

## Experiencias

### La impresión de figuras en 3D como incentivo a la lectura para personas con discapacidad visual

---

#### *3D printed effigies as a reading incentive for visually impaired people*

A. D. Martín-Blas Cifuentes

---

#### **Resumen**

El presente trabajo muestra la introducción de la tecnología de impresión 3D en la producción de materiales del Servicio Bibliográfico de la ONCE dentro de un proyecto relacionado con la incentivación a la lectura para los usuarios de la red bibliográfica (Tiflotecas). Dicho proyecto se basa en la creación de una figura mensual basada en grandes hitos de la historia del arte, la cultura popular y la literatura universal.

#### **Palabras clave**

Impresión 3D. Lectura. Cultura. Arte. Nuevas tecnologías. Discapacidad visual.

#### **Abstract**

This paper discusses the introduction of 3D printing to produce ONCE Bibliographic Service materials as part of a reading incentive project for network users (Tiflotecas). The project revolves around the creation of one effigy a month of a universally famous artist, writer, or modern celebrity.

#### **Key words**

3D printing. Reading. Culture. Art. New technologies. Visual impairment.

---

---

MARTÍN-BLAS, A. D. (2019). La impresión en 3D como incentivo a la lectura para personas con discapacidad visual. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 75, 184-203.

## 1. Introducción

Hubo un tiempo, no hace tanto, en el que para que una persona ciega pudiese viajar con sus dedos, descubrir figuras y esculturas famosas, dar rienda suelta a su imaginación gracias a monumentos famosos y, en definitiva, tocar para sentir, era necesario acceder directamente a las piezas en cuestión, bien de una forma real (viajar a los sitios concretos donde se encontraba la pieza o, en su defecto, una reproducción), o bien reproducir dicha pieza gracias a la pericia y buen hacer de un artesano escultor o maquetista que haría una réplica para poder ser tocada. Ambas opciones siempre han estado presentes, aunque muchas veces se han mostrado insuficientes tanto por la imposibilidad de desplazarse hasta la pieza real, como por la dificultad técnica y material de reproducir una pieza artesanalmente.

Igualmente, no es justo limitarse a las grandes obras arquitectónicas y escultóricas de la historia del arte. Partiendo de la premisa de que la sociedad actual se apoya sustancialmente en elementos visuales y que la cultura popular tiene también como fuente principal la imagen, existen muchos elementos de dicha cultura popular que son necesariamente susceptibles de plasmarse en relieve para poder ser tocados, comprendidos y disfrutados.

Es importante especificar que este trabajo se basa en mostrar el proceso de realización de las piezas 3D para un proyecto más amplio y complejo, el proyecto de las *tiflotecas*, sin poderse aislar de todos los demás trabajos y procesos que han ido de la mano, realizados por diferentes profesionales implicados en el día a día de la producción y consecución de dicho proyecto. La cronología descrita en este trabajo (aunque el proyecto sigue en marcha), se basa en las primeras 9 piezas, hasta octubre de 2018.

## 2. Objetivos

Por un lado, todos los esfuerzos se han encaminado a la inclusión de piezas 3D en el proyecto de las tiflotecas, cuya finalidad es incentivar la lectura y el conocimiento y su uso por parte de los usuarios de los diferentes fondos bibliográficos de los que dispone la ONCE en su red. Este objetivo se logra con diferentes elementos y estímulos, donde uno de ellos es la pieza 3D en sí. Ese incentivo a la lectura también pasa por el descubrimiento de la pieza por parte del usuario. Descubrimiento que, muchas veces, es por primera vez, convirtiéndose en una auténtica sorpresa.

---

MARTÍN-BLAS, A. D. (2019). La impresión en 3D como incentivo a la lectura para personas con discapacidad visual. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 75, 184-203.

Por otro lado, y de una manera mucho más específica, el objetivo final es añadir al catálogo de técnicas y métodos de producción de materiales en relieve una nueva tecnología, como es la impresión 3D. Conseguir un material agradable y apto para ser tocado por los usuarios, pero con un coste lo más reducido posible. Toda la investigación y puesta en práctica de este proyecto tiene como denominador común la posibilidad de emplearse en multitud de encargos futuros para el día a día de la producción de figuras en relieve.

