

edmetic

Revista de Educación Mediática y TIC



**Competencia Digital: Uso y manejo de modelos 3D tridimensionales digitales e impresos en 3D**

**Digital Competence: Use and handling of 3D digital models and 3D printed 3D models**

Fecha de recepción: 27/01/2017

Fecha de revisión: 04/03/2017

Fecha de aceptación: 01/06/2017

## **Competencia Digital: su relación con el uso y manejo de modelos 3D tridimensionales digitales e impresos en 3D**

### **Digital Competence: It's relation with the use and handling of 3D digital models and 3D printed 3D models**

**José Luis Saorín<sup>1</sup>, Cecile Meier<sup>2</sup>, Jorge de la Torre-Cantrero<sup>3</sup>, Carlos Carbonell-Carrera<sup>4</sup>, Dámari Melián-Díaz<sup>5</sup> y Alejandro Bonnet de León<sup>6</sup>**

#### **Resumen:**

El uso y manejo de modelos tridimensionales digitales no está concebido dentro de la competencia digital de los currículos de secundaria y Bachillerato. Sin embargo muchos autores relacionan la competencia digital con el manejo de modelos 3D, el modelado 3D y entornos virtuales tridimensionales (Realidad aumentada, virtual,...). En este artículo se presenta un recurso educativo para facilitar el acceso a contenidos didácticos de carácter tridimensional digital y tangible. Determinadas materias precisan de la comprensión e interpretación de conceptos volumétricos: los recursos didácticos innovadores para la edición, visualización e impresión 3D ofrecen una alternativa a las representaciones 2D en los procesos de enseñanza y aprendizaje. En este artículo se describe la creación de un catálogo escultórico que contempla versiones digitales y tangibles de modelos tridimensionales de las esculturas a través de tecnologías innovadoras de bajo coste como la visualización e impresión 3D. La prueba piloto desarrollada con 15 alumnos de bachillerato recoge una alta valoración de los participantes sobre las tecnologías empleadas.

**Palabras claves:** Enseñanza-aprendizaje tridimensional, Impresión 3D, modelos 3D, Competencia digital.

#### **Abstract:**

---

<sup>1</sup>Universidad de la Laguna, España; [jlsaorin@ull.es](mailto:jlsaorin@ull.es)

<sup>2</sup> Universidad de la Laguna, España; [cecile.eme@hotmail.com](mailto:cecile.eme@hotmail.com)

<sup>3</sup> Universidad de la Laguna, España, [jcantero@ull.edu.es](mailto:jcantero@ull.edu.es)

<sup>4</sup> Universidad de la Laguna, España, [ccarbonate@ull.es](mailto:ccarbonate@ull.es)

<sup>5</sup> Universidad de la Laguna, España, [damarimd@gmail.com](mailto:damarimd@gmail.com)

<sup>6</sup> Universidad de la Laguna, España, [alebonle@hotmail.com](mailto:alebonle@hotmail.com)

The use and management of digital three-dimensional models is not conceived within the digital competence of secondary and high school curricula. However many authors relate the digital competence to the handling of 3D models, 3D modeling and three-dimensional virtual environments (augmented reality, virtual,...). This article presents an educational resource to facilitate access to three-dimensional digital and tangible educational content. Some subjects require understanding and interpretation of volumetric concepts: innovative teaching resources such as editing, viewing and printing 3D offer an alternative to 2D representations in the teaching and learning. A sculptural catalogue that provides digital and tangible versions of three-dimensional models through innovative low-cost technologies like 3d printing and visualisation is described. The experience carried out with 15 high school students shows a high consideration of the participants on the technologies used.

**Keywords:** Three-dimensional learning, 3D printing, 3D models, Digital competence

## **1. Introducción**

En los entornos escolares para fomentar la competencia digital es habitual el uso del proyector y ordenador con acceso a internet para mostrar o buscar información y recursos didácticos en 2D como imágenes, fotos, planos o dibujos. Estos medios pueden ser complejos para el aprendizaje de materias relacionadas con conceptos de carácter tridimensional, y a veces insuficientes para la comprensión espacial por parte del alumno, que precisa imaginar objetos bajo diferentes orientaciones, manipular modelos tridimensionales y trasladar mentalmente dibujos entre representaciones de dos y tres dimensiones. Por ello, en entornos educativos suele ser habitual la utilización de objetos tangibles o maquetas como recurso didáctico complementario. Álvarez (2011) señala la maqueta como un elemento didáctico de primer orden.

