

El patrimonio escultórico en el aula. Tecnologías avanzadas de bajo coste para introducir el modelado 3D y la impresión 3D

Sculptural heritage in classroom. Advanced low-cost technologies to introduce 3D modelling and 3D printing.

Cecile Meier¹, Jose Luis Saorin², Jorge de La Torre Cantero², Dámari Melian¹
Cecile.meier.96@ull.edu.es, jlsaorin@ull.edu.es, jcantero@ull.edu.es, damarimd@gmail.com

¹Facultad de Educación
Universidad de La Laguna
España

²Departamento Técnicas y Proyectos
En Arquitectura e Ingeniería
Universidad de La Laguna, España

Resumen- Desde 1972 la UNESCO destaca la importancia de incrementar el respeto y el aprecio del patrimonio cultural mediante la educación. Actualmente existen tecnologías de bajo coste disponibles que posibilitan nuevas estrategias para la enseñanza del patrimonio escultórico. En este artículo se describe un libro, realizado en la Universidad de La Laguna, donde se presentan una serie de actividades para introducir el patrimonio escultórico en el aula, usando tecnologías accesibles en un centro educativo. Dichas tecnologías son tabletas digitales, ordenadores e impresoras 3D, aunque también se presentan otro tipo de actividades lúdicas y de carácter manual, posibles de realizar sin el uso directo de tecnologías. Adicionalmente, para valorar estas tecnologías se ha realizado una experiencia piloto con alumnos del Master de Formación de Profesorado de la Universidad de la Laguna a los que se les ha pasado una encuesta de opinión sobre las mismas.

Palabras clave: *Patrimonio escultórico, Tecnologías de bajo coste, impresión y modelado 3D.*

Abstract- Since 1972 UNESCO has been highlighting the importance of increasing the respect and appreciation of cultural heritage through education. There are now several low cost technologies available which assist in enabling new strategies in the teaching of sculptural heritage. This article is describing a book which has been produced at the University of La Laguna. The book presents a series of activities which are designed to introduce sculptural heritage into the class room using accessible technologies in an education centre. The technologies used are digital tablets, computers and 3D printers. It also presents other activities which were physical play-based in which technology was used indirectly. In order to assess these technologies, there has been an initial opinion poll undertaken with a group of students from the Master de Formación de Profesorado de la Universidad de la Laguna.

Keywords: *Sculptural Heritage, low cost technologies, 3D printing and 3D modeling.*

1. INTRODUCCIÓN

Según la Agencia Ejecutiva en el ámbito Educativo, Audiovisual y Cultural que analiza la Educación Artística y Cultural en el contexto escolar en Europa, un objetivo común en todos los países en la educación artística es la comprensión del patrimonio cultural (Eurydice, 2009). El patrimonio

cultural abarca monumentos como obras arquitectónicas, artísticas, arqueológicas, o conjuntos que tengan un valor universal excepcional desde el punto de vista de la historia, del arte o de la ciencia (UNESCO, Textos Básicos de la Convención del Patrimonio Mundial 1972, 2006). El patrimonio escultórico es una parte importante del patrimonio artístico.

Actualmente existen tecnologías avanzadas de bajo coste que posibilitan nuevas estrategias para la enseñanza del patrimonio escultórico. Para transmitir la escultura de manera más directa a los alumnos, existe la posibilidad de mostrar o crear modelos tridimensionales en tabletas digitales, teléfonos móviles u ordenadores. También podemos obtener réplicas físicas de las esculturas mediante las impresoras 3D, que son capaces de imprimir una pieza a bajo coste y en poco tiempo (Canessa, Fonda, & Zennaro, 2013). Otra posibilidad es utilizar la tecnología digital para realizar las figuras con técnicas manuales tradicionales, como por ejemplo corte de cartón.

Una manera de introducir el patrimonio en la formación, puede ser a través de juegos y actividades lúdicas. Con esta estrategia se pretende potenciar la motivación, la concentración, el esfuerzo y otros valores comunes a todos los juegos, para influir y motivar a los alumnos en el aprendizaje de contenidos.

