

**EXPERIENCIA DE OBTENCIÓN DE MODELOS  
3D DE BAJO COSTE EN EL AULA**

**EXPERIENCE LOW COST 3D  
MODELING IN THE CLASSROOM**

Carolina Castillo Ruiz

[ccruiz@ull.edu.es](mailto:ccruiz@ull.edu.es)

José Luis Saorín Pérez

[jlsaorin@ull.edu.es](mailto:jlsaorin@ull.edu.es)

Damari Melián

[damarimd@gmail.com](mailto:damarimd@gmail.com)

Agustina Ahijado Quintillán

[aahijado@ull.edu.es](mailto:aahijado@ull.edu.es)

María del Carmen Alfayate Casañas

[malfayat@ull.es](mailto:malfayat@ull.es)

Penélope Cruzado Caballero

[pccaballero@unrn.edu.ar](mailto:pccaballero@unrn.edu.ar)

[pcruzado@ull.edu.es](mailto:pcruzado@ull.edu.es)

## RESUMEN

Con objeto de aumentar la motivación e implementar la alfabetización digital en el ámbito de las disciplinas científicas en diferentes niveles educativos, se ha diseñado y realizado una experiencia práctica con alumnos de 4º de Grado de Biología. Desde el punto del alumno, la práctica consta de dos partes, una de observación de los procedimientos de obtención de modelos tridimensionales e impresión 3D, y otra de participación activa. Los materiales utilizados para la aplicación de las técnicas de escaneado, modelización e impresión 3D fueron restos paleo-biológicos, que son un recurso transversal en las ciencias biológicas y geológicas. Para la obtención de los modelos tridimensionales se usaron dos técnicas, un escáner laser (en la primera parte) y fotogrametría (en la segunda parte). Los modelos generados directamente por el escáner se imprimieron en el aula. Tras la experiencia se realizó una encuesta de motivación y creatividad, obteniendo resultados muy positivos.

**PALABRAS CLAVE:** Fabricación 3D, muestras paleobiológicas, réplicas color, motivación, creatividad.

## ABSTRACT

In order to increase motivation and implement digital literacy in the field of scientific disciplines at different educational levels, a practical experience has been designed and carried out with students of the 4th year of Biology. The practice consists of two parts, from the point of the student, one of observation of the procedures for obtaining three-dimensional models and 3D printing, and another of active participation. The materials used for the application of scanning, modeling and 3D printing techniques were paleobiological remains, which are a transversal resource in the biological and geological sciences. To obtain three-dimensional models, we will use two techniques, laser scanner (in the first part) and photogrammetry (in the second part). The models generated directly by the table scanner were printed in the classroom. After the experience, a motivation and creativity survey was conducted, obtaining very positive results.

**KEYWORDS:** 3D manufacturing, paleobiological samples, color replicas, motivation, creativity.

## INTRODUCCIÓN

El trabajo práctico es una parte fundamental de las disciplinas científicas. Son muchas las asignaturas en las enseñanzas universitarias como, los Grados de Biología, Geología, Ciencias Ambientales, etc., y no universitarias, como Cultura científica o Biología y Geología de la ESO, que introducen contenidos prácticos sobre el material paleobiológico representado por el registro fósil. Sin embargo, el acceso de los alumnos a los materiales trabajados en las prácticas suele ser restringido al tiempo de clase, y además, en el caso particular de los fósiles o ejemplares de especies amenazadas o en peligro de extinción las colecciones educativas son pequeñas o inexistentes. En el caso de los fósiles, son hechos paleobiológicos espacio- temporales únicos e irrepetibles y forman

parte del patrimonio paleontológico, por lo que se deben de conservar *in situ*, y regular su extracción solo con fines científicos (Castillo *et al.*, 2001; Santucci *et al.*, 2016). En el caso de los especímenes biológicos actuales, los pocos efectivos conservados hace que se deba conservar las poblaciones *in situ* y en cautividad, y regular su colección solo con fines de conservación. Actualmente gracias al uso de las tecnología de escaneado, modelización e impresión tridimensional, se está resolviendo este problema con los especímenes de prácticas, ya que esta tecnologías permiten obtener modelos y réplicas idénticas de los materiales paleobiológicos (Castillo Ruiz *et al.*, 2016; Saorín *et al.*, 2016).

