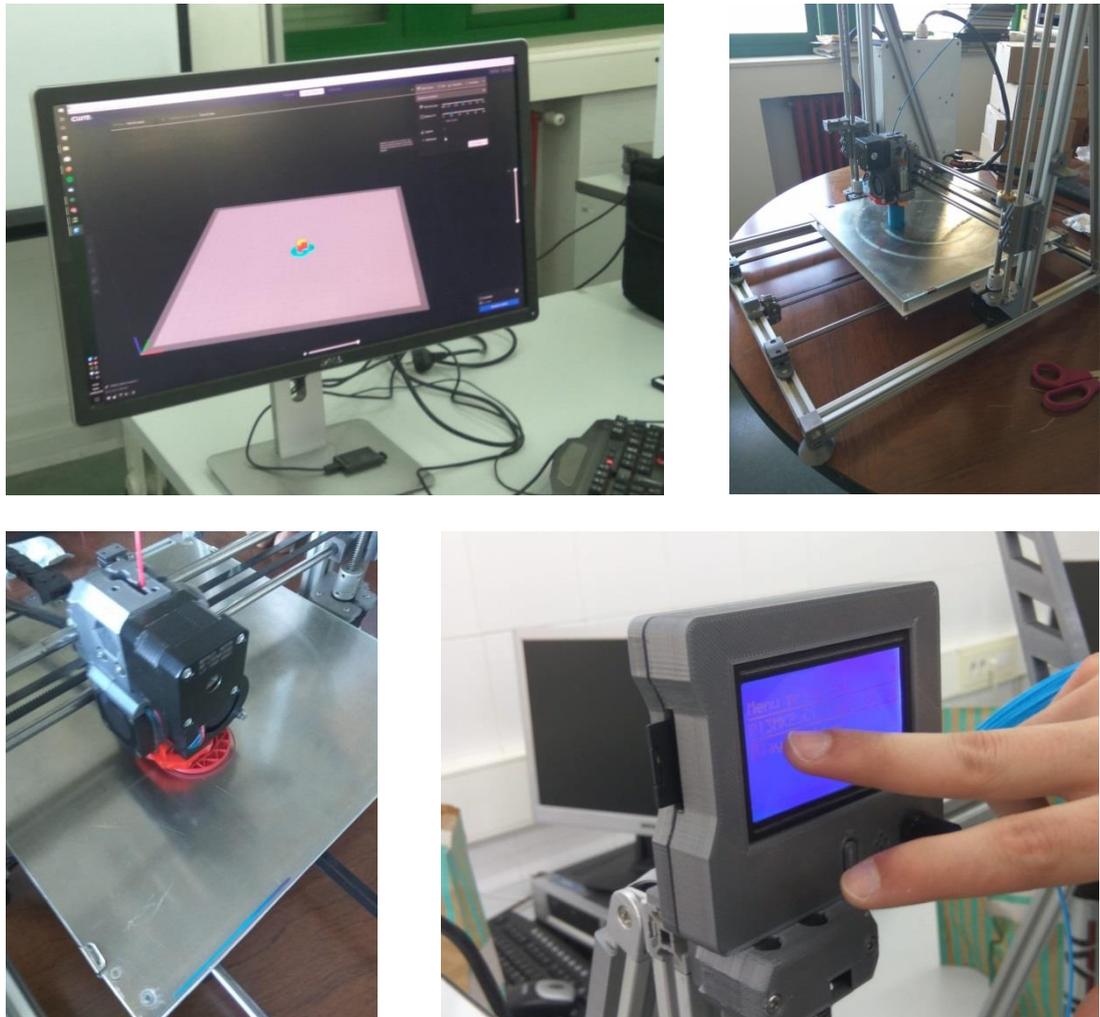


Figura 2. Proceso de impresión 3D

A continuación, los alumnos de Robótica (Grados en Ingeniería Eléctrica, Electrónica Industrial y Mecánica) y del aula de Hardware Libre (entidad universitaria cuyo objetivo es la difusión y formación del alumnado de la UCO en el ámbito del hardware libre, generando una comunidad de usuarios de dicha

tecnología) se han encargado de imprimir en 3D los objetos propuestos en la actividad anterior. Para ello, una vez elaborado un archivo de dibujo tridimensional, debieron transferir los datos de ese archivo a un software específico encargado de descomponer el objeto en multitud de capas y generar un nuevo archivo que interpreta la impresora 3D para imprimir capa a capa el objeto proyectado.