Es por ello que desde la Universidad de La Laguna se ha realizado un libro de actividades que pretende tener en cuenta esta nueva situación tecnológica y de juegos para el aprendizaje. En este artículo se detallan dichas actividades, y se realiza una primera valoración del uso de los dispositivos y programas empleados con alumnos del Máster de Formación del profesorado de la Universidad de la Laguna.

2. CONTEXTO

Las tecnologías avanzadas, como las tabletas digitales y las impresoras 3D, son tecnologías que se prevé que puedan ser implementadas de manera generalizada en la educación a corto y medio plazo (Horizon, 2014). Las tabletas digitales y dispositivos móviles son usados por el 30% de los niños españoles de 10 años de edad. A los 12 años, casi el 70% dispone ya de este tipo de tecnología, y a los 14 años el 83% (Cánovas, García de Pablo, Oliaga San Atilano, & Aboy Ferrer, 2014). Uno de los estudios más extensos sobre tabletas “The iPad as a tool for education – a case study” (Heinrich, 2012) demuestra el impacto significativo y muy positivo en la enseñanza y en el aprendizaje de los alumnos.

La utilización de modelos 3D en educación secundaria no ha sido habitual porque los programas necesarios para realizar figuras tridimensionales han sido caros y de difícil aprendizaje (Del Caño, de la Cruz, & Solano, 2007). Sin embargo, en 2006 surge el programa de modelado 3D gratuito SketchUp, que ofrece la posibilidad de introducir al usuario en el modelado 3D con pocos conocimientos y en poco tiempo. Otro ejemplo de programa gratuito de modelado 3D, es la suite 123D, desarrollada por Autodesk en el año 2010. Esta suite es un conjunto de seis aplicaciones y programas gratuitos, muy sencillos de aprender a manejar y que pueden ser utilizadas en ordenadores y dispositivos móviles.

Junto con las aplicaciones de modelado 3D también han surgido galerías 3D en internet. Sitios donde los interesados pueden compartir sus propias creaciones o disponer de la posibilidad de descargarse modelos que han creado otros usuarios. En estas páginas web se puede descargar patrimonio escultórico de manera gratuita, como por ejemplo el David de Miguel Ángel (Figura 1). Esta escultura se puede visualizar en dispositivos móviles, editar en programas de modelado o imprimir en una impresora 3D.

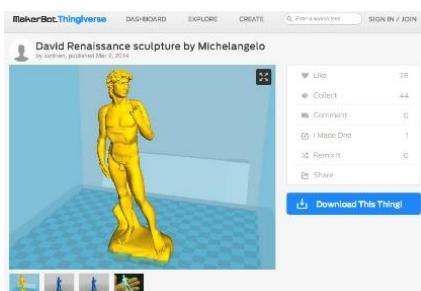


Figura 1: Modelo 3D del David de Miguel Ángel descargable en Thingiverse. (Imagen de la web: <http://www.thingiverse.com/>)

La fabricación digital, entendida como la posibilidad de generar modelos 3D y transformarlos en maquetas reales está sufriendo una drástica reducción de precios en los últimos años. Tanto los escáneres 3D como las impresoras han pasado de valer decenas de miles de euros a precios alrededor de mil euros. La aparición de estas tecnologías de fabricación de bajo coste permite a los centros educativos disponer de ellas y

utilizarla en su docencia (Saorín J., de la Torre Cantero, Meier, Melián Díaz, & Drago Díaz, 2015). Por lo tanto, una vez superado la barrera del precio, es necesario disponer de metodologías y recursos docentes que nos permitan sacar partido de los programas de modelado 3D gratuitos, los escáneres e impresoras 3D de bajo coste en entornos educativos.

3. DESCRIPCIÓN

En este artículo, se presentan una serie de actividades para introducir el patrimonio escultórico en el aula mediante las tecnologías avanzadas de bajo coste. Dichas actividades, están recopiladas en el libro, “El patrimonio en el aula: Actividades con tecnologías de bajo coste, modelado e impresión 3D”. Dicho libro es gratuito y está disponible para su descarga (Meier, Saorín, de la Torre Cantero, & Melián Díaz, 2015).