### 3. Población destinataria de la experiencia

Una de las ventajas de la realización de las piezas de esta manera es la creación de un material totalmente inclusivo y universal. Todos los usuarios interesados en descubrir la pieza, sin prácticamente ningún condicionamiento de edad o discapacidad pueden, disfrutar de ella. Al ser una pieza en 3D sobre soporte con braille para tocar, se hace especial énfasis en los usuarios con discapacidad visual, aunque, al añadir la imagen en tinta y los macrotipos, el espectro de difusión es mucho más amplio. Tampoco hay una limitación de edad mínima, ya que siempre son piezas agradables e interesantes al tacto que pueden servir de estímulo para cualquier edad infantil.

Al tratarse de un material que está expuesto en dependencias relacionadas con la cultura, bibliotecas y salas de lectura, el incentivo a la lectura de su temática hace del público que va a dichos centros su principal destinatario, aunque siempre se puede ampliar a otros ámbitos, ya sean culturales como didácticos.

### 4. Temporalización y fechas de realización

El proyecto comenzó a tomar forma en el último trimestre de 2017, tanto desde el punto de vista de la investigación acerca de la tecnología a emplear (impresoras, *software*, materiales, etc.), como de la búsqueda de las piezas aptas y utilizables para la consecución del proyecto.

Un proyecto de tal envergadura y de periodicidad mensual, con continuación prevista y sin fecha concreta de finalización (el proyecto sigue su curso en 2019), en el que cada mes se sigue realizando una pieza nueva, ha requerido de cálculos minuciosos de los tiempos de producción, costes de material, dificultad técnica de cada pieza y

variedad en el global del proyecto (ver Apéndice A para una descripción y justificación de las piezas seleccionadas hasta octubre de 2018).

Comenzando de una manera efectiva en el mes de enero de 2018, la periodicidad y distribución de las piezas 3D en el proyecto ha sido, hasta febrero de 2019, la siguiente:

- Enero de 2018: Busto de don Quijote.
- Febrero de 2018: Mafalda.
- Marzo de 2018: Pirámide de Chichén Itzá.
- Abril de 2018: Torre de Babel.
- Mayo de 2018: Submarino Nautilus.
- Junio de 2018: Trono de Hierro.
- Julio de 2018: Caballo de Troya.
- Septiembre de 2018: Busto de Nefertiti.
- Octubre de 2018: Hombre de Vitruvio.
- Noviembre de 2018: Gárgola de Notre Dame.
- Diciembre de 2018: Cruz Tuareg.
- Enero de 2019: Moái de la Isla de Pascua.
- Febrero de 2019: Halcón maltés.

## 5. Metodología y especificaciones sobre el desarrollo

Al tratarse de un proyecto insertado en otro más amplio, se establecieron diferentes procesos específicos de la parte de las figuras 3D.

Antes de nada, es necesario explicar que, al tratarse de una técnica nunca empleada en la producción de materiales del Servicio Bibliográfico de la ONCE en Madrid, hubo que realizar un proceso de formación previa. Dicha formación vino dada en dos fases:

- Una formación específica, dada por las empresas proveedoras de *hardware* (impresoras y materiales) y *software* (escáner 3D, modelado 3D e impresión).
- Una formación autónoma por cuenta de los profesionales implicados en el proyecto, que se ha ido ampliando con artículos, tutoriales, foros y otros materiales

---

MARTÍN-BLAS, A. D. (2019). La impresión en 3D como incentivo a la lectura para personas con discapacidad visual. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 75, 184-203.

disponibles en la red. Formación en constante evolución debido a las múltiples actualizaciones que ocurren en este sector.

## 5.1. Metodología común

Todas las piezas parten de una metodología común que plantea un proceso similar: elección de la pieza, dificultad técnica, temporalización de la producción, materiales a emplear y existencia previa de los archivos 3D STL (en su defecto, escaneo y generación del archivo).