En ingeniería y arquitectura es habitual la utilización de maquetas; en geografía, mapas con relieve, en dibujo técnico se usan piezas metálicas manipulables y en estudios artísticos es normal el uso de réplicas tridimensionales de obras escultóricas, por citar algunos ejemplos en educación superior universitaria. En la enseñanza preuniversitaria también es habitual que los estudiantes realicen sus propias maquetas como un paso más en el proceso de aprendizaje (Sardà y Márquez, 2008).

El uso de estos modelos tangibles presenta inconvenientes como el precio, roturas, pérdidas, dificultad para su movilidad, almacenamiento, acceso, etc. Estos factores limitan disponer de una variedad amplia de modelos tangibles para el aprendizaje. La falta de acceso a los objetos tangibles es especialmente evidente en la educación online.

Para solventar estos problemas, el empleo modelos 3D digitales constituye una alternativa viable, al ser fácilmente accesibles desde recursos TIC como Smartphone, tabletas u ordenadores, además de facilitar una manipulación tridimensional semejante al modelo tangible o maqueta. Sin embargo, Álvarez, (2011) resalta la importancia de las maquetas como recurso educativo. En este sentido, la disminución de precios en tecnologías de

fabricación digital como las impresoras 3D hace cada vez más viable la incorporación de objetos de aprendizaje tangibles en la docencia reglada.

Muchos autores relacionan la competencia digital con el manejo de modelos 3D, el modelado 3D, entornos virtuales tridimensionales, etc. (Cervera y Mon, 2013; Cervera, Martínez, y Mon, 2015). Además subrayan la importancia de educar a los profesores en la competencia digital y en el uso de entornos 3D (Muñoz-Repiso y del Pozo, 2016). Esta relación entre objetos 3D y competencia digital está empezado a ser reconocida en organismos oficiales. Por ejemplo, la Consejería de Economía, Industria, Comercio y Conocimiento del Gobierno de Canarias, en julio de 2016, en su convocatoria de subvenciones orientadas a la mejora de las competencias digitales de la población residente en Canarias, incluye diseño, modelado y fabricación 3D entre las tres temáticas de la convocatoria (BOC, 2016).

En este artículo se describe la creación de un recurso educativo tridimensional que contempla los dos formatos simultáneamente, el digital y el tangible: un catálogo de esculturas que utiliza enlaces y códigos QR como acceso a modelos digitales tridimensionales que se pueden visualizar online o descargar y replicar en una impresora 3D, sin necesidad de conocimientos avanzados de tecnologías tridimensionales. El catálogo se presenta en dos formatos: libro tradicional con hiperenlaces o en versión tangible en forma de caja de esculturas impresas en 3D. Para valorar su implantación, se ha realizado una prueba piloto con alumnos de 1º de Bachillerato durante el curso 2015/16, en la que trabajaron con el catálogo de esculturas aportando sus valoraciones en un cuestionario que recoge su grado de satisfacción.

## **2. Antecedentes: objetos tridimensionales tangibles en educación**

El uso de modelos físicos tangibles es una estrategia docente con una gran tradición. Un caso típico de objetos tangibles utilizado en secundaria son los modelos de piezas 3D para el aprendizaje de vistas normalizadas en las asignaturas de dibujo técnico (de la Torre Cantero, Martín-Dorta, Saorín, Carbonell y Contero, 2013). Estos modelos físicos se utilizan para que los estudiantes puedan realizar bocetos desde distintos puntos de vista y mejorar

la comprensión de la relación entre el mundo real (entornos y modelos tridimensionales) y las representaciones bidimensionales (dibujo de las vistas normalizadas). Constituyen un material educativo muy extendido en dibujo técnico para potenciar la mejora de las habilidades espaciales (Ben-Chaim, Lappan y Houang, 1988).

En estudios de ciencias naturales es frecuente disponer de elementos reales (fósiles, animales disecados...) para su estudio en laboratorio (figura 1, izquierda), en geología es frecuente el uso de minerales y rocas; En otras asignaturas se usan maquetas, pero el coste de éstas es considerable. Por ejemplo, el precio de la vaca de la figura 1 (derecha), utilizada en estudios de zootecnia, asciende a 3044,50 euros.



Figura 1. Izq.: Fósiles marinos canarios para el estudio en el laboratorio de la sección de paleontología. Dch.: Lámina y maqueta de estudio (Modelo de Vaca de la empresa Medical simulator) Área de Zootecnia de la Universidad de La Laguna

En ingeniería el empleo de maquetas ayuda a la comprensión del espacio tridimensional. En estudios de topografía se usan maquetas para facilitar la transición entre las representaciones 2D y su representación 3D (Carter, Patrick, Wiebe, Park y Butler; 2005). En arquitectura las maquetas son utilizadas como herramientas auxiliares en la realización de proyectos arquitectónicos (Carazo Lefort y Galván Desvaux, 2014).