Por otro lado, desde el punto de vista de la enseñanza, varios estudios han demostrado que la tecnología 3D proporcionan un entorno más motivador y atractivo para la práctica de tareas educativas que el 2D (Castillo *et al.*, 2015; Chiecher *et al.*, 2005; Dardon *et al.*, 2010; Maceiras *et al.*, 2010; Fernández, 2016; Lao, 2016). En este contexto se ha diseñado una práctica de tres horas de duración con diferentes grupos de alumnos de 4º del Grado de Biología, para conocer el grado de motivación y creatividad para el aprendizaje de las técnicas tridimensionales aplicadas al estudio de los materiales paleobiológicos de distintas asignaturas. Los objetivos de este trabajo son: a) conocer y aplicar técnicas sencillas de obtención de imágenes 3D (escaner de mesa y fotogrametría), útiles para el reconocimiento de material paleobiológico en las prácticas de laboratorio; b) realizar pruebas de impresión a color, y c) conocer el grado de motivación y creatividad de los alumnos frente a uso de las tecnologías 3D en el aula.

## MATERIAL Y MÉTODOS

El material paleobiológico utilizado en esta experiencia en el laboratorio de prácticas ha sido variado, constando de un molde externo de un Ammonoideo (cefalópodo fósil), un trilobites (artrópodo fósil), una concha fósil de un bivalvo, dos gasterópodos marinos actuales, una concha marina con restos de animales incrustantes actuales, una traza fósil de insecto y un cráneo actual de cabra.

La experiencia de escaneo, modelización e impresión en 3D en el aula, se ha realizado con cuatro grupos de prácticas de alumnos de 4º del Grado de Biología. Cada sesión de prácticas de tres horas de duración se desarrolló en dos partes, la primera de explicación y demostración por los profesores y observación de los procesos por los alumnos, y la segunda de participación activa de los alumnos para obtener una imagen en 3D de los materiales seleccionados para su visualización y/o impresión posterior.

Para la parte de demostración de la digitalización e impresión 3D de los materiales paleobiológicos, se empleó el escáner láser Makerbot Digitizer (Fig. 1), que permite obtener imágenes digitales de objetos de 20 cm de diámetro máximo y de una altura máxima de 20,3 cm. Su uso está pensado para personas sin experiencia, de modo que se obtengan de forma automática los ficheros STL necesarios para la impresión 3D, la cual se realizó con una impresora MakerBot Replicator 2 (Fig. 1a). Para obtener

los modelos 3D por fotogrametría, los alumnos utilizaron tabletas digitales y móviles para la toma de fotografías de los materiales paleobiológicos trabajados. Previamente tuvieron que instalarse en las tabletas y móviles aplicaciones gratuitas de modelización 3D (123 Catch) y de visualización 3D (Meshlab). También durante la realización de los modelos fue necesario disponer de conexión con Internet en el laboratorio.

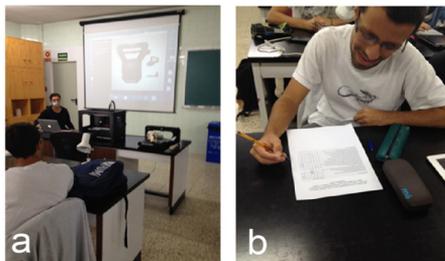


Figura 1. a) Laboratorio de prácticas preparado con el escáner de mesa y la impresora conectado al cañón de proyección, para realizar la experiencia de demostración de obtención de modelos 3D directo de material paleobiológico. b) Alumno realizando el cuestionario de motivación y creatividad.

Una vez acabada la práctica, se encuestó a los alumnos para analizar el grado de motivación y creatividad de la experiencia en el aula (Fig. 1b). Para cuantificar las medida de motivación y creatividad se les dio a los alumnos un cuestionario con 19 preguntas, en una escala de likert de siete respuestas, donde 1 significaba «en absoluto es cierto», 4 indicaba «cierto» y 7 indicaba «totalmente cierto».

## RESULTADOS

### DEMOSTRACIÓN EN DIRECTO DE OBTENCIÓN DE UN MODELO 3D CON ESCÁNER DE MESA Y SU IMPRESIÓN 3D.

En esta parte de la experiencia de innovación educativa los alumnos observaron el proceso de escaneado y la realización de un modelo tridimensional de forma automática de: un cráneo de un ovicaprino (Fig. 2a), un ostreido fósil, una concha marina con restos de animales incrustantes y una traza fósil de insecto. En los dos primeros casos, las réplicas obtenidas a pequeña escala en material PLA (ácido poliláctico de color marrón) reproducen los elementos morfológicos con la suficiente calidad como para reconocer e identificar el espécimen (Fig. 3a-d). Estos modelos 3D mejoran al ser visualizados en los dispositivos móviles los modelos.

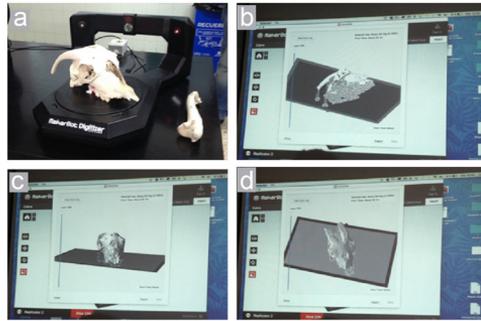


Figura 2. a) Proceso de escaneo, b-d) generación directa de un modelo 3D de un cráneo de ovicaprino en el laboratorio.