- **Elección.** En el proceso de elección de la pieza se tiene en cuenta su originalidad, variedad e imposibilidad de encontrarla reproducida comercialmente. Es en esta fase donde también ha sido muy importante la participación de personas ciegas, cuyas opiniones acerca de las posibles piezas a realizar siempre han estado presentes, así como sus evaluaciones de las pruebas, el testeado de las piezas realizadas y otras muchas sugerencias que siempre se han tenido en cuenta.
- **Temporalización.** Aunque la tecnología de impresión 3D ha evolucionado mucho, los tiempos de impresión siguen siendo relativamente lentos. Algunas de las piezas requirieron en torno a 3 horas de duración para su impresión (pieza de Mafalda y pirámide de Chichén Itzá), mientras otras necesitaron hasta 21 horas (el Trono de Hierro). Dichos tiempos siempre se han tenido en cuenta a la hora de planificar todo el trabajo.
- **Materiales a emplear.** Las impresoras que utilizamos emplean básicamente dos tipos de material, PLA y PVA (ver el *Glosario* en el Apéndice B, para más información). Al tratarse de unas piezas de carácter inclusivo y no exclusivamente encaminadas a ciegos y deficientes visuales, se ha optado por hacer cada figura en un color sólido diferente para que se puedan alternar colores con las piezas sucesivas.
- **Archivos STL.** Existen bases de datos en línea en internet (como Thingiverse) que poseen miles de modelos 3D ya aptos para su impresión o, en su defecto, perfectamente manipulables para conseguir la pieza necesaria. Si una pieza en cuestión no existe en su versión 3D, es necesario generar un archivo STL mediante el proceso de escaneo 3D.

## 5.2. *Hardware y software*

Los elementos de *hardware* y el equipo informático utilizados han sido los siguientes:

- Tres impresoras 3D de la marca Ultimaker modelo 3 Extended.
- Escáner 3D de la marca EinScan, modelo Pro.
- Ratón háptico de la marca Geomagic, modelo Touch.
- Ordenadores HP de sobremesa con configuración gráfica avanzada.

Respecto al *software*, se han utilizado:

- Programa Cura para impresión y gestión de las impresoras y archivos STL, de la marca Ultimaker.
- Freeform, de la marca Geomagic, para el modelado y manipulado de objetos 3D.
- *Software* de captura del escáner 3D EinScan Pro para generar archivos STL de objetos reales mediante la realización de fotografías.
- CorelDRAW para el retoque gráfico de elementos vectoriales.

## 5.3. Proceso informático

El proceso es similar para todas las piezas, salvo en su origen, dependiendo de si hay que generar el archivo STL desde cero o si se encuentra ya en alguna de las bases de datos en internet. En el caso de tener que generar el archivo STL, al no existir una versión digitalizada en 3D de la pieza, las fases de este proceso son:

- Disponer de la pieza a escanear físicamente (ver Figura 1). Puede ser una escultura, un juguete, una maqueta, un modelo comprado, incluso una pieza que se pueda escanear sin necesidad de adquirirla.
- Escaneado mediante un escáner 3D (ver Figura 2). La pieza puede escanearse sobre una plataforma móvil sincronizada con la cámara, o directamente a mano alzada, haciendo tantas pasadas como sean necesarias.
- Modelado y retocado 3D con ratón háptico mediante *software* (ver Figura 3) para modificar los elementos de la pieza y generar un archivo lo más exacto al original posible.