Este libro presenta trece actividades para introducir el patrimonio escultórico en el aula, usando tecnologías accesibles en un centro educativo (Figura 2). Dichas tecnologías son tabletas digitales, ordenadores e impresoras 3D, aunque también se presentan otro tipo de actividades lúdicas y de carácter manual, posibles de realizar sin el uso de tecnologías. Los ejercicios están abiertos a ser realizados con cualquier escultura, objeto, monumento arquitectónico, etc. en cualquier lugar y por cualquier persona.

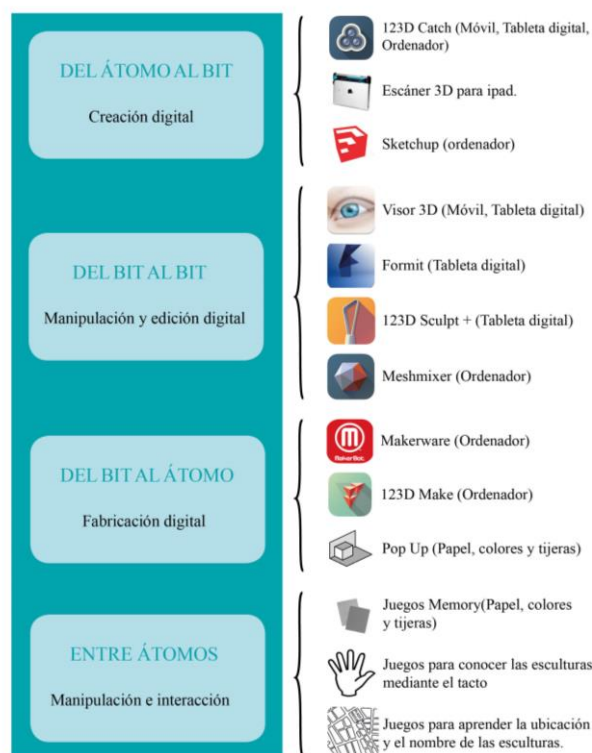


Figura 2: Estructura del libro

Cada tema, contiene tutoriales detallados con los pasos a seguir en cada actividad, facilitando su uso a profesores de

educación plástica y visual, pero también, haciéndolo adecuado para otras asignaturas. Además, los contenidos y actividades están adaptados para personas sin experiencia previa en el uso de aplicaciones y programas de modelado 3D.

Durante la fase de estudio, hemos analizado un amplio abanico de aplicaciones y programas en diversos dispositivos, eligiendo los espacios de fabricación digital más adecuados para cada actividad. Dicha selección, está basada en la facilidad de uso, su gratuidad de descarga y compatibilidad con otros con programas y con la impresión en 3D. En este sentido, hemos de ser conscientes de que las aplicaciones y programas se actualizan continuamente y pueden cambiar algunos aspectos funciones o herramientas, en relación con los tutoriales.

En el libro se recomiendan una serie de aplicaciones y programas, que se consideran adecuados para cada actividad, aunque hay disponibles en el mercado otras aplicaciones similares con las que se pueden trabajar, el uso o no de las aplicaciones propuestas dependerá de los gustos o familiaridad que se tenga de cada una. En este sentido, muchas de las aplicaciones que se usan son de la empresa Autodesk, conocida sobre todo por programas de modelado avanzado para ingeniería, pero que ha creado una serie de herramientas de modelado digital gratuitas, muy sencillas e intuitivas, pensadas especialmente para educación secundaria.

Las actividades están agrupadas en cuatro bloques generales, relacionados con la fabricación digital denominados de Átomo A Bit (creación digital), Del Bit Al Bit (edición digital), Del Bit Al Átomo (fabricación digital) y Entre Átomos (Actividades lúdicas). El término átomo se refiere a cualquier cosa física que podamos tocar, como una escultura de verdad de piedra o metal, así como una escultura impresa en 3D en plástico. El término bit se refiere a archivos o elementos digitales, editados o creados en el ordenador.

Así la primera parte trabaja del átomo al bit. Es decir de una escultura física a su transformación a un archivo digital, llamado también digitalización. La segunda parte, de bit a bit, se refiere a la interacción en espacios digitales como tabletas, Smartphones u ordenadores. A continuación el apartado llamado del bit al átomo trabaja el proceso de crear un modelo real a partir de un archivo digital. Y por último, la parte denominada entre átomos, describe actividades y juegos a realizar solo con elementos que podamos tocar y manipular con las manos.

