

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**INTEGRACIÓN DE LA TECNOLOGÍA
DE IMPRESIÓN 3D EN LAS AULAS
DE ENSEÑANZAS ARTÍSTICAS DE
SECUNDARIA**



Estudiante: Borja García Fernández
Especialidad: Educación Plástica, Visual y Audiovisual
Tutor: David Trujillo Ruiz
Curso académico: 2023-24

ÍNDICE

1 - RESUMEN Y PALABRAS CLAVE	3
1.1 - RESUMEN	3
1.2 - ABSTRACT	4
1.3 - PALABRAS CLAVE	4
1.4 - KEYWORDS	4
2 - INTRODUCCIÓN	4
3 - REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA	6
4 - PROPUESTA. INTEGRACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE IMPRESIÓN 3D EN LAS AULAS DE ENSEÑANZAS ARTÍSTICAS DE SECUNDARIA	8
4.1 - ELEMENTOS IDENTIFICADOS PARA EL USO DE LA TECNOLOGÍA DE IMPRESIÓN 3D	11
4.1.1 - IMPRESORAS 3D	11
4.1.1.1 - IMPRESORAS 3D DE FILAMENTO TERMOPLÁSTICO	12
4.1.1.2 - IMPRESORAS 3D DE RESINA LÍQUIDA FOTOSENSIBLE	12
4.1.2 - SOFTWARE DE MODELADO 3D	14
4.1.2.1 - SOFTWARE DE MODELADO 3D GRATUITO O ECONÓMICO	15
4.1.2.2 - SOFTWARE DE MODELADO 3D QUE PUEDE SER UTILIZADO DE FORMA GRATUITA POR ESTUDIANTES	15
4.1.2.3 - SOFTWARE DE MODELADO 3D QUE PUEDE ADQUIRIRSE CON UNA LICENCIA ESPECIAL PARA CENTROS DE ENSEÑANZA	15
4.1.3 - BANCOS DE ARCHIVOS DE MODELOS 3D	15
4.1.3.1 - THINGIVERSE	16
4.1.3.2 - CULTS 3D	16
4.1.3.3 - YEGGI	17
4.1.3.3 - MYMINIFACTORY	18
4.1.4 - SOFTWARE DE LAMINADO 3D	19
4.1.4.1 - PRUSASLICER	19
4.1.4.2 - ULTIMAKER CURA	20
4.1.4.3 - CHITUBOX	20
4.1.5 - ESCÁNERES 3D	22
4.2 - ENRIQUECIMIENTO DE LA FORMACIÓN Y LA EXPERIENCIA DEL ALUMNADO	24
4.2.1 - PROCESO DE MODELADO DIGITAL	26
4.2.2 - SIMULACIÓN Y RENDERIZADO	26
4.2.3 - IMPRESIÓN 3D	26
4.2.4 - APLICACIONES PRÁCTICAS	27
4.2.4.1 - CINE Y VIDEOJUEGOS	28
4.2.4.2 - ARQUITECTURA Y DISEÑO DE PRODUCTOS	28
4.2.4.3 - ARTES PLÁSTICAS	28
4.2.5 - DESARROLLO PROFESIONAL	28

4.3 - LA IMPRESIÓN 3D Y SU IMPACTO ECOLÓGICO	32
4.3.1 - USO EFICIENTE DE MATERIALES	33
4.3.2 - MATERIALES SOSTENIBLES	33
4.3.2.1 - BIOPLÁSTICOS	33
4.3.2.2 - RECICLAJE DE MATERIALES	33
4.3.2.3 - MATERIALES NATURALES	34
4.3.3 - PRODUCCIÓN LOCAL	35
4.3.4 - OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO	35
4.3.5 - REPARACIÓN Y EXTENSIÓN DE LA VIDA ÚTIL	35
4.3.6 - RECUPERACIÓN DE RECURSOS	36
5 - CONCLUSIONES	38
6 - BIBLIOGRAFÍA	39
7 - ANEXOS	45
7.1 - PERMISOS NECESARIOS PARA LA REALIZACIÓN DE ESTE TFM	45

1 - RESUMEN Y PALABRAS CLAVE

1.1 - RESUMEN

Este TFM indaga en la influencia y el impacto que la tecnología de impresión 3D tiene en las enseñanzas artísticas de la educación secundaria y resalta los beneficios que le aporta al alumnado, destacando cómo esta tecnología revoluciona el proceso creativo y la formación de los estudiantes en las áreas del diseño, la escultura o la historia del arte.