Figura 1. Pieza original y réplica del busto de don Quijote



Figura 2. Escáner 3D en uso



Figura 3. Captura de pantalla del programa informático de modelado con la pieza procesada de don Quijote



---

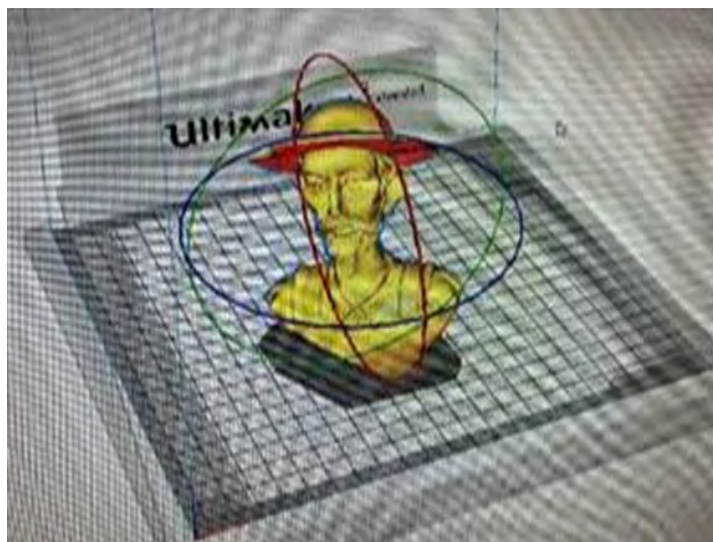
MARTÍN-BLAS, A. D. (2019). La impresión en 3D como incentivo a la lectura para personas con discapacidad visual. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 75, 184-203.



Tras este proceso, se obtiene un archivo STL listo para su procesado en el software de impresión 3D. Este archivo STL es igual que los que podemos encontrar en las bases de datos en internet. A partir de aquí, el proceso de impresión es el mismo para todas las piezas:

- Carga y procesado en el programa de impresión de las impresoras 3D (programa Cura). La figura puede ser manipulada en su forma, tamaño y orientación. También en su resolución, relleno interno y material. Todo esto influye en el tiempo de impresión de cada pieza: a mayor resolución y solidez, mayor tiempo de impresión (ver Figura 4).

Figura 4. Captura de imagen de la pieza de don Quijote siendo manipulada para su impresión inmediata mediante el programa Cura



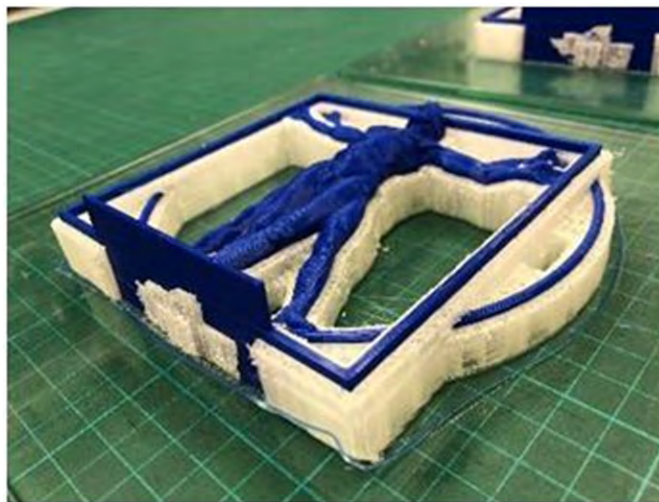
- Fase de impresión. El archivo procesado se envía a las impresoras, donde previamente se ha cargado el material necesario. La bobina de material es calentada por un cabezal extrusor, creando la pieza de abajo a arriba mediante finos hilos superpuestos que se van añadiendo hasta crear la pieza por completo.
- Las impresoras utilizadas permiten la carga y utilización de un tipo de material (PVA) que, gracias a su solubilidad al agua, permite fabricar los soportes de las piezas que tienen vuelos o zonas delicadas en los que los soportes de PLA no son una opción (ver Figura 5).

---

MARTÍN-BLAS, A. D. (2019). La impresión en 3D como incentivo a la lectura para personas con discapacidad visual. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 75, 184-203.