Así, por ejemplo, se ha diseñado e impreso un solenoide (Figura 3) o sistemas de cilíndricas coaxiales (Figura 4) y cortezas esféricas (Figura 5) con las que explicar en clase la aplicación de las Leyes de Gauss y/o Ampère para el cálculo de los campos eléctrico y/o magnético creados por las correspondientes distribuciones de carga y corrientes. A modo de ejemplo, la figura 6 muestra una foto de uno de los elementos impresos.

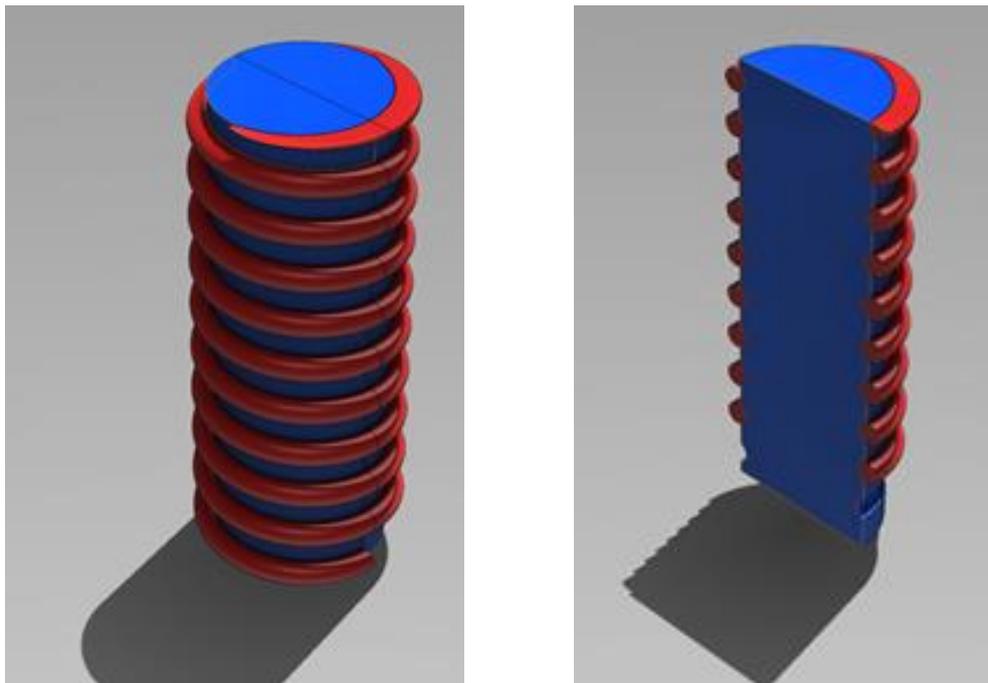


Figura 3. Diseño de impresión 3D de un solenoide

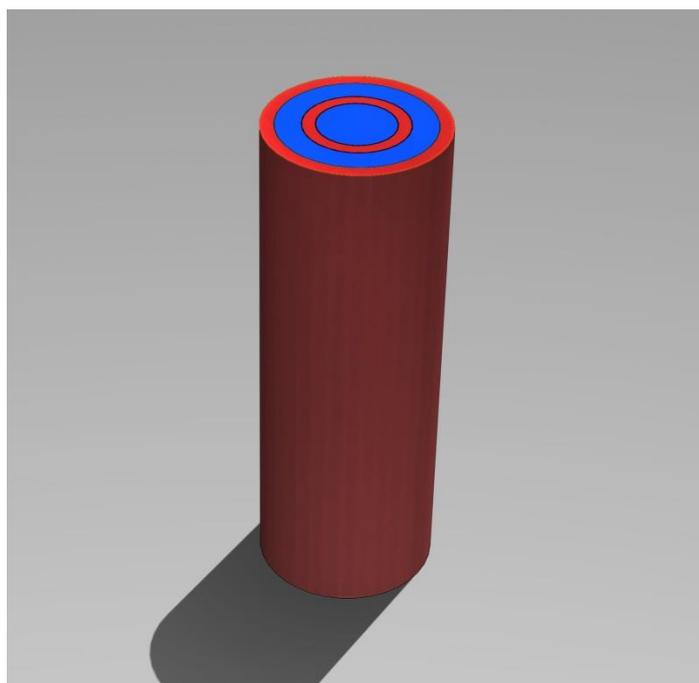