A. Creación digital: Del Átomo Al Bit

La creación digital de una escultura, se refiere a crear un modelo 3D en el ordenador o tableta de una obra real. En el libro se describen tres procesos diferentes, posibles de realizar en un entorno educativo. Por un lado la Fotogrametría, es decir, creación automática de un modelo 3D a partir de varias fotografías de un objeto. Para esto se propone como ejemplo la

aplicación 123D Catch de la empresa Autodesk. Está disponible para ordenador, Smartphone y tableta digital y es de descarga gratuita. Es adecuada para objetos o esculturas de formas orgánicas de un tamaño desde 20 cm hasta 2 metros. Es necesario realizar de 20 a 60 fotografías de todos los ángulos de la escultura y el programa construye un objeto 3D a partir de éstas imágenes.

Para la digitalización también se puede usar un escáner 3D manual. Existen escáneres 3D (Structure Sensor) de bajo coste que funcionan acoplados a una tableta digital o un ordenador y son adecuados para entornos escolares (Figura 3). Son capaces de escanear una escultura u objeto en menos de un minuto y generan un resultado fiable.



Figura 3: Escáner 3D para la tableta digital

Otra posibilidad de creación digital de una escultura es la de usar un programa de modelado 3D. Existen muchos programas, pero en este libro y pensando en la enseñanza secundaria se ha escogido Skechup debido a que es gratuito, sencillo y sirve para modelar esculturas de geometrías básicas (paralelepípedos, cilindros...).

B. Edición digital: Del Bit Al Bit

El propósito de la edición digital es trabajar en entornos de visualización de figuras 3D en dispositivos digitales y manipulación de mallas tridimensionales en entornos digitales. Podemos descargar y ver modelos 3D de internet, o ver los modelos digitales que hemos creado, en aplicaciones de visualización tridimensional. Estas aplicaciones son interactivas y permiten rotar los modelos en cualquier dirección y así conocer una escultura en sus tres dimensiones, en vez de solo en una fotografía plana (Figura 4). Los alumnos pueden, por ejemplo, visualizar una escultura en su teléfono móvil o tableta e interactuar con ella y usar un modelo digital tridimensional para el dibujo.



Figura 4: Manipulación de esculturas en entornos digitales

Además de un visor 3D, para la edición digital, se proponen dos aplicaciones, una de modelado de carácter geométrico (Formit) y otra de carácter orgánico (123D Sculpt+) para trabajar alrededor de las esculturas. Estas aplicaciones funcionan de manera intuitiva, cuentan con un entorno adaptado para niños y requieren una curva de aprendizaje corta. Las actividades de edición digital están más enfocadas a la interpretación de las esculturas, trabajo con la silueta o los diferentes puntos de vista de un elemento tridimensional para conocer las obras y ejercitar la observación de los alumnos. El resultado final también es un modelo 3D que se puede imprimir.

Por último se describe una actividad para el programa de ordenador Meshmixer. Este programa gratuito, es muy potente para editar, crear, trabajar o combinar archivos 3D pero requiere tiempo de aprendizaje para manejarlo en su totalidad. La actividad solo explica tres funciones básicas que consisten en combinar dos figuras diferentes (Figura 5).