Figura 5. Pieza «El Hombre de Vitruvio» con soporte PVA (color blanco) que, posteriormente, desaparecerá en contacto con el agua



## 5.4. Testeo y manipulación

Tras la impresión y secado (en caso de que se haya empleado el PVA), las piezas se almacenan hasta su posterior pegado en las planchas que llevarán la información para ser expuestas en los centros destinatarios, listas para su disfrute por los usuarios. Dichas planchas se realizan en cartón pluma, con información sobre la pieza en tinta y braille, así como con una imagen similar a la de la figura 3D. Antes de su fase de acabado y manipulación, las piezas resultantes son evaluadas por personas con discapacidad visual para comprobar su calidad y si, efectivamente, la pieza ha alcanzado todos sus objetivos fundamentales.

## 6. Selección de piezas

En el Apéndice A se muestra, describe y explica cada una de las nueve piezas seleccionadas hasta octubre de 2018.

## 7. Resultados

La acogida de esta nueva tecnología en la producción de relieves ha sido muy buena y altamente positiva. Los usuarios han expresado muchas veces su sorpresa

---

MARTÍN-BLAS, A. D. (2019). La impresión en 3D como incentivo a la lectura para personas con discapacidad visual. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 75, 184-203.

al tocar por primera vez piezas cuya forma estaba de manera abstracta en su imaginación, y otras veces les ha permitido descubrir desde cero algo que era totalmente desconocido.

Tampoco podemos olvidar su función de incentivar el deseo de profundizar más en el tema propuesto o enlazado con cada pieza. La figura 3D ha servido de acicate para acercarse a los elementos culturales y/o literarios relacionados con la pieza.

Los objetivos buscados a través de la morfología y las características táctiles de cada pieza han conseguido su cometido: presentar un amplio espectro de formas, texturas y volúmenes perfectamente contrastados entre unas piezas y otras, y con características individuales no repetitivas.

La investigación previa y durante todo el proceso también ha permitido el desarrollo de estrategias, prueba de materiales, diferentes programas informáticos, variadas formas de afrontar los trabajos, etc., que van a servir a la hora de aplicarlos en futuros materiales y proyectos venideros.

Se ha conseguido introducir plenamente esta nueva tecnología en el día a día de la producción.

## 8. Conclusiones

Como se ha expresado en la introducción del presente trabajo, la tecnología 3D está revolucionando la percepción de lo que se puede conseguir mediante el tacto. No es solo su sencillez de producción y los cada vez más reducidos tiempo y coste de realización, sino que es también abrir un mundo de posibilidades hasta ahora reservado a procesos mucho más artesanales que no eran de fácil acceso al público general.

La inclusión de esta tecnología en los diferentes ámbitos culturales y didácticos está acercando, en el mundo de la discapacidad visual, a los usuarios a nuevos campos, nuevas perspectivas; en definitiva, a nuevos mundos infinitos llenos de posibilidades. Nunca hay que olvidar que el objetivo fundamental de todas estas acciones es mejorar la calidad de vida de las personas con discapacidad visual. Calidad de vida que siempre va a mejorar si el acceso a la cultura es cada vez más inclusivo y eficiente gracias a las nuevas tecnologías y a esfuerzos como el de este proyecto.

---

MARTÍN-BLAS, A. D. (2019). La impresión en 3D como incentivo a la lectura para personas con discapacidad visual. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 75, 184-203.

Viajar con el tacto ya no es tan difícil y es una auténtica realidad.

¿Qué es lo que depara el futuro? Perfectamente, se puede imaginar un futuro cercano en el que cualquier persona pueda tener una impresora 3D en su escritorio y, accediendo a una base de datos interconectada con la red y otros usuarios, poder acceder a un amplio catálogo de piezas de todo tipo, con la única necesidad de hacer un clic y disponer de la pieza para un uso inmediato.

Ese futuro nunca estuvo más cerca.

## 9. Enlaces a páginas web

- [https://es.wikipedia.org/wiki/Impresi%C3%B3n\\_3D](https://es.wikipedia.org/wiki/Impresi%C3%B3n_3D).
- <https://ultimaker.com>.
- <http://sicnova3d.com/>.
- <https://es.3dsystems.com/software/geomagic-freeform>.
- <https://www.thingiverse.com/>.