Para el estudio de la escultura, el dibujo artístico y el volumen, es usual la utilización de réplicas de esculturas y objetos de escayola, que sirven entender los conceptos tridimensionales asociados al análisis de las formas y su representación (Rodríguez-Samaniego, 2013).

## 2.1 La alternativa digital

La aparición de tecnologías digitales permiten el diseño de recursos didácticos, alternativos a la manipulación directa de objetos tangibles, con los que el usuario puede interactuar con contenidos 3D. Entre estas tecnologías destacan los dispositivos multitáctiles como los smartphones y las "Tablets", cuya interfaz tangible se aproxima a la forma de interactuar con el objeto real (Yi-Chen, Hung-Lin y Wei-Han, 2011).

De entre los informes internacionales sobre la tecnología (Instituto de Educación Internacional, 2014; OCDE, 2014; UNESCO, 2015) hay uno que se ha convertido en referente: el Informe Horizon. Este informe, elaborado por New Media Consortium, identifica nuevos tipos de tecnologías que pueden ser utilizados en la educación, y analiza su impacto en la educación, el aprendizaje y la investigación. El informe Horizon (Johnson et al., 2015) incide en las oportunidades para el aprendizaje informal, poder estudiar y trabajar dónde y cuándo quieras a través del uso de Smartphone y tabletas digitales destacando una nueva tendencia: BYOD (Bring Your Own Device), que promueve el uso por parte de los estudiantes de sus propios dispositivos para acceder a recursos innovadores de aprendizaje como complemento a la docencia tradicional en el aula. Tabletas digitales y Smartphone constituyen una tecnología de gran potencial en el aula: un 30% de los niños españoles de 10 años de edad dispone de una Tablet o un Smartphone, un 70% a los 12 y un 83% a los 14 (Cánovas, García-De-Pablo, Oliaga-San-Atilano y Aboy-Ferrer, 2014).

A este respecto, el resultado de un estudio reciente sobre la competencia digital en el aula a egresados de Grado en Maestro en Educación Infantil muestra que se sienten poco preparados para el uso didáctico de dispositivos multitáctiles y tecnologías 3D en el aula (Muñoz-Repiso & del Pozo, 2016). Es preciso un cambio de tendencia, y las tecnologías descritas en este trabajo pueden ayudar a conseguirlo.

## **2.2 ¿Digitales o tangibles?**

El uso de modelos tridimensionales digitales puede solventar algunas de las carencias que presentan los modelos reales o maquetas, como roturas o pérdidas de objetos, ya que los modelos 3D no solo se pueden visualizar en diversos dispositivos, tanto offline como online, sino que además es posible su descarga para su reproducción tantas veces como sea necesario (son replicables). Resuelven, a su vez, la problemática del transporte, intercambio y almacenaje, debido a la opción de archivarlos en espacios en la nube o aulas virtuales, traspasando así los límites de un laboratorio.

En el año 2013, en la Universidad de La Laguna, se realizó una prueba piloto sobre la comparación del uso de modelos tangibles y digitales. Se analizó la viabilidad de modelos 3D digitales en tabletas como posibles sustitutos de las piezas utilizadas para el aprendizaje de vistas normalizadas en asignaturas de dibujo técnico. Pero los resultados fueron poco concluyentes: la valoración de los estudiantes fue muy similar en ambos casos al no haber una diferencia significativa entre las preferencias de los estudiantes por los modelos tangibles o por los modelos digitales (de la Torre Cantero, Martín-Dorta, Saorín, Carbonell y Contero, 2013).

## **2.3 Precio, accesibilidad y disponibilidad**

El modelado, escaneo y la impresión 3D hasta hace aproximadamente ocho años eran tecnologías reservadas para expertos en la materia y requerían un largo y costoso aprendizaje, además se precisaba un equipo técnico avanzado y el precio de los programas era muy elevado y sólo accesible para grandes centros, empresas o universidades (Caño, de la Cruz, & Solano, 2007). Este panorama cambia en 2006, con la distribución de forma gratuita del programa SketchUp por parte de Google. Sketchup es un programa multiplataforma (PC y Mac) con una versión gratuita, que ofrece la posibilidad de introducir al usuario en el Modelado 3D con pocos conocimientos y en muy poco tiempo. Este programa se ha utilizado ya en la docencia de materias con contenidos 3D ofreciendo excelentes resultados (de la Torre Cantero, Saorín, Carbonell, de Castillo Cossío y Contero, 2012). Blokify, Pottery (Saorín, de



la Torre-Cantero, Melián, Meier, & Rivero, 2015) y la Suite de Autodesk 123D son otras aplicaciones de modelado 3D con versión gratuita y sencillas de utilizar, con las cuales (123D Catch) se han obtenido, a bajo coste, réplicas digitales de esculturas (de la Torre-Cantero, Saorín, Meier, Melián Díaz, y Alemán, 2015).