Figura 4. Diseño de impresión 3D de sistema de cortezas cilíndricas coaxiales

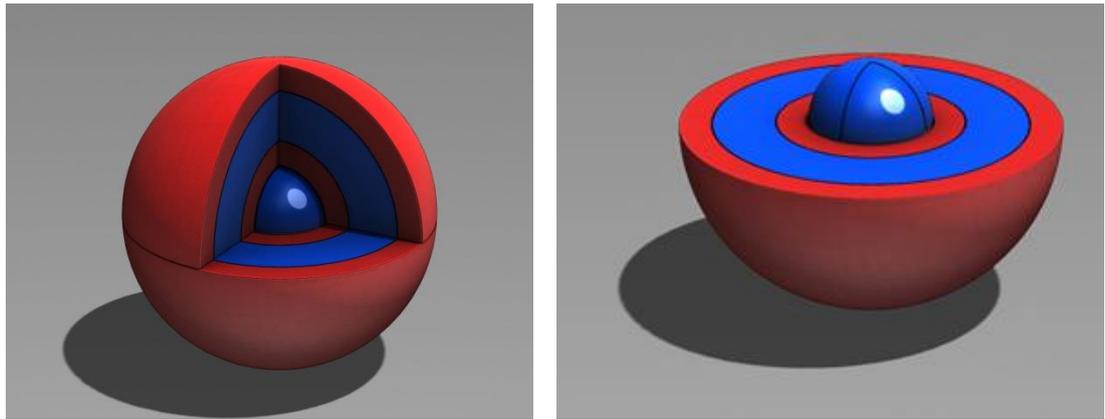


Figura 5. Diseño de impresión 3D de sistema de cortezas esféricas concéntricas

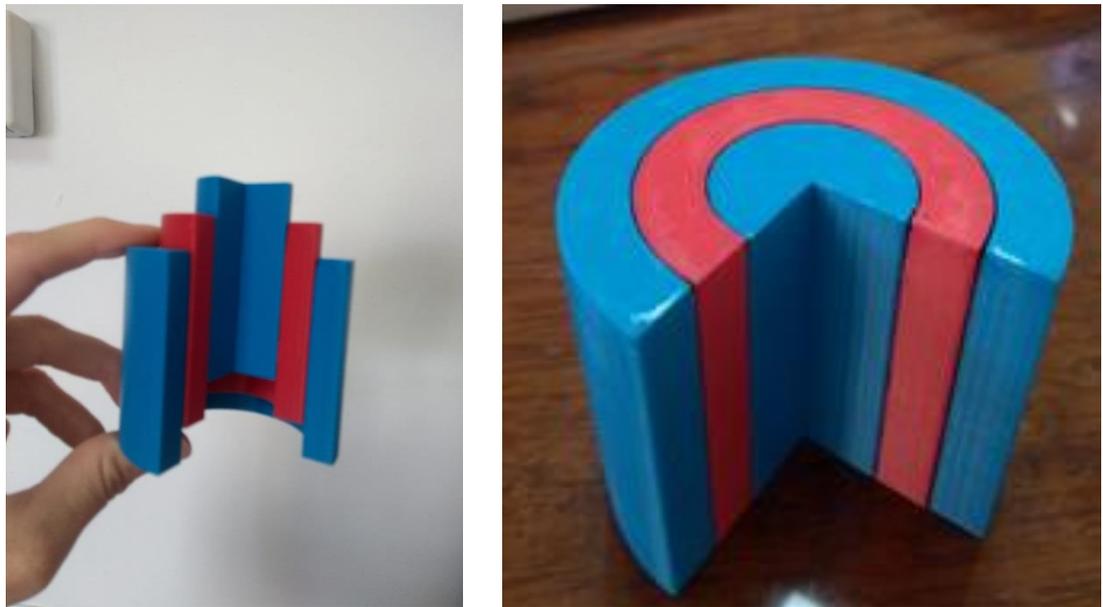


Figura 6. Resultado de impresión 3D de sistema de cortezas cilíndricas coaxiales

Con ello, los estudiantes participantes se han familiarizado con el manejo de las impresoras 3D, aprendiendo una nueva tecnología en auge en el sector industrial. Además, con esta actividad se favorece la adquisición de competencias propias de los Grados de Ingeniería tales como:

- ✓ CBI. Que los estudiantes hayan demostrado poseer y comprender conocimientos procedentes de la vanguardia del campo de la Ingeniería,
- ✓ CU2. Conocer y perfeccionar el nivel de usuario en el ámbito de las TIC,
- ✓ CEB5. Capacidad de visión espacial y conocimiento de las técnicas de representación gráfica, tanto por métodos tradicionales de geometría métrica y geometría descriptiva, como mediante las aplicaciones de diseño asistido por ordenador, y
- ✓ CU3. Potenciar los hábitos de búsqueda activa de empleo y la capacidad de emprendimiento.

Actividad 4. Aplicación de objetos impresos 3D en la docencia de la Física:

Una vez obtenidas las figuras 3D, éstas se han empleado en la docencia de la asignatura Fundamentos Físicos de la Ingeniería II de diferentes Grados en Ingeniería que se imparten en la UCO con el objetivo de favorecer la asimilación de los contenidos físicos relacionados con el concepto de campo. Para ello, los objetos se han utilizado en las sesiones teóricas y prácticas, permitiendo al alumnado que interaccionase con ellos, facilitando la construcción de modelos visuales

tridimensionales. De esta forma, se ha contribuido positivamente a la adquisición de la competencia específica de estas materias:

- ✓ *CEB2. Comprensión y dominio de los conceptos básicos sobre las leyes generales de campos y ondas y electromagnetismo y su aplicación para la resolución de problemas propios de la ingeniería.*

Actividad 5. Evaluación de la incorporación de la impresión 3D en la docencia universitaria: aquí me quede

Finalmente, mediante encuestas online anónimas basadas en escala Likert (de 4 niveles) implementadas con la herramienta de formularios de Google Drive (Ver Evidencias 1 y 2), los diferentes agentes implicados (profesorado y alumnado) han evaluado las debilidades y fortalezas del uso de la impresión 3D en la docencia universitaria.

La tabla II muestra la temporalización de las actividades desarrolladas y descritas previamente. Dicha temporalización ha venido determinada por las fechas en que se han impartido las asignaturas del Máster en Profesorado de Enseñanza Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas, en el marco de las cuales se ha desarrollado la Actividad 2 que ha sido punto de partida de las siguientes actividades.

Tabla II. Cronograma de actividades desarrolladas en el proyecto

Actividad	Octubre	Noviembre	Diciembre	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio
Actividad 1									
Actividad 2									
Actividad 3									
Actividad 4									
Actividad 5									

5. Resultados obtenidos (concretar y discutir los resultados obtenidos y aquellos no logrados, incluyendo el material elaborado).

De acuerdo con lo expuesto, se ha implementado y evaluado una nueva metodología docente innovadora basada en el uso de las impresoras 3D. Concretamente, por un lado, se ha promovido entre los futuros ingenieros el aprendizaje del manejo de la impresora 3D como medio productivo, intentando que se familiaricen con una tecnología emergente en auge en el sector industrial. Por otro lado, la impresión 3D se ha utilizado como recurso educativo para favorecer la asimilación o profundización en otros conocimientos no directamente relacionados con su manejo. De esta forma, se han implementado y evaluado los dos usos educativos que esta nueva tecnología posee de acuerdo con la bibliografía.

Asimismo, mediante el desarrollo de actividades académicas dirigidas, se ha incidido en la adquisición de competencias y en la transferencia del conocimiento teórico a la práctica, mejorando con ello los procesos de enseñanza aprendizaje y los resultados académicos de los alumnos.

Por otra parte, mediante la recogida de las opiniones de los diferentes agentes implicados, se han evaluado las ventajas e inconvenientes de esta acción de innovación y se ha estudiado si, de acuerdo con investigaciones previas, fomenta la autonomía, creatividad y capacidad de innovación del alumnado, favorece la participación activa en clase, facilita la asimilación de contenidos y ayuda a la mejora en el manejo de las TIC. En este sentido, se ha comprobado que existe un alto nivel de satisfacción con el proyecto entre los agentes implicados en el mismo, tanto profesorado como alumnado. Concretamente, el 100% del profesorado encuestado y el 74% de los alumnos consideran que es importante que los alumnos de los Grados en Ingeniería Industrial se familiaricen con el uso de la tecnología de impresión 3D ya que puede ser de gran utilidad para los futuros ingenieros en su desarrollo profesional (Figura 7). Asimismo, por lo que se refiere a la evaluación del aprendizaje de