Hay que hacer notar que al generar el modelo de forma automática es necesario poner la pieza de manera que se pueda escanear toda la superficie externa, para no perder parte de la morfología que sirva para reconocer el material.

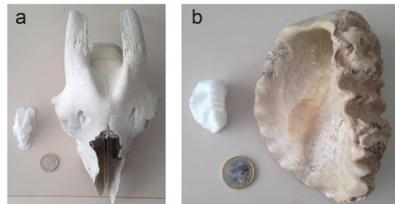


Figura 3. Materiales originales con sus réplicas al lado utilizados en la demostración para comparar los resultados con diferentes tipos de muestras, vertebrados (a, cráneo de ovicaprino) e invertebrados (b, ostreido), que se estudian en el grado de Biología.

En el caso de la concha marina con restos de animales incrustantes y de la traza fósil de insecto, los modelos tridimensionales generados automáticamente y la réplica presentan alguna dificultad para reconocer los elementos que lo forman.

### MODELOS 3D OBTENIDOS POR FOTOGRAMETRÍA

Con respecto a los modelos 3D realizados por los alumnos a través de fotogrametría, en general se obtuvieron buenos resultados de casi todas las piezas trabajadas, salvo el molde de trilobites y el cráneo de ovicaprino. Con los modelos STL de las otras piezas obtenidas por dicha técnica, se realizaron réplicas en color cuyos resultados se observan en la Figura 4. Las dos especies que obtuvieron mejores resultados fueron la concha de gasterópodo de tamaño medio y con color (Fig. 4b) y el molde externo de grandes dimensiones de un ammonoideo (Fig. 4c).

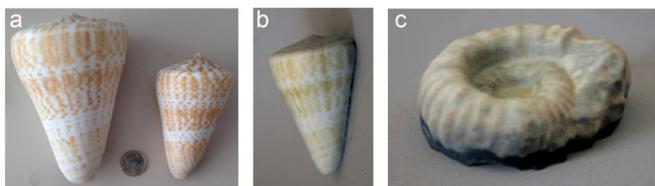


Figura 4. a) Especímenes con color utilizados en la práctica; b y c) réplicas obtenidas a partir de los modelos 3D de los alumnos, gasterópodo y ammonoideo respectivamente.

## MOTIVACIÓN Y CREATIVIDAD

Los valores obtenidos en la encuestas al alumnado (cuatro grupos) para medir la motivación y creatividad de la experiencia de digitalización e impresión 3D en el aula se observan en la Figura 5. Los valores medios obtenidos de todas las variables son satisfactorios, variando entre 4 y 6 en una escala de 0 a 7, y con un valor de Alfa de Cronbach de 0,82, lo que indica que los datos reflejan la opinión de los alumnos encuestados.

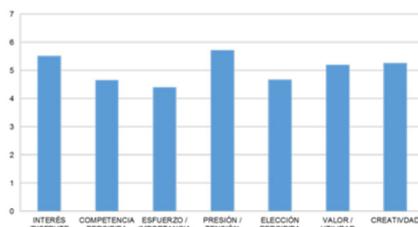


Figura 5. Valores medios de las variables de motivación y creatividad.

Con respecto a la creatividad, los valores obtenidos en el conjunto de los alumnos muestran que consideran que la práctica realizada, donde se han fabricado réplicas y se han obtenido modelos 3D de forma directa, es una manera creativa para adquirir conocimientos (Fig. 6).

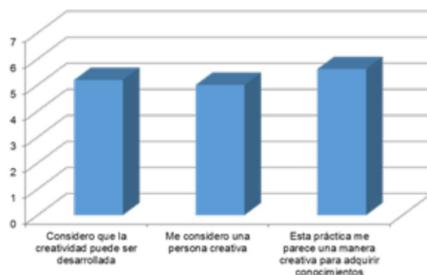


Figura 6. Diagrama que muestra los valores obtenidos de las encuestas de los alumnos de cuarto de Grado de Biología con respecto a la creatividad.