---

**Ángel David Martín-Blas Cifuentes.** Técnico de Servicios Bibliográficos Braille y Relieves. Servicio Bibliográfico de la ONCE. Madrid (SBO). Calle de La Coruña, 18; 28020 Madrid (España). Correo electrónico: [admc@once.es](mailto:admc@once.es).

---

MARTÍN-BLAS, A. D. (2019). La impresión en 3D como incentivo a la lectura para personas con discapacidad visual. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 75, 184-203.

## Apéndice A

### Descripción de las piezas seleccionadas

#### **Pieza: Busto de don Quijote**



Elemento clave: busto de don Quijote y bacía de barbero, típica del personaje.

Elementos adicionales a tener en cuenta: destacar el rostro delgado y la barba puntiaguda. Diferenciación clara de la fisonomía del personaje respecto a su descripción literaria.

Justificación: como primera pieza de la serie, era necesario encontrar una relación directa con la lectura. Qué mejor que comenzar con un título tan universal como *Don Quijote de la Mancha*.

#### **Pieza: Mafalda**

Elemento clave: poner en relación un personaje de cómic con su equivalente en 3D.

Elementos adicionales a tener en cuenta: la forma del personaje Mafalda, de Quino, es muy llamativa, al ser casi una caricatura. Su boca grande, ojos pequeños, gran cabeza, pelo característico y proporciones han sido siempre señal de identidad de un personaje muy conocido.

Justificación didáctica: plasmar en relieve un personaje que solo existe en 2D (cómic). Al margen de lo expresado anteriormente, la realización de dicha pieza enlazaba

---

MARTÍN-BLAS, A. D. (2019). La impresión en 3D como incentivo a la lectura para personas con discapacidad visual. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 75, 184-203.

directamente con su inclusión en una publicación periódica del mismo centro de producción, por lo que la justificación era muy acertada.



#### **Pieza: Pirámide de Chichén Itzá**

Elemento clave: pirámide escalonada con plataformas y otras escaleras.

Elementos adicionales a tener en cuenta: a la hora de realizar esta figura era importante contrastar la forma escalonada de su estructura principal con las otras



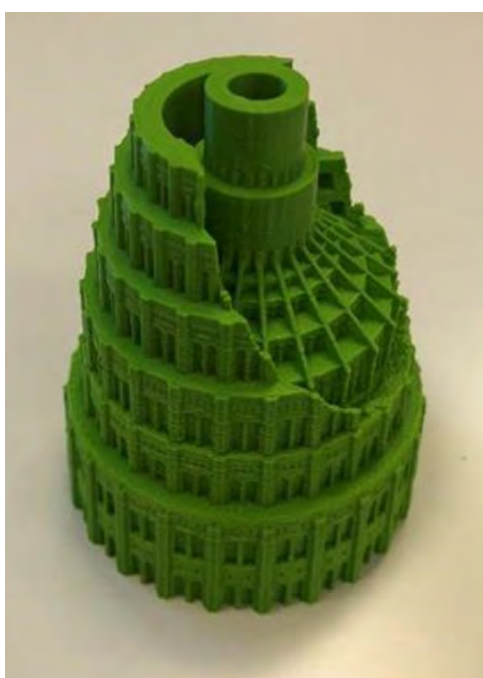
---

MARTÍN-BLAS, A. D. (2019). La impresión en 3D como incentivo a la lectura para personas con discapacidad visual. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 75, 184-203.

escaleras que permiten el ascenso/descenso, de modo que táctilmente ambas sean diferenciables.

Justificación: se trata de una pieza Patrimonio de la Humanidad, que existe reproducida en piedra en el Museo Tiflológico de la ONCE, por lo que, al margen de relacionarla con obras literarias de la misma temática, permitir un acercamiento a los fondos de dicho museo le da un valor adicional.

### **Pieza: Torre de Babel**



Elemento clave: reproducir un edificio mítico del que no se tiene constancia física, salvo por las descripciones literarias y artísticas.

Elementos adicionales a tener en cuenta: su forma inacabada y su estructura curiosa, pero muy agradable al tacto.