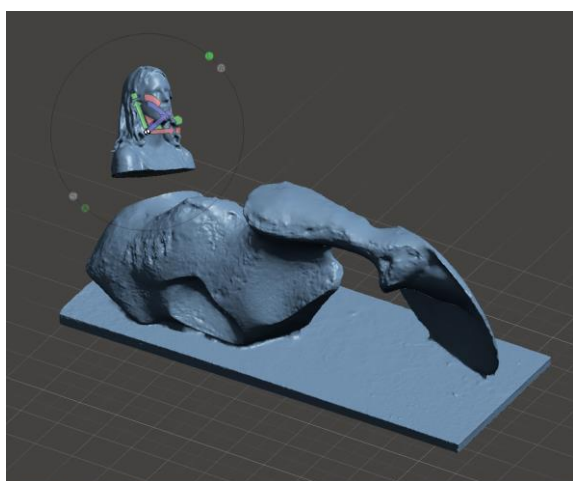


Figura 5: Fusión de dos Modelos 3D mediante Meshmixer

C. Fabricación digital: Del Bit Al Átomo

La fabricación digital es la creación física de los modelos digitales. Para la fabricación digital se pueden usar impresoras 3D que imprimen en un plástico termofusible. Transforman los modelos digitales, que hayamos creado o descargado de internet, en figuras de plástico manejables. Otra posibilidad es realizar las figuras con técnicas manuales. Para esto, en el libro, se explica el uso del programa 123D Make. Transforma los archivos tridimensionales en plantillas para imprimir en papel. Estas plantillas sirven para recortar secciones en cartón y montar una escultura a mano mediante rebanadas apiladas (Figura 6).



Figura 6: Montaje mediante secciones apiladas de goma eva

También se puede crear una tarjeta pop up. Esto es una actividad que se puede realizar solo con papel, colores y unas tijeras. Se consigue un elemento tridimensional a partir de una silueta o punto de vista de una escultura.

D. Actividades lúdicas: Entre Átomos

Por último, en el libro se proponen tres actividades lúdicas para estudiar y conocer los nombres de esculturas, además de sus respectivos autores y la ubicación en el mapa. Son juegos tradicionales como el "Memory", que se puede crear en un aula usando papel y colores. Sirven para dar a conocer varias esculturas de forma lúdica.

Otro juego que se propone es ubicar las esculturas impresas en 3D o en formato de carta en un mapa (Figura 7). Si disponemos de varias esculturas impresas en 3D también se puede jugar con el tacto. En actividades de reconocer las esculturas solo con tocarlas, o dibujarlas sin visualizarlas y que los compañeros las reconozcan a través de ese dibujo.



Figura 7: Juego para posicionar las esculturas en un mapa

E. Encuesta de opinión

En Febrero de 2015 se realizó una experiencia con 11 alumnos del “Máster Universitario en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas”. Pertenecientes a la especialidad de Dibujo, Diseño y Artes Plásticas. Estos alumnos no serían los destinatarios naturales de estas actividades, pero esta experiencia nos sirve para tener una primera valoración sobre las tecnologías empleadas.

La experiencia tuvo una duración de dos horas y en ella se presentaron a los alumnos en total 8 actividades diferentes. No se realizaron actividades de fabricación digital ya que no se disponía del tiempo necesario para llevar a cabo dichas actividades. Una vez explicados los ejercicios a realizar, los alumnos, en grupos de 2 o 3 alumnos, llevaron a cabo dichas actividades, dedicando a cada una de ellas entre 10 y 15 minutos. A continuación contestaran un cuestionario, valorando como futuros profesores las tecnologías empleadas (tabla 1).

4. RESULTADOS

Las preguntas se puntuaban de acuerdo a una escala Likert de 1 a 5 donde 5 era totalmente de acuerdo y 1 totalmente en desacuerdo. Los resultados de la misma pueden verse en la tabla 1.

Tabla 1

Resultados de la encuesta sobre los dispositivos y programas empleadas para las actividades de Patrimonio escultórico en el aula

| Del Átomo al Bit | |
|--|------|
| El programa 123D Catch me parece sencillo de utilizar para generar modelos 3D a partir de fotografías | 4,36 |
| La aplicación 123D Catch me parece útil para la enseñanza del patrimonio escultórico | 4,64 |
| Me resulta muy interesante poder escanear en muy poco tiempo un objeto o una persona en 3D con el Structure Sensor | 3,91 |
| Me parece interesante disponer de un escáner 3D en entornos educativos | 4,82 |
| Del Bit al Átomo | |
| La aplicación Formit me parece sencilla de utilizar | 3,64 |
| Crear un llavero con la aplicación Formit me parece una actividad adecuada para conocer una de las esculturas | 3,91 |
| Sculpt+ me parece una aplicación sencilla de utilizar | 3,45 |
| Meshmixer me ha resultado sencilla de utilizar | 3,36 |
| La actividad propuesta con Meshmixer me parece interesante para empezar a utilizar un programa de modelado 3D. | 3,64 |