La impresión 3D permite a los estudiantes materializar sus diseños digitales, desarrollar habilidades prácticas y experimentar con diversas técnicas, favoreciendo un aprendizaje activo. La investigación indaga en los elementos necesarios para su utilización en institutos y ofrece una visión acerca de cómo podría ser usada la tecnología. A pesar del coste adicional que supone instaurar esta tecnología en las aulas, existen soluciones como subvenciones y asociaciones con empresas que hacen viable su adopción.

Además, se destacan las habilidades técnicas e interpersonales que los estudiantes adquieren trabajando con esta tecnología, como la resolución de problemas, el trabajo cooperativo y la gestión de proyectos, que son valiosas para el mundo laboral.

La investigación también examina el impacto ecológico de la impresión 3D, destacando su potencial como una solución sostenible frente a los métodos de fabricación convencionales, mostrando un enfoque respetuoso con el medio ambiente que puede implementarse en la educación y el arte.

1.2 - ABSTRACT

This Master's Thesis investigates the influence and impact that 3D printing technology has on artistic education in secondary schools, highlighting the benefits it brings to students and how this technology revolutionizes the creative process and the training of students in areas such as design, sculpture, and art history.

3D printing allows students to materialize their digital designs, develop practical skills, and experiment with various techniques, promoting active learning. The research explores the necessary elements for its implementation in schools and provides insights into how the technology could be used. Despite the additional cost of introducing this technology into classrooms, solutions such as grants and partnerships with companies make its adoption feasible.

Furthermore, it highlights the technical and interpersonal skills that students acquire by working with this technology, such as problem-solving, cooperative work, and project management, which are valuable for the labor market.

The research also examines the ecological impact of 3D printing, emphasizing its potential as a sustainable solution compared to conventional manufacturing methods, showing an environmentally friendly approach that can be implemented in education and art.

1.3 - PALABRAS CLAVE

Diseño ecológico, educación artística, escáner 3D, fabricación aditiva, impresora 3D, modelado 3D, plástico reciclado, prototipado rápido

1.4 - KEYWORDS

3D Modeling, 3D printer, 3D scanner, additive manufacturing, artistic education, ecological design, rapid prototyping, recycled plastic

2 - INTRODUCCIÓN

La impresión 3D, o fabricación aditiva, inició con la invención de la estereolitografía en la década de 1980. Chuck Hull patentó este método que permitía crear prototipos mediante la solidificación de capas de resina fotosensible con láser UV. Esto marcó el comienzo de una revolución en la fabricación, ya que permitía producir modelos a pequeña escala rápidamente. Más tarde, otras tecnologías como el sinterizado selectivo por láser (SLS) y el modelado por deposición fundida (FDM) expandieron las aplicaciones, haciéndolas accesibles para múltiples industrias (Tortosa, Meléndez, Sánchez, 2015).

La impresión 3D es una tecnología de impresión en plástico o resina por fabricación aditiva que crea objetos tridimensionales. Esto supone para un alumno o alumna de las artes digitales la muestra tangible de sus creatividades y es una herramienta de gran valor en la creación de piezas y objetos para proyectos innovadores, maquetas, esculturas, prototipos de nuevos productos y herramientas, entre otros.

Muchos estudios relevantes coinciden en que para todas las artes que tienen tridimensionalidad; tales como la escultura o la arquitectura, la tecnología de impresión 3D resulta para el artista una herramienta innovadora y realmente valiosa. También resulta fabuloso su uso en enseñanzas sobre Historia del Arte, para que el alumnado pueda apreciar mejor las obras de arte que está estudiando. Por ejemplo, cuando el alumnado está estudiando a Donatello en Bachillerato en la asignatura de Fundamentos Artísticos, tiene la opción de imprimir miniaturas de sus esculturas, para así apreciar mejor el arte del autor en toda su tridimensionalidad; ya que se trata de una disciplina artística en la cual el volumen posee suma importancia. Siendo así la tecnología de impresión 3D una gran instrumento para la divulgación del patrimonio cultural y artístico.

Su implantación en los planes de estudio y en las aulas de enseñanzas artísticas de secundaria resulta un reto debido al coste de los equipos de impresión 3D y el de los materiales de impresión, así como el mantenimiento de los equipos, a que el profesorado ha de ser formado y a que sería conveniente habilitar un aula para disponer los equipos. Pero el beneficio que obtendría el alumnado sería formidable ya que la tecnología de impresión 3D ofrece fórmulas innovadoras para la enseñanza en materias como Fundamentos Artísticos, Educación Plástica, Visual y Audiovisual, Proyectos Artísticos o Dibujo Técnico Aplicado a las Artes Plásticas. Además se trata de una tecnología que ofrece nuevas oportunidades creativas en el ámbito de la expresión artística y que enriquece la experiencia y los conocimientos del alumnado cuando se está formando en sus estudios.