Justificación: muchas veces se hace referencia a descripciones visuales (como es el caso de esta figura, ya que se basa en un cuadro famoso del pintor Brueghel). El hecho de plasmar una descripción visual, literaria o artística de un elemento mítico proporciona siempre un novedoso elemento didáctico.

---

MARTÍN-BLAS, A. D. (2019). La impresión en 3D como incentivo a la lectura para personas con discapacidad visual. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 75, 184-203.



### **Pieza: Submarino Nautilus**



Elemento clave: submarino con forma especial.

Elementos adicionales a tener en cuenta: su estructura a modo de pez gigante, con sus aletas, espinas, protecciones, pero sin olvidar que se trata de una máquina legendaria.

Justificación: de vuelta a recrear en relieve elementos culturales universales relacionados con grandes obras de la literatura, en este caso, resulta interesante saltar a la fantasía de Julio Verne y sus *20.000 leguas de viaje submarino*, utilizando el simbólico buque del capitán Nemo, llevado incluso al cine en repetidas ocasiones.

### **Pieza: Trono de Hierro**

Elemento clave: pieza fundamental en una colección de novelas y posterior serie de televisión.

Elementos adicionales a tener en cuenta: un sillón/trono con forma extraña, compuesto de espadas y empuñaduras en su totalidad. Era necesario destacar los filos puntiagudos, así como dar una sensación de frialdad y agresividad.

Justificación: el dar el salto al relieve desde una famosa colección de novelas fantásticas trasladadas a televisión en forma de serie de gran éxito (*Juego de Tronos*) y permitir

tocar a los usuarios un elemento icónico clave de toda la trama. De esta manera, tanto la serie de libros como la televisiva quedan relacionadas al realizar esta pieza.



### **Pieza: Caballo de Troya**

Elemento clave: caballo gigante de madera con una forma especial para ocultar soldados y personas.



---

MARTÍN-BLAS, A. D. (2019). La impresión en 3D como incentivo a la lectura para personas con discapacidad visual. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 75, 184-203.

Elementos adicionales a tener en cuenta: respecto a la forma, hubo que destacar que es un caballo inventado, casi un juguete a tamaño gigante, pero creado por el hombre para una función concreta.

Justificación: enlazar con la antigüedad clásica mediante uno de sus iconos universales, presente en multitud de narraciones y obras (Virgilio, Homero...). De nuevo, un elemento visual descrito por la literatura, e incluso el cine, el cual se realizaba en relieve 3D.

### **Pieza: Busto de Nefertiti**



Elemento clave: busto de mujer estilizada con atributos de belleza y de su cultura específicos (corona).

Elementos adicionales a tener en cuenta: era importante destacar las formas del rostro, su contraste e incidir en lo estilizado de un bello rostro, ayudándonos de la suavidad de dichas formas (nariz, mentón, pómulos), así como no olvidar sus atributos de reina, como la corona especial egipcia.

Justificación: es otro de los iconos universales de la historia del arte y enlaza de una manera fácil con el mundo de la antigüedad egipcia. De nuevo, una pieza que se expone en un museo (Berlín) se acerca al gran público de manera táctil.

---

MARTÍN-BLAS, A. D. (2019). La impresión en 3D como incentivo a la lectura para personas con discapacidad visual. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 75, 184-203.

### **Pieza: Hombre de Vitruvio.**

Elemento clave: un diseño de proporciones geométricas corporales perfectas de una pintura famosa transformado en una imagen en 3D.

Elementos adicionales a tener en cuenta: especial atención en el encuadre geométrico de la figura (círculo y cuadrado), así como realizar de una manera clara al tacto la distribución de las distintas partes del cuerpo y extremidades del personaje para comprender mejor las proporciones.

Justificación: en este caso, no se puede olvidar enlazar con el Renacimiento y sus grandes obras culturales. La famosa obra de Leonardo era de obligada realización en 3D para poder comprender su carácter de perfección en la proporcionalidad.