la impresión 3D como medio productivo, los diferentes agentes implicados consideran que la impresión 3D ayuda a desarrollar la creatividad (estudiantes: 74%; profesores: 86%- Figura 8) y la capacidad de innovación del alumnado (estudiantes: 84%; profesores: 71%- Figura 9). Por otra parte, por lo que respecta a su uso como recurso educativo para la asimilación o profundización en otros conocimientos no directamente relacionados con su manejo, más del 80% de los alumnos y profesores encuestados consideran que puede suponer un apoyo en la docencia de asignaturas de ingeniería (Figura 10), ayudando a comprender mejor algunos conceptos complejos (Figura 11). Finalmente, el 79% de los alumnos y el 86% de los profesores consideran que el uso de impresoras 3D puede resultar útil para el desarrollo de determinados Trabajos Fin de Grado en el ámbito de las titulaciones en Ingeniería (Figura 12)

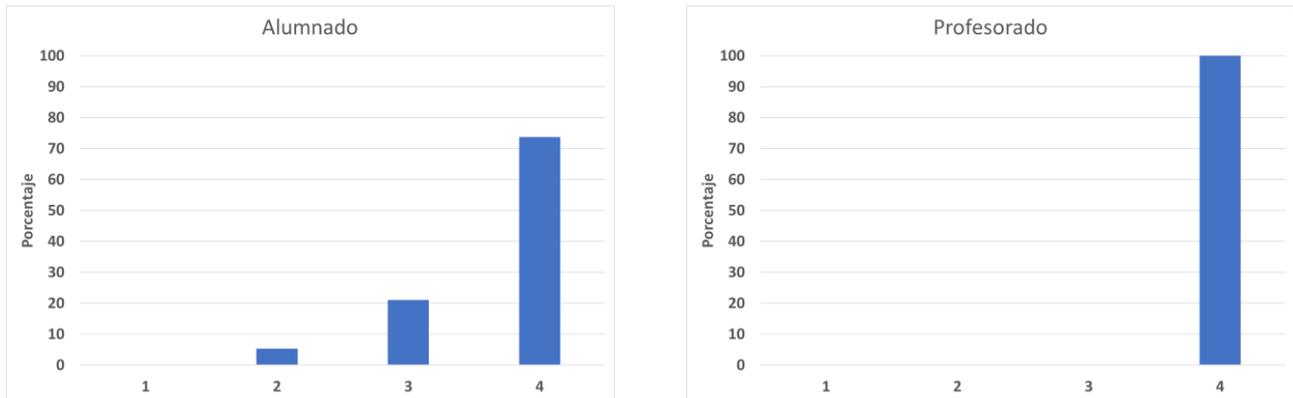


Figura 7. Opinión de alumnos (a) y profesores (b) participantes en el proyecto sobre la utilidad de la impresión 3D en la formación universitaria en Ingeniería

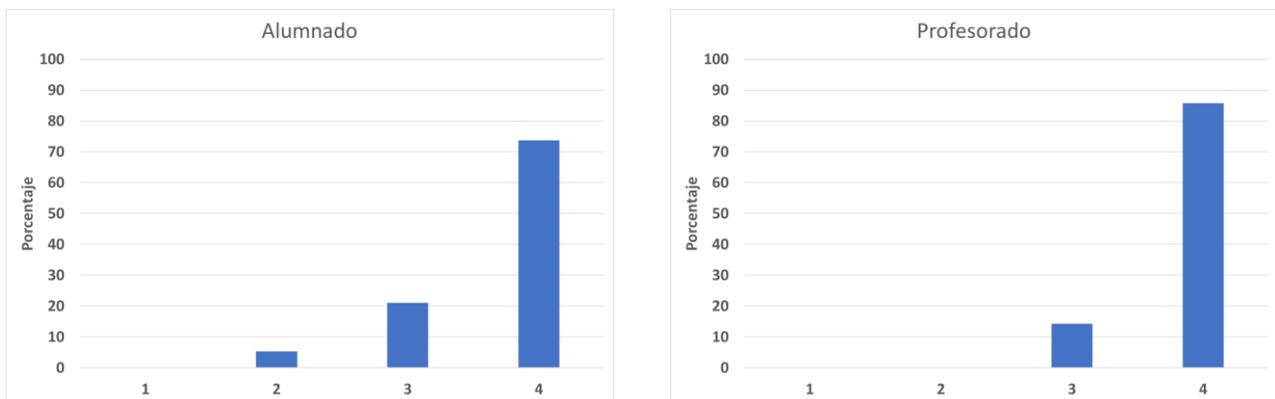


Figura 8. Opinión de alumnos (a) y profesores (b) participantes en el proyecto sobre la capacidad de la impresión 3D para motivar al alumnado y fomentar la creatividad