En primera instancia se percibe de forma valiosa la implementación de la tecnología de impresión 3D en las aulas de tecnología o ingeniería; ya que resulta muy cómodo y óptimo el poder crear maquetas o bocetos tridimensionales de los distintos proyectos que tenga el alumnado en clase. Actualmente se está implementando de forma tímida en los centros de enseñanza secundaria, principalmente en las especializaciones de tecnología o de ciencias, pero por lo general en la especialidad de arte, el alumnado no tiene la posibilidad de acercarse a esta tecnología y usarla como una herramienta más en su proceso de aprendizaje. A pesar de ser el año 2024, de forma generalizada y en ámbitos que no son un nicho propio de la tecnología de impresión 3D, parece común entre el alumnado que se muestre cierto respeto o temor al uso de esta tecnología, ya que aún sigue siendo una completa desconocida para la mayoría de los estudiantes.

Actualmente la tecnología de impresión 3D y su uso resulta ser mucho más económico y dinámico que hace una década; la tecnología ha evolucionado muchísimo y ahora existen distintas formas de imprimir objetos tridimensionales de manera eficaz y barata.

Ahora es posible alcanzar una mayor resolución en los objetos al imprimirlos. También se ha avanzado en la velocidad de impresión, que ha sido uno de los mayores inconvenientes que ha tenido esta tecnología, aunque por mucho que se tarde en crear un objeto tridimensional, siempre va a durar menos tiempo haciéndolo una máquina en tu casa que encargando el producto a una fábrica y que este sea manufacturado y enviado a nuestras manos. En cualquier caso, esta tecnología ofrece al alumnado unas posibilidades en su aprendizaje que eran impensables a principios de siglo.

El objetivo principal de este TFM es identificar las posibilidades que ofrece la tecnología de impresión 3D en las enseñanzas artísticas de secundaria, así como los beneficios que pudieran resultar de la implementación de la tecnología de impresión 3D en los planes de estudio y las aulas de enseñanzas artísticas de secundaria desde un punto de vista respetuoso con el medio ambiente. Y es que la impresión 3D es una herramienta que ofrece posibilidades asombrosas; tanto en las disciplinas artísticas tradicionales como en innovadoras manifestaciones creativas.

Los objetivos específicos en la investigación de este TFM son identificar los elementos necesarios para integrar la tecnología de impresión 3D en las aulas de enseñanzas artísticas de secundaria en España, así como reconocer cómo enriquece la formación del alumnado la tecnología de impresión 3D, cuando es integrada en sus aulas para desarrollar distintas actividades, con un enfoque innovador y una perspectiva ecológica. Así como indagar cómo la tecnología de impresión 3D mejora la experiencia de los estudiantes al tener que desenvolverse con ella en las actividades de clase.

Otro objetivo secundario de este TFM es abordar los beneficios de carácter ecológico que tiene el uso de la tecnología de impresión 3D, ya que el proceso de fabricación aditiva de esta tecnología reduce el desperdicio de plástico en la fabricación de objetos, mejora la eficiencia energética respecto a los métodos de factura industriales y además permite reciclar plástico como material de impresión. Así mismo, se han indagado otros tipos de materiales ecológicos para usarlos en impresión 3D tales como bioplásticos, además de otros más experimentales creados con cáscaras de huevos y conchas de moluscos.

3 - REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

El método utilizado en esta investigación ha sido comenzar buscando en repositorios de tesis doctorales y artículos internacionales documentos relativos a la impresión 3D, el arte, las enseñanzas artísticas, la tecnología, el impacto ecológico de la tecnología de impresión 3D y los biomateriales.

Se ha empezado utilizando los motores de búsqueda de plataformas online tales como oatd.org o eric.ed.gov. De los documentos encontrados interesantes se han seleccionado los extractos considerados valiosos para la investigación. La mayoría de los documentos hallados al comienzo de la investigación han sido en lengua

inglesa, aunque también se han utilizado las TIC para traducir documentos interesantes del polaco al castellano.