En relación al escaneado de objetos, existen periféricos de videojuegos que tienen la posibilidad de detectar el espacio en 3D, lo que ha dado lugar a la aparición de escáneres tridimensionales muy accesibles, aunque de resoluciones no tan buenas como los profesionales. Un ejemplo es la utilización de la Kinect de Microsoft con el programa Skanet, que permite disponer un escáner 3D por menos de 200 euros. Por otro lado, además de la posibilidad de que los alumnos o profesores creen sus propios modelos 3D, existen páginas web especializadas en la difusión gratuita de modelos tridimensionales como Thingiverse, 3D Warehouse o SketchFab. Estos repositorios disponen de recursos especiales con modelos 3D enfocados a la educación y posibilitan la visualización e interacción directa en el entorno online a través del propio navegador, sin necesidad de tener instalada ninguna aplicación de visionado 3D. Los entornos online especializados en modelos 3D para la educación también ofrecen la posibilidad de descargar e imprimir los modelos en una impresora 3D.

Usar modelos digitales e impresos en 3D en educación ha sido posible gracias a la bajada de precio y a los avances tecnológicos que han propiciado la aparición de aplicaciones de bajo costo y/o gratuitas con las que profesores y alumnos trabajan en un entorno tridimensional. Canessa, Fonda, y Zennaro (2013) afirman que es necesario disponer de metodologías y recursos docentes que permitan sacar partido de las impresoras 3D en entornos educativos.

Como ejemplo, en la tabla 1 se describen los tamaños, tiempo, material utilizado y precio para la impresión de las esculturas utilizadas en esta experiencia.

Tabla 1: Ejemplo coste y tiempo de impresión del catálogo de esculturas de 27 piezas. (Fuente: Elaboración propia)

Autor	Escultura	Tamaño impresión (cm)	Tiempo de impresión	Peso (en gramos) de PLA gastado	Precio de PLA (20€/kg)
Amadeo Gabino	Estela espacial	10	51 m	14,80	0,29 €
Andreu Alfaro	Sin Título	10	1h 14 m	23,87	0,47 €
Claude Viseux	Homenaje a Millares	7	1h 50 m	43,26	0,86 €
Eduardo Gregorio	Macla	7	54 m	16,81	0,33 €
Eduardo Paolozzi	Homenaje a Gaudí	15	1h 40 m	30,46	0,60 €
Eusebio Sempere	Móvil	10	2h 42 m	47,34	0,94 €
Federico Assler	Sin Título	10	46 m	14,19	0,28 €
Feliciano Hernández	Sin Título	10	1h 6 m	19,68	0,39 €
Francisco Sobrino	Móvil	10	53 m	10,10	0,20 €
Gottfried Honegger	Homenaje a Pascal	10	52 m	10,14	0,20 €
Gustavo Torner	Laberinto	8	2h 42 m	48,27	0,96 €
Henry Moore	El Guerrero Goslar	10	1h 2 m	21,23	0,42 €
Jaume Cubells	Sin Título	8	1h 21 m	29,47	0,58 €
Joan Miró	Femme Bouteille	10	50 m	13,54	0,27 €
Joaquín Rubio C.	Nivel	15	1h 22 m	25,63	0,51 €
José Abad	Sin Título	14	2h 30 m	45,77	0,91 €
Josep Guimaraes	Lucha de Serpientes	9	59 m	17,44	0,34 €
Josep M. Subirachs	Introversión	8	2h 39 m	62,87	1,25 €
Marcel Martí	Sin Título	10	55 m	18,28	0,36 €
María Simón	Hombre	10	1h 18 m	19,54	0,39 €
Mark Macken	Solidaridad	10	2h 2 m	36,8	0,73 €
Martín Chirino	Lady Tenerife	10	1h 29 m	32,42	0,64 €
Óscar Domínguez	Monumento al Gato	10	1h 19 m	24,22	0,48 €
Pablo Serrano	Homenaje a Canarias	10	1 h 53 m	39,33	0,78 €
Remigio Mendiburu	Dado para 13	6	1h 41 m	33,81	0,67 €
Ricardo Ugarte	Lorea	11	1h 51 m	34,93	0,69 €
Xavier Corberó	Ejecutores y ejecutados	6	1h 54 m	39,85	0,79 €
<b>Total</b>			<b>38h 35 m</b>	<b>774,05 g</b>	<b>15,33 €</b>