Del Bit al átomo

| | |
|---|------|
| Me gustaría disponer de una impresora 3D para la enseñanza de la asignatura de Dibujo, Diseño y Artes Plásticas | 4,73 |
|---|------|

Entre Átomos

| | |
|--|------|
| El uso de juegos para la enseñanza es un buen recurso | 4,73 |
| Usar juegos para el aprendizaje de las esculturas me parece interesante | 4,55 |
| Aprenderse los lugares de las esculturas mediante un juego sobre un mapa me parece muy entretenido | 4,09 |
| Pienso usar actividades lúdicas y juegos para impartir clases en un futuro. | 4,73 |

5. CONCLUSIONES

La mayoría de las tecnologías propuestas para la realización actividades del libro descrito en este artículo han sido bien valoradas por los alumnos del máster de formación del profesorado.

Las aplicaciones que permiten convertir un objeto real en un modelo digital (123D Catch y el escáner 3D) se han percibido como sencillas de utilizar y útiles para la enseñanza del patrimonio escultórico en centros escolares. (Destaca el resultado de 4,82 sobre 5 indicando que debería de existir un escáner 3D en centros escolares).

Las aplicaciones para editar modelos tridimensionales (Formit, 123D Sculpt+ y Meshmixer) se han valorado positivamente (por encima de 3 sobre 5), pero no obtienen las mismas valoraciones que las aplicaciones anteriores. Esto puede deberse a la falta de tiempo para poder acostumbrarse al manejo de la aplicación.

Aunque no se realizó ninguna actividad de fabricación los participantes indican que les gustaría disponer de una impresora 3D para la enseñanza del Dibujo, Diseño y Artes Plásticas (4,73 sobre 5).

Todos los juegos planteados han sido valorados muy positivamente (por encima de 4 sobre 5).

Debido a que el número de participantes es pequeño (11 alumnos) hay que entender el resultado del cuestionario como conclusiones preliminares.

Una vez valoradas estas tecnologías queda como futuro trabajo realizar las actividades en entornos escolares que permitan valorar la adquisición de contenidos o competencias tanto transversales como más específicas, con un número adecuado de participantes para extraer conclusiones definitivas.

AGRADECIMIENTOS

Se agradece la financiación concedida a la ULL por la Agencia Canaria de Investigación, Innovación y Sociedad de la Información, cofinanciada en un 85% por el Fondo Social Europeo.

REFERENCIAS

- Canessa, E., Fonda, C., & Zennaro, M. (2013). Low-cost 3D Printing for Science, Education & Sustainable Development. Trieste, Italy: ICTP.
- Cánovas, G., García de Pablo, A., Oliaga San Atilano, A., & Aboy Ferrer, I. (2014). Menores de Edad y Conectividad Móvil en España: Tablet y Smartphones".
- Caño, A. d., de la Cruz, M., & 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,.
- Eurydice, E. (2009). Educación artística y cultural en el contexto escolar europeo. Bruselas: SECRETARÍA GENERAL TÉCNICA.
- Heinrich, P. (2012). The iPad as a tool for education. Kent: Naace.
- Horizon. (2014). The Horizon Report Europe: 2014 Schools Edition. Austin: New Media Consortium.
- Meier, C., Saorín, J., de la Torre Cantero, J., & Melián Díaz, D. (2015). *El patrimonio escultórico en el aula: Actividades con tecnologías de bajo coste, modelado e impresión 3D y gamificación*. La Laguna: Lulu.com. ISBN: 978-1-326-24663-1
- Saorín, J., de la Torre Cantero, J., Meier, C., Melián Díaz, D., & Drago Díaz, M. (2015). Creación de réplicas de patrimonio escultórico mediante reconstrucción e impresoras 3D de bajo coste para uso en entornos educativos. *Arte, individuo y Sociedad*, pendiente de publicación.
- UNESCO. (2006). Textos Básicos de la Convención del Patrimonio Mundial 1972. Textos Básicos de la Convención del Patrimonio Mundial 1972 (pág. 245). Francia: UNESCO.