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de esta experiencia práctica de aplicación de las técnicas de digitalización, modelización e impresión 3D de materiales paleobiológicos en el aula son muy interesantes para el ámbito educativo de las Ciencias, ya que ponen de manifiesto que las prácticas donde se combinan una parte de demostración y otra activa motivan al alumno en su aprendizaje. Según algunos estudios la manipulación de imágenes por ordenador y la impresión en 3D, entre otros, mejora la comprensión de los conceptos estudiados y desarrolla capacidades cognitivas de orden superior como la motivación (Fernández, 2016; Lao, 2016). Para algunos autores, la utilización de modelos 3D activa la estimulación de varios sentidos, en particular el tacto, que establece conexión con el cerebro de forma paralela a la visión o la audición y propicia una integración para la percepción multimodal de un objeto (Gaißert et al., 2012). Esto disminuye los errores en el reconocimiento y discriminación entre formas, importante en las prácticas de laboratorio donde se reconoce especímenes actuales o fósiles (conchas, huesos, etc.; Gaißert et al. 2012). Además, se ha observado que la exploración del proceso desde la búsqueda del modelo o su elaboración hasta su impresión, con una participación activa por parte del alumnado, como la práctica realizada en este trabajo, ofrecen nuevas posibilidades para desarrollar el aprendizaje. Algunos estudios concluyen que la motivación es mayor cuando los alumnos pueden fabricar un objeto tangible y real o partir de lo estudiado (Eisenberg, 2007).

## CONCLUSIÓN

La experiencia de modelización e impresión 3D en el laboratorio de prácticas de alumnos de 4º Grado de Biología ha sido muy interesante desde el punto de vista de incrementar la motivación en el proceso educativo. Se han puesto en valor dos modelos de prácticas que se usan en el campo de la Biología (y otros campos del saber donde se debe reconocer especímenes u objetos): una de observación, donde el alumno ve la reproducción de un proceso; y la otra de experimentación de una técnica (fotogrametría) en el aula. Conjuntamente, se ha fomentado el uso de los dispositivos móviles multitáctiles en clase.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASTILLO, C., MARTÍN GONZÁLEZ, M. E. y MARTÍN OVAL, M. (2001). Valoración del Patrimonio Paleontológico de Canarias: propuesta de Puntos de Especial Interés paleontológico. *Revista Española de Paleontología*, n.º extraordinario, 105-116.
- CASTILLO RUIZ, C., SAORÍN, J. L., MARTÍN-GONZÁLEZ, M. E., TORRE, J. DE LA MEIER, C., GARCÍA-GOTERA, C. M. y PADRÓN, E. (2015). La alfabetización digital en las aulas a través de la

creación de modelos 3D en la enseñanza de la Paleontología. En M. REOLID (ed.), *XXXI Jornadas de Paleontología. Sociedad Española de Paleontología. Libro de resúmenes* (pp. 102-103). Jaén. Universidad de Jaén.

CASTILLO, C., SAORÍN PÉREZ, J. L., MEIER, C., MARTÍN GONZÁLEZ, M. E., GARCÍA GOTERA, C. M. y CRUZADO-CABALLERO, P. (2016). Creación de objetos de aprendizaje tridimensionales para la docencia del registro fósil. *VI Jornadas de Innovación Educativa de la Universidad de La Laguna*, 53-72.

CHIECHER, A., DONOLO, D. y RINAUDO, M. C. (2005). Percepciones del aprendizaje en contextos presenciales y virtuales. La perspectiva de alumnos universitarios. *Revista de Educación a Distancia*, 13, 1-10.

DARDON, U., DE SOUZA, R. S., ABRANCHES, C. T. S. y BERGQVIST, L. P. (2010). Modelagem 3D e suas aplicações na pesquisa paleontológica. *Gaea-Journal of Geoscience*, 6(2), 76-89. doi: <http://dx.doi.org/10.4013/gaea.2010.62.04>

GAISSERT, N., WATERKAMP, S., FLEMING, R. W., y BÜLTHOFF, I. (2012). Haptic categorical perception of shape, *PLoS one*, 7(8), e43062.

FERNÁNDEZ BAILÓN, I. (2016). *Aplicación de la impresión 3D y las TIC al diseño de material docente para la enseñanza de la evolución*. Universidad de Granada, 1-108.

LAO PEREGRÍN, Á. (2016). Una nueva dimensión en el aula: Banco de actividades para la enseñanza de la Geología mediante el uso de la impresión 3D. Inclusión del alumnado con deficiencia visual.

MACEIRAS, R., CANCELA, Á. y GOYANES, V. (2010). Aplicación de nuevas tecnologías en la docencia universitaria. *Formación universitaria*, 3(1), 21-26.

SANTUCCI, V. L., NEWMAN, P. AND TAFF, B. D. (2016). Toward a conceptual framework for assessing the human dimensions of paleontological resources. En: SULLIVAN, R. M. and Lucas, S. G.(eds.). *Fossil Record 5. New Mexico Museum of Natural History and Science Bulletin 74*, 239-248.

SAORÍN, J. L., TORRE-CANTERO, J. DE LA, MEIER, C., MELIÁN-DÍAZ, D., CASTILLO, C. y BONNET DE LEÓN, A. 2016. Creación, visualización e impresión 3D de colecciones online de modelos educativos tridimensionales con tecnología de bajo coste. Caso práctico del patrimonio fósil marino de Canarias. *Education in the Knowledge Society*, 17(3), 89-108.