La accesibilidad y divulgación de los modelos 3D digitales en el ámbito docente es la misma que cualquier otro archivo digital, pudiendo incluirse en repositorios 3D especializados de manera gratuita (ej. Sketchfab o Thingiverse), en aulas virtuales, o repositorios online como Dropbox, Drive, etc. Así, los objetos tridimensionales pueden ser incluidos con facilidad en presentaciones multimedia o incluso en libros de papel mediante un enlace. Los libros, a pesar de los múltiples formatos de comunicación existentes, siguen siendo en la actualidad un formato de difusión de conocimiento muy extendido en entornos educativos. Existen al menos nueve tecnologías diferentes que permiten incluir objetos tridimensionales en libros digitales y de papel (Carbonell, Saorín, Meier, Melián-Díaz y De-la-Torre-Cantero, 2016).

Para incluir información 3D en un libro impreso se puede indicar una referencia a una página web, que obliga al lector a teclear la dirección URL. Aunque existe la posibilidad de emplear direcciones URL cortas, hay aplicaciones que permiten, mediante un código, acceder a la dirección indicada, como por ejemplo un código QR. Se dispone de generadores de código QR libres y gratuitos en Internet, como por ejemplo el QR Creator, que facilitan su generación y uso. Mediante la combinación de enlaces digitales y códigos QR en un mismo libro se posibilita el acceso a los modelos 3D tanto en el libro en formato digital como en formato impreso.

### **3. Metodología**

#### **3.1 Recurso educativo 3D replicable**

Según la recomendación del parlamento europeo y del consejo de 18 de diciembre de 2006 sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente (2006/962/CE), la competencia digital implica el uso seguro y crítico de la tecnología de la sociedad de la información (IST) para el trabajo, el ocio y la comunicación (de la Unión Europea, 2006).

Los alumnos están acostumbrados fuera del aula a manejar tecnologías 3D, como por ejemplo los videojuegos o aplicaciones en dispositivos móviles. Sin embargo en los entornos educativos es menos frecuente el uso de estas tecnologías.

En este trabajo se describe un recurso educativo para contenidos relacionados con el patrimonio escultórico: un catálogo de esculturas que incorpora modelos tridimensionales replicables. Como hemos visto, el uso y manejo de estos modelos se considera adecuado para el aprendizaje y la mejora de la competencia digital.

Dado el carácter tridimensional de esculturas, su divulgación a través de un recurso plano como las imágenes en un catálogo tradicional hace que se pierda información y se limite la comprensión de las obras (Chamizo, 2010). Una posibilidad de incluir la tridimensionalidad de las esculturas en el aula es mediante enlaces a modelos digitales 3D o réplicas impresas en una impresora 3D, como se ha hecho para este trabajo, en el que se ha creado un catálogo de 27 esculturas públicas de Santa Cruz de Tenerife pertenecientes a la I Exposición Internacional de Esculturas en la Calle disponible en: <http://goo.gl/wD3EwS> (Figura 2, parte izquierda). El catálogo se presenta en formato tradicional de libro donde las esculturas se describen con una ficha técnica (Nombre, descripción, autor, año, materiales, dimensiones y link con información adicional), una o varias imágenes de cada escultura y un mapa esquemático de la ciudad con su ubicación.

La diferencia respecto de un catálogo convencional radica en la incorporación de dos enlaces: uno para acceder a la visualización online del modelo 3D y otro para descargar e imprimir la escultura en una impresora 3D (Fig. 2, derecha). De este modo, si se dispone de la versión electrónica del libro, se puede acceder y visualizar el modelo tridimensional mediante un clic. Si se dispone del libro impreso en papel, se puede acceder y manipular el modelo digital de la escultura mediante un Smartphone o tableta a través del código QR.



Figura 2. Catálogo con enlaces y códigos QR para la visualización y descarga de los modelos

Para organizar todas las obras impresas en 3D, se ha creado a su vez un embalaje (Figura 3). El diseño y las plantillas para fabricar dicho embalaje, compuesto por dos cajas, están incluidos en el catálogo para que cualquier usuario pueda realizar su propia caja de embalaje con cartón, para lo cual solo precisará de una plancha de cartón grande (aproximadamente 130 x 130 cm) y una impresora de papel normal. El diseño de las cajas incluye fichas identificativas de cada obra con un enlace que posibilita volver a descargar e imprimir la obra en caso de pérdida o rotura. Se han impreso réplicas de todas las obras en una impresora 3D Makerbot Replicator 2 en filamento PLA blanco.