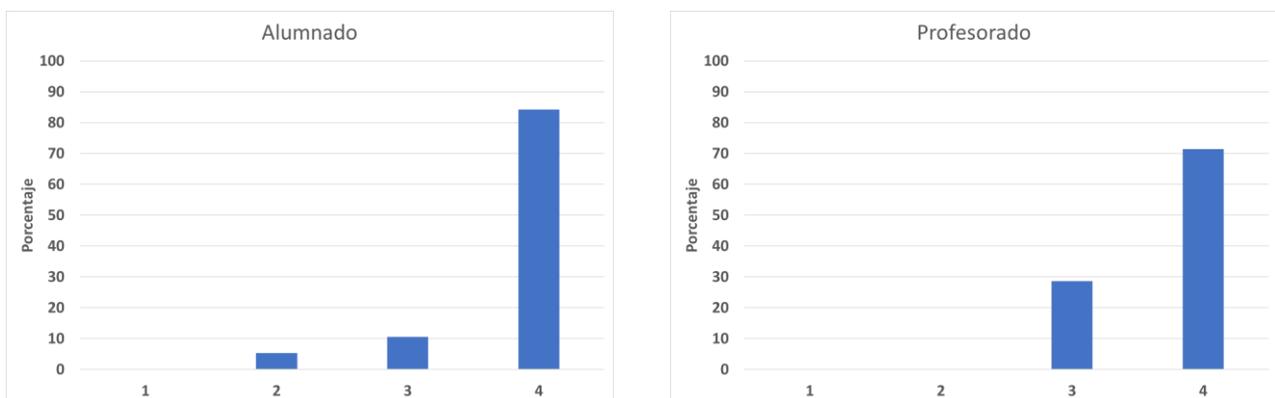


Figura 9. Opinión de alumnos (a) y profesores (b) participantes en el proyecto sobre la capacidad de la impresión 3D para fomentar la innovación

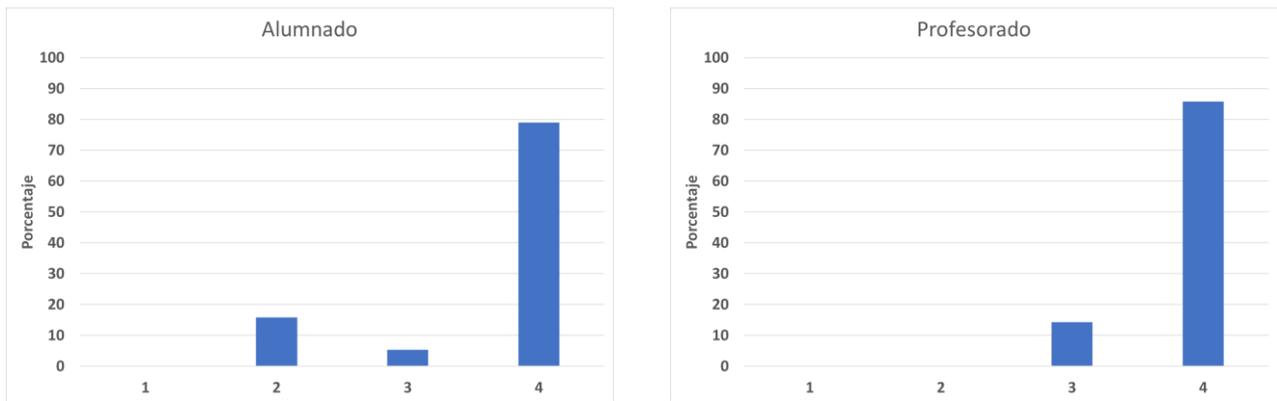


Figura 10. Opinión de alumnos (a) y profesores (b) participantes en el proyecto sobre la utilidad de la impresión 3D como apoyo a la docencia