---

MARTÍN-BLAS, A. D. (2019). La impresión en 3D como incentivo a la lectura para personas con discapacidad visual. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 75, 184-203.

## Apéndice B

### Glosario

**Cura:** Cura es una aplicación de impresión 3D de código abierto. Fue creada por David Braam, quien luego trabajó para Ultimaker, una empresa de fabricación de impresoras 3D. Cura está disponible bajo licencia LGPLv3. Ultimaker Cura es utilizado por más de un millón de usuarios en todo el mundo y es el *software* de impresión 3D preferido para las impresoras Ultimaker 3D, pero también se puede utilizar con otras impresoras.

**CorelDRAW:** CorelDRAW es un editor de gráficos vectoriales desarrollado y comercializado por Corel Corporation. También da nombre a la CorelDRAW Graphics Suite, que incluye, adicionalmente, el editor de imágenes de mapas de bits Corel Photo-Paint, así como otros programas relacionados con gráficos.

**Escáner 3D:** un escáner 3D es un dispositivo que analiza un objeto o una escena para reunir datos de su forma y, ocasionalmente, su color. La información obtenida se puede usar para construir modelos digitales tridimensionales que se utilizan en una amplia variedad de aplicaciones. Desarrollados inicialmente en aplicaciones industriales (metrología, automóvil), han encontrado un vasto campo de aplicación en actividades como arqueología, arquitectura, ingeniería, didáctica, educación y entretenimiento.

**Geomagic Freeform:** Geomagic Freeform es un *software* de modelado 3D con el que se pueden abordar retos de diseño y fabricación complejos. Las herramientas de ingeniería 3D orgánica más completas del mercado combinan el esculpido 3D basado en el tacto, la creación de superficies, el modelado de objetivos de diseño, el procesamiento de escaneado 3D, la interoperabilidad de piezas CAD y la fabricación de moldes.

**PLA:** poli-ácido láctico, es el material más práctico y común para la impresión 3D. Es sencillo de utilizar, ofrece una gran adherencia y está especialmente indicado para impresiones de larga duración. El PLA se genera por polimerización del ácido láctico procedente de la fermentación de azúcares derivados de vegetales. Y, a diferencia de otros materiales, no desprende olores incómodos, por lo que es ideal para uso didáctico.

---

MARTÍN-BLAS, A. D. (2019). La impresión en 3D como incentivo a la lectura para personas con discapacidad visual. *Integración: Revista digital sobre discapacidad visual*, 75, 184-203.

**PVA:** alcohol polivinílico. El PVA es un polímero sintético fuerte, no tóxico, biodegradable y, sobre todo, soluble en agua. Esta capacidad de disolverse en agua es la que hace que el PVA se use para tantas aplicaciones comerciales. En la impresión en 3D, la solubilidad al agua del PVA lo convierte en un excelente filamento para fabricar los soportes de las piezas que tienen vuelos o zonas delicadas en los que los soportes de PLA no son una opción.

**Ratón háptico:** es un dispositivo externo informático a modo de lápiz que permite modelar en 3D de la forma más intuitiva, interactuando mediante el sentido del tacto. En vez de trabajar con el puntero del ratón sobre una pantalla, permite trabajar en un entorno tridimensional que refleja en la mano los movimientos del lápiz táctil con una base robotizada.

**STL:** siglas provenientes del inglés Standard Triangle Language. Es un formato de archivo informático de diseño asistido por computadora (CAD) que define geometría de objetos 3D, excluyendo información como color, texturas o propiedades físicas, que sí incluyen otros formatos CAD.

**Ultimaker:** Ultimaker es una empresa de fabricación de impresoras 3D con sede en los Países Bajos, con oficinas y línea de montaje en los Estados Unidos. Ellos hacen impresoras 3D, desarrollan *software* de impresión en 3D y venden materiales de impresión 3D de su propia marca. Su línea de productos incluye la serie Ultimaker 3, la serie Ultimaker 2+ y Ultimaker Original. Estos productos son utilizados por industrias como la automotriz, la arquitectura, la sanidad, la educación y la fabricación a pequeña escala.