Figura 3. Catálogo de esculturas y conjunto de 27 esculturas impresas con su embalaje

Este recurso educativo, por tanto, da acceso a ficheros 3D que permiten la creación de réplicas tangibles mediante impresora 3D de las esculturas contenidas en el mismo. El docente dispone así de un catálogo de esculturas en dos formatos diferenciados: el formato libro con acceso a modelos digitales y el formato caja con los modelos tangibles manipulables (Figura 4).



Figura 4. Esquema de relaciones

### 3.2 Participantes

Se facilitó el catálogo a un grupo de 15 alumnos de la asignatura de Dibujo, Diseño y Artes Plásticas de 1º de Bachillerato del Colegio MM. Dominicas Vistabella de Santa Cruz de Tenerife. Los estudiantes visualizaron las esculturas del catálogo a través de sus Smartphone, disponiendo a su vez de las obras impresas en 3D. Previamente se les hizo una encuesta sobre las tecnologías de visualización e impresión 3D. Al finalizar la clase, respondieron un cuestionario de satisfacción con respuestas en escala de Likert de 5 puntos (1: totalmente en desacuerdo, 5: completamente de acuerdo) al objeto de recoger su valoración. Para estimar la fiabilidad del cuestionario se calcula el coeficiente alfa de Cronbach. El valor obtenido (0,7) es suficiente para garantizar la fiabilidad del cuestionario de satisfacción.

## 4. Resultados y Discusión

En la encuesta previa, el 93 % de los participantes declara que dispone de Smartphone y ordenador para uso particular y un 60% ya tiene un lector de código QR instalado en su Smartphone. A todos los alumnos les gustaría disponer de material educativo impreso en 3D y el 86 % cree que un objeto 3D les ayuda a estudiar mejor. Un 86 % conoce las impresoras 3D, pero solo un 26 % las ha visto funcionar en directo. Un 93 % de los participantes afirma que les interesa el arte pero solo un 53 % muestra interés en las esculturas o se ha fijado en las esculturas urbanas de Santa Cruz de Tenerife.

Los resultados del cuestionario de satisfacción (Tabla 2) muestran la gran valoración que tiene el uso de una impresora 3D en el aula (4,6 sobre 5). Los estudiantes valoran positivamente conocer el patrimonio a través de modelos (4,8 sobre 5). Las puntuaciones más bajas, aunque positivas (siempre por encima de 2,5), se han obtenido sobre los enlaces a los modelos 3D, ya que, teniendo acceso a los modelos tangibles, los prefieren a visualizar la escultura a través del código QR (3,0 sobre 5), o no le ven gran utilidad a los enlaces a modelos 3D en el libro (3,5 sobre 5).

Tabla 2. Resultados cuestionario de satisfacción. Fuente: Elaboración propia

Pregunta	M./(DT)
He podido visualizar una escultura en 3D a través del código QR	3,0/(1,5)
Me gustaría disponer de una caja de modelos 3D de las esculturas en el aula	4,6/(0,6)
Me gustaría aprender con modelos 3D en otras asignaturas	4,6/(0,5)
Me ha resultado útil disponer de enlaces a modelos 3D en un libro	3,5/(1,3)
Me ha gustado conocer el patrimonio escultórico de Santa Cruz a través de modelos 3D	3,8/(0,9)
Me gustaría tener una impresora 3D en el aula.	4,6/(0,6)

## 5. Discusión y Conclusiones

La experiencia llevada a cabo con el repositorio de piezas 3D digital y tangible ha sido altamente valorada por los alumnos. La incorporación de modelos 3D digitales e impresos en 3D puede servir para el desarrollo de la competencia digital de los alumnos y profesores.

Con las tecnologías de edición e impresión digital existentes, los docentes pueden disponer de un material educativo replicable que incluye modelos 3D a bajo coste o incluso gratis, con el que facilitar el acceso a contenidos de carácter tridimensional a sus alumnos. Estas tecnologías innovadoras son accesibles y de fácil implantación en la docencia, ofreciendo la posibilidad de introducir nuevos recursos didácticos en los procesos de enseñanza -aprendizaje, y ayudan a incorporar la competencia digital en los centros.