El siguiente paso que se ha dado en la investigación ha sido buscar documentos en repositorios de tesis doctorales de artículos nacionales. Se han utilizado para hallar artículos motores de búsqueda de webs de universidades españolas tales como; la Universidad Miguel Hernández, la Universidad Complutense de Madrid, la Universidad Internacional de La Rioja, la Universidad Politécnica de Valencia y la Universidad de Cataluña. A continuación se ha utilizado Google Académico y ha resultado ser mucho más rápido y eficaz que los motores de búsqueda propios que albergan las páginas web de las distintas universidades españolas. En este punto de la investigación, a pesar de haber sido obtenida ya información de alta calidad, se ha considerado que sería conveniente completarla, para tenerla más actualizada, recabando información en canales de YouTube e Instagram. En estos canales se ha obtenido información relativa a equipos de tecnología de impresión 3D actuales, software de modelado 3D, laminado 3D y escaneo 3D y plataformas online para compartir y descargar modelos 3D. También se ha recabado información acerca de materiales de impresión, sobre todo plástico reciclado para usarlo en la impresión 3D y también información acerca de biomateriales para usarlos en impresoras 3D.

También ha sido obtenida información en Google Académico acerca de técnicas de carácter ecológico para trabajar la impresión 3D, así como biomateriales y opciones de posibles materiales para usar en impresión 3D respetuosos con el medio ambiente.

A continuación se ha indagado información en charlas TED publicadas en YouTube; la mayor parte de las TED Talks visualizadas han sido internacionales y en determinados casos se han encontrado algunas que han aportado un enfoque interesante y ya no solo de cara a la contextualización o exposición de esta moderna tecnología sino a la motivación que puede instaurar el uso de ella en el alumnado, cuando se enfrenta a importantes retos en las aulas de los centros de enseñanza.

Stephen Elford comentó en una charla TED “¿Qué tan a menudo escuchamos a los estudiantes decir que se sienten emocionados, curiosos, felices, orgullosos o maravillados? ¿Qué sucede en el aula de clase que sea valioso, inspirador o les dé un sentido de logro? Incluso diciendo cosas como "me siento genial", "siento que realmente lo he logrado" o "he puesto mucho esfuerzo en esto y realmente ha resultado genial". E incluso "hice realidad algo del ordenador". Estos pensamientos, sentimientos y declaraciones son una realidad en mi universidad y lo han sido durante los últimos tres años. Y todo lo que teníamos que hacer era brindarles a los estudiantes la oportunidad de explorar el diseño e impresión 3D de forma abierta. ¿Qué crees que verías si les dieras esa oportunidad? La oportunidad de diseñar y crear todo lo que quisieran si estuvieran dispuestos a dedicarle tiempo. Sorprendentemente, lo primero que vimos en nuestra universidad fue un aumento en la sensación de asombro, motivación y el sentido de logro del estudiante” (Elford, 2016).

4 - PROPUESTA. INTEGRACIÓN DE LA TECNOLOGÍA DE IMPRESIÓN 3D EN LAS AULAS DE ENSEÑANZAS ARTÍSTICAS DE SECUNDARIA

La impresión 3D y el modelado digital han abierto nuevas posibilidades en las enseñanzas artísticas, revolucionando el proceso creativo en la formación de artistas y permitiendo al alumnado una participación más interactiva y práctica, que proporciona a los docentes nuevas formas de enseñar. En las universidades y centros de arte, la impresión 3D se ha convertido en una herramienta fundamental para enseñar técnicas avanzadas de modelado 3D. Los estudiantes aprenden a diseñar modelos digitales que luego pueden materializar mediante impresoras 3D. Los programas de modelado 3D ofrecen a los estudiantes la posibilidad de experimentar digitalmente diferentes formas, texturas y técnicas de esculpido, antes de que los diseños sean imprimidos físicamente. El alumnado también tiene la posibilidad de digitalizar cualquier objeto tridimensional que quiera mediante aplicaciones de escaneo 3D, que no requieren una inversión económica adicional en hardware, ya que con una tableta o un teléfono pueden llevar a cabo el proceso de digitalización de un objeto. Además, los bajos costes económicos que tiene realizar la impresión 3D de un objeto permite a los estudiantes trabajar de forma continuada en sus modelos o diseños e ir mejorándolos de forma progresiva.

En España, las universidades y grados superiores tienen incorporada la tecnología de impresión 3D en las aulas de enseñanza desde hace más de una década. Áreas tales como diversas ingenierías o también en escuelas de diseño; en diseño de interiores; diseño de producto, diseño de moda, diseño textil o diseño de joyas, se usa esta tecnología de forma cada vez más recurrente.

La incorporación de las nuevas tecnologías en los procedimientos de producción de obra artística tridimensional está condicionando a que los departamentos de escultura de las facultades de bellas artes de este país adapten sus programas a nuevas técnicas de ejecución de piezas, reproducción e instalación para su posterior exhibición. En las facultades de bellas artes, las técnicas estudiadas se aplican a la formación de artistas de escultura tanto en la producción de obras de bulto redondo como en la realización de relieves escultóricos (Navarro, 2023).