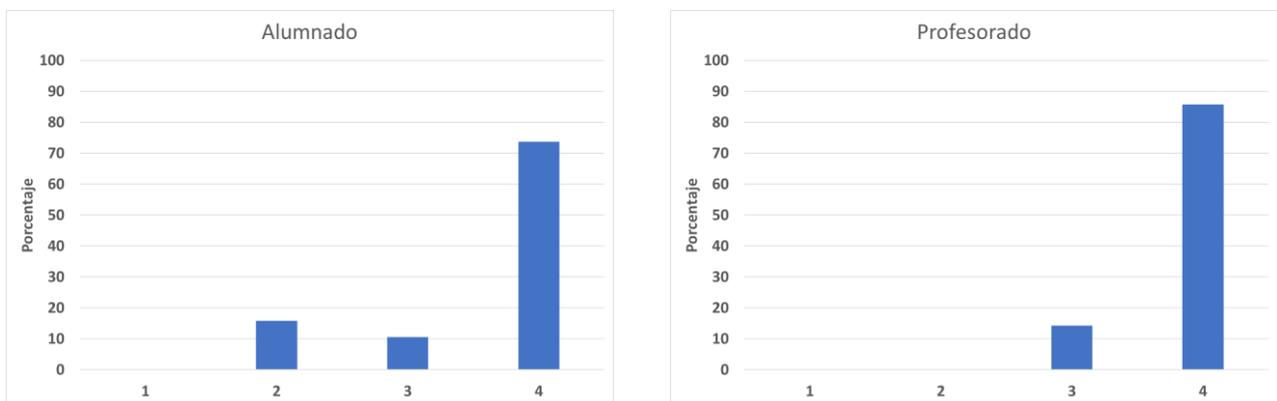


Figura 11. Opinión de alumnos (a) y profesores (b) participantes en el proyecto sobre la utilidad de la impresión 3D como herramienta para clarificar conceptos complejos

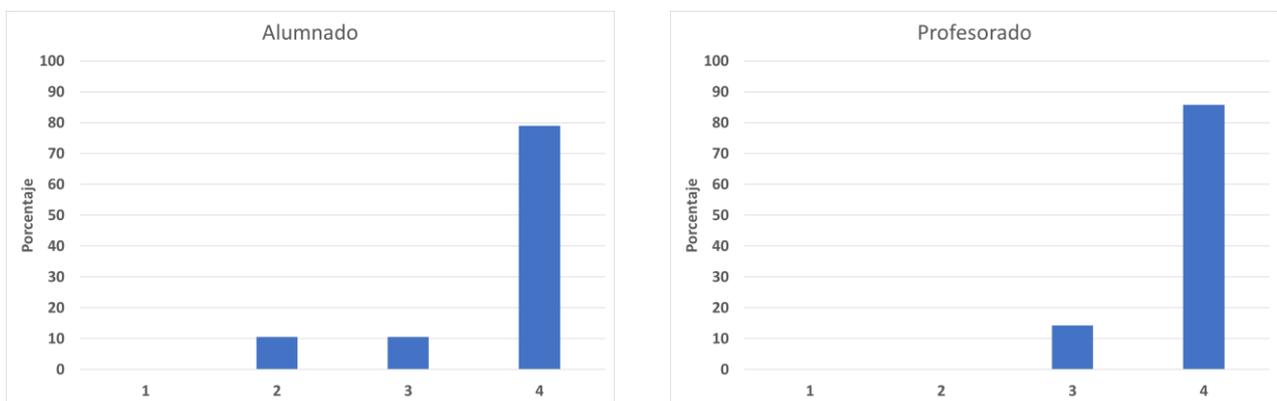


Figura 11. Opinión de alumnos (a) y profesores (b) participantes en el proyecto sobre la utilidad de la impresión 3D para el desarrollo de TFG

6. Utilidad (comentar para qué ha servido la experiencia y a quiénes o en qué contextos podría ser útil).

El presente proyecto ha sido útil para evaluar al impresión 3D como metodología docente en las aulas universitarias, comprobando que contribuye positivamente a la asimilación de conceptos complejos, la adquisición de competencias y al desarrollo de la creatividad y capacidad de innovación entre el alumnado a la vez que acerca la formación universitaria a la realidad empresarial ofreciendo al alumnado una visión más actual y realista de su futuro profesional.