Las versiones digitales en 3D ofrecen la posibilidad de disponer de un gran número de modelos a los que los alumnos tienen acceso desde entornos de docencia virtual como aulas virtuales, o en repositorios gratuitos como Dropbox o Google Drive, lo que facilita su implantación en la docencia reglada.

La problemática de las maquetas tradicionales, en ocasiones caras y difíciles de reemplazar, se puede solventar mediante modelos digitales y en el caso de necesitar maquetas tangibles se puede usar una impresora 3D. Según el informe Horizon, el empleo de impresoras 3D ya es una realidad en las aulas,



por lo que el uso de modelos tangibles impresos deberá ser cada vez más habitual. La impresión en 3D no supone una gran inversión: en la Tabla 2 se puede observar que el material gastado supone unos céntimos para cada modelo, aunque uno de los factores principales a tener en cuenta es el tiempo. En la misma tabla se muestra que una pieza de aproximadamente diez centímetros tarda entre una y dos horas de impresión. En cuanto a la impresora 3D, los precios de estos equipos son cada vez más bajos y es posible adquirirlos desde 500 euros.

El uso de tecnologías y modelos 3D para la divulgación del patrimonio escultórico se conoce desde hace tiempo, pero en los últimos años, gracias a tecnologías más baratas y accesibles como los visualizadores 3D gratuitos online se permite el acceso de la población general a modelos tridimensionales de las esculturas. Las grandes empresas y museos son los primeros interesados y los más avanzados en este sector, como por ejemplo el museo Smithsonian que dispone de algunos modelos 3D gratuitos de su patrimonio para su visualización tridimensional y permite la descarga e impresión 3D de todos los modelos 3D bajo la licencia Creative Commons. Otros proyectos internacionales como por ejemplo 3D Icons (3D ICONS, 2016), procuran establecer una base de datos completa 3D de patrimonio arquitectónico, arqueológico y artístico europeo, permitiendo el acceso del público a los modelos 3D.

La versatilidad que ofrecen las tecnologías innovadoras de edición e impresión digital hacen que el recurso didáctico descrito en este artículo solo sea un ejemplo que se puede hacer extensivo a otras materias que precisen, en sus procesos de enseñanza y aprendizaje, la representación e interpretación tridimensional.

### Referencias bibliográficas

3D ICONS. (2016, 11 27). *3D Icons*. Recuperado de 3D ICONS: <http://3dicons-project.eu/>

- ADAMS BECKER, S., FREEMAN, A., GIESINGER HALL, C., CUMMINS, M., y YUHNKE, B. (2016). *NMC/CoSN Horizon Report: 2016 K-12 Edition*. Austin, Texas: The new Media Consortium.
- ÁLVAREZ, F. (2011). Rastrear proyectos, contar historias. *Diagonal*, 28, 10-13.
- BEN-CHAIM, D., LAPPAN, G., & HOUANG, R. (1988). The effect of instruction on spatial visualization skills of middle school boys and girls. *American Educational Research Journal*, 25(1), 51-7.
- BOC. (2016, Julio 13). DISPOSICIONES GENERALES - Consejería de Economía, Industria, Comercio y Conocimiento. *Boletín Oficial de Canarias* núm. 134. Canarias, España. Recueprado de <http://www.gobiernodecanarias.org/boc/2016/134/003.html>
- CANESSA, E., FONDA, C., y ZENNARO, M. (2013). *Low cost 3D printing for science, education and sustainable development*. Trieste: ICTP—The Abdus Salam International Centre for Theoretical Physics.
- CÁNOVAS, G., GARCÍA-DE-PABLO, A., OLIAGA-SAN-ATILANO, A., y ABOY-FERRER, I. (2014). *Menores de edad y conectividad móvil en España: Tablets y Smartphones*. Madrid: Centro de Seguridad en Internet para los Menores en España, PROTEGELES, dependiente del Safer Internet Programme, de la Comisión Europea.
- CAÑO, A. D., DE LA CRUZ, M., y SOLANO, L. (2007). Diseño, ingeniería, fabricación y ejecución asistidos por ordenador en la construcción: evolución y desafíos a futuro. *Informes de la Construcción*, 505, 53-71,.
- CARAZO LEFORT, E., & GALVÁN DESVAUX, N. (2014). Aprendiendo con Maquetas. Pequeñas maquetas para el análisis de arquitectura. *Revista de EGA*, 24.62-71, doi:10.4995/ega.2014.1828
- CARBONELL-CARRERA, C., SAORÍN, J.-L., MEIER, C., MELIÁN-DÍAZ, D., y DE-LA-TORRE-CANTERO, J. (2016). Tecnologías para la incorporación de objetos 3D en libros de papel y libros digitales. *El Profesional de la Información*, 25(4), 1699-2407. doi: <http://dx.doi.org/10.3145/epi.2016.jul.16>
- CARTER, G., PATRICK, M., WIEBE, E., PARK, J., y BUTLER, S. (2005). *Middle grade students' interpretation of topographic maps*. NARST. DALLAS, TX.

- CERVERA, M., y MON, F. (2013). Explorando el potencial educativo de los entornos virtuales 3D. *Teoría de la Educación; Educación y Cultura en la Sociedad de la Información*, 14(3), 302.
- CERVERA, M., MARTÍNEZ, J., y MON, F. (2015). Competencia digital y competencia digital docente: una panorámica sobre el estado de la cuestión. *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 1 -10.
- CHAMIZO, J. A. (2010). Una tipología de los modelos para la enseñanza de las ciencias. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 7(1). 26-41.
- DE LA TORRE CANTERO, J., MARTÍN-DORTA, N., SAORÍN, J. L., CARBONELL, C., y CONTERO, M. (2013). Entorno de aprendizaje ubicuo con realidad aumentada y tabletas para estimular la comprensión del espacio tridimensional. *RED. Revista de Educación a Distancia*(37).
- DE LA TORRE CANTERO, J., SAORÍN, J., CARBONELL, C., DE CASTILLO COSSÍO, M., y CONTERO, M. (2012). Modelado 3D como herramienta educativa para el desarrollo de competencias de los nuevos grados de Bellas Artes. *Arte, Individuo y Sociedad*, 24(2), 179-193.
- DE LA TORRE-CANTERO, J., SAORÍN, J., MEIER, C., MELIÁN DÍAZ, D., y ALEMÁN, M. (2015). Creación de réplicas de patrimonio escultórico mediante reconstrucción 3D e impresoras 3D de bajo coste para uso en entornos educativos. *Arte, Individuo y Sociedad*, 27(3), 427-444.
- DE LA UNIÓN EUROPEA, D. O. (2006). *Recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo de 18 de diciembre de 2006 sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente (2006/962/CE)*.
- INSTITUTO DE EDUCACIÓN INTERNACIONAL. (2014). *Annual Report*. USA: Instituto de Educación Internacional.
- JOHNSON, L., ADAMS BECKER, S., CUMMINS, M., ESTRADA, V., FREEMAN, A., y LUDGATE, H. (2013). *NMC Horizon Report: 2013 K-12 Edition*. Austin Texas: The New Media Consortium.
- JOHNSON, L., ADAMS, S., y CUMMINS, M. (2012). *NMC Horizon Report: 2012 K-12 Edition*. Austin Texas: The New Media Consortium.

- MUÑOZ-REPISO, A., y DEL POZO, M. (2016). Análisis de las competencias digitales de los graduados en titulaciones de maestro. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa-RELATEC*, 15(2), 155-168.
- OCDE. (2014). *Panorama de la educación*. Madrid: Ministerio de educación, cultura y deportes.
- RODRÍGUEZ-SAMANIEGO, C. (2013). La educación artística en la Escuela de Bellas Artes de Barcelona durante el siglo XIX. El caso de la escultura. *Arte, Individuo y Sociedad*, 25(3), 495-508.
- SAORÍN, J. L., DE LA TORRE-CANTERO, J., MELIÁN, D., MEIER, C., y RIVERO, D. (2015). Blokify: Juego de modelado e impresión 3D en tableta digital para el aprendizaje de vistas normalizadas y perspectiva. *Digital Education Review*, 27, 105-121.
- SARDÀ, S., y MÁRQUEZ, C. (2008). El uso de maquetas en el proceso de enseñanza-aprendizaje del sistema nervioso. *Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 14(58), 67-76.
- UNESCO. (2015). *La Educación para Todos, 2000 - 2015, Logros y Desafíos*. París : UNESCO.
- YI-CHEN, C., HUNG-LIN, C., y WEI-HAN, H.-C. (2011). Use of Tangible and Augmented Reality Models in Engineering Graphics Courses. *Journal of Professional Issues in Engineering Education & Practice*, 137(4), 267-276.

**Cómo citar este artículo:**

Saorín, José Luis, Meier, Cecile, de la Torre-Cantrero, Jorge, Carbonell-Carrera, Carlos, Melián-Díaz, Dámari y Bonnet de León, Alejandro (2017). Competencia Digital: Su relación con el uso y manejo de modelos 3D tridimensionales digitales e impresos en 3D. *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC*, 6(2), 27-46. doi: <https://doi.org/10.21011/edmetic.v6i2.6187>