Por otra parte, si bien el presente proyecto de innovación se ha desarrollado en el ámbito de los Grados en Ingeniería Industrial, dado que el uso de la impresión 3D es aplicable a muy diversos

ámbitos (sanitario, industria, arquitectura, ingeniería, etc.), el aprendizaje sobre el manejo de las impresoras 3D resulta de interés para otros Grados. Asimismo, el uso de objetos impresos en 3D puede favorecer la asimilación de conceptos en otras materias (Matemáticas, Geometría, Electrónica, etc.). Por tanto, los resultados y los recursos adquiridos en el marco de este proyecto pueden resultar de utilidad y transferibles a otros grupos docentes, Títulos y asignaturas.

7. Observaciones y comentarios (comentar aspectos no incluidos en los demás apartados).

8. Bibliografía.

Chalmer, J. 2013. 3D printing: not yet a new industrial revolution, but its impact will be huge. The Guardian. Disponible en: <https://www.theguardian.com/commentisfree/2013/dec/11/3d-printing-not-yet-a-new-industrial-revolution-but-its-impact-will-be-huge>. [Consultado en abril de 2018].

Furió, C. and Guisasola, J., 1997. Deficiencias epistemológicas en la enseñanza habitual de los conceptos de campo y potencial eléctrico. Enseñanza de las ciencias, vol.15, no.2, pp. 259-271.

Gil, J. J. S. 2017. Del TIC al TAC: Una aproximación al modelado e impresión 3D en educación superior. Rev Educ Cienc Salud 14(1): 23-29.

Gutenberg3D, 2015. Proyecto Gutenberg3D. Disponible en: <http://gutenberg3d.blogspot.com.es/p/grupos-de-trabajo.html> [Consultado en abril de 2018].

Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado, 2013. Informe Horizon 2013 Primaria y Secundaria. Tecnologías 1 a 5 años. Disponible en: <http://blog.educalab.es/intef/2013/06/24/informe-horizon-2013-primaria-y-secundaria-tecnologias-1-a-5-anos/> [Consultado en abril de 2018].

Llancaqueo, A.; Caballero, M.C.; and Moreira, M.A., 2003. El concepto decampo en el aprendizaje de la física y en la investigación en educación en ciencias. Revista Electrónica de Enseñanza de las ciencias, vol.2, no.3, pp.227-253.

Osorio, E.; Mejía, L. S.; Osorio, J. A.; Campillo, G. E. and Covalada, R. 2012. Análisis de la Enseñanza y el Aprendizaje del electromagnetismo en el Nivel Tecnológico y Universitario, Revista Entre Ciencia e Ingeniería, Año 6, no 12, pp24-28.

Rojas, A.A.; Atehortúa, G.A.; Marquez, R.G.; Osorio, d.; López, S.; Mora, C. E. (2016). Building 3D models in order to teach the Gauss' Law in a differential form. Entre Ciencia e Ingeniería, 10(19), 33-39.

Rúa, E., Jiménez, F., Gutierrez, G., & Villamizar, N., 2015. 3D printing applied as a didactic tool in the learning process in engineering and design areas. Disponible en: https://scholar.googleusercontent.com/scholar?q=cache:oqVxZR54pLgJ:scholar.google.com/&hl=es&as_sdt=0,5 [Consultado en abril de 2018].

UK Department for Education, 2013. 3D printers in schools: uses in the curriculum (Enriching the teaching of STEM and design subjects).

9. Mecanismos de difusión

Con el objetivo de dar difusión a los resultados de la experiencia, próximamente se prevé presentar los resultados obtenidos a un congreso de perfil docente y a alguna revista científica especializada. Asimismo, se podrá publicar un artículo en la Revista de Innovación y Buenas Prácticas Docentes de la UCO, en caso de ser aceptado por su consejo editorial.

10. Relación de evidencias que se anexan a la memoria

Evidencia 1.- Encuesta de opinión al alumnado

Evidencia 2.- Encuesta de opinión al profesorado

Lugar y fecha de la redacción de esta memoria

Córdoba, 28 de junio de 2019

A handwritten signature in blue ink, consisting of a stylized 'M' and 'V' intertwined, with a horizontal line extending to the right.

Fdo.: Marta M^a Varo Martínez

SRA. VICERRECTORA DE POSGRADO E INNOVACIÓN DOCENTE