¿Por qué no introducir esta tecnología en los centros de enseñanza secundaria obligatoria en España? Analizando las asignaturas que alberga el currículo de secundaria en nuestro país, se pueden apreciar varias asignaturas en las cuales la integración de la tecnología de impresión 3D en las aulas enriquecería el proceso de formación del alumnado, ya que en las asignaturas que los estudiantes deban formarse en el modelado 3D, podrán hacer realidad sus diseños y mejorarlos progresivamente. Así como en cualquier asignatura que pueda albergar contenidos sobre diseño de interiores o diseño de producto, además los estudiantes de Dibujo Técnico Aplicado a las Artes Plásticas y al Diseño podrán hacer realidad los

prototipos que diseñan en clase. Pero no acaba ahí, ya que puede ser tremendamente útil para los estudiantes de Historia del Arte o de Fundamentos Artísticos para poder apreciar obras de arte escultóricas en toda su tridimensionalidad, para el alumnado de Técnicas de Expresión Gráfico-Plástica para crear proyectos artísticos innovadores, o para estudiantes de Educación Plástica, Visual y Audiovisual que practiquen la técnica de la escultura o quieran manifestarse artísticamente de forma innovadora.

Navarro comenta la importancia de formar a los docentes para poder instaurar esta tecnología de forma efectiva en las aulas de enseñanza: “También es esencial la generalización del aprendizaje de estas técnicas en la formación de docentes. Se debe subrayar que es esencial la generalización del aprendizaje de estas técnicas en la formación de docentes para que los programas escolares pueden dar satisfacción a la demanda de estas nuevas disciplinas y aprovechar la ventana de oportunidad que produce el abaratamiento de los costes de las máquinas de prototipado” (Navarro, 2023).

“Las actividades prácticas, como el modelado digital y la impresión de obras, brindan a los estudiantes una comprensión profunda de las técnicas artísticas. Esto les permite visualizar sus ideas, aprender a corregir errores y aplicar conceptos de diseño en el mundo real. El alumnado puede imprimir réplicas de esculturas existentes, lo que proporciona un recurso educativo tangible para estudiar técnicas, estilos y detalles que a menudo pasan desapercibidos en una imagen bidimensional. Además, a los estudiantes se les abre un gran abanico de posibilidades de expresión plástica para recrear esculturas relevantes que deban estudiar o analizar combinando la tecnología 3D con métodos tradicionales, permitiendo un proceso creativo multidisciplinario” (Meier, Saorin, De la Torre, Melian, 2015).

Elford, en una Charla TED, comenta el impacto de la integración de la tecnología de impresión 3D en los centros de enseñanza británicos: “Quizás se pregunten por qué necesitamos impresoras 3D en las aulas. Bueno, trabajar con impresión 3D no se trata solo de conocimientos técnicos. Sino que trabajar con esta impresora fomenta el uso y desarrollo de habilidades, como el pensamiento analítico, la resolución de problemas, la agilidad mental, entre otras. Aparte de eso, también usamos conocimientos relacionados con materias como física, química, matemáticas, ingeniería y artes. Aparte de esto, el estudiante no solo aprende teóricamente escuchando a un profesor, sino que también puede involucrarse en la práctica. Y es precisamente aquí donde está el dato más importante. Según la pirámide de aprendizaje de Esteban Osenbach, nuestra capacidad de retención, cuando estamos escuchando o leyendo, es solo del 7% al 20%. Esto es lo que se conoce como aprendizaje pasivo. Sin embargo, cuando practicamos... pasamos al aprendizaje activo. Cuando aprendemos haciendo, nuestra capacidad de retención aumenta del 65% a casi el 80%. Incluso si trabajamos en grupo, y dentro de nuestro propio grupo ayudamos a nuestros compañeros y les enseñamos, esa capacidad de retención aumenta a más del 85%. Precisamente por esto, desde 2012, el Departamento de Educación de Inglaterra está explorando las ventajas de tener impresoras 3D en sus aulas. Los profesores no solo han identificado a sus estudiantes como más motivados, más activos en clase, sino que los propios

estudiantes reconocen que tener las impresoras en su aula ha despertado su interés no solo por la educación, sino también por la ciencia y las matemáticas” (Elford, 2016).

A lo largo del TFM mostraré una serie de imágenes del proceso que he hecho reproduciendo en 3D una obra de arte escultórica. Este proceso puede ser llevado a cabo en cualquier centro de enseñanza que disponga de una impresora 3D y vayan a impartirse clases de historia del arte, como por ejemplo en el caso de la asignatura Fundamentos Artísticos de Bachillerato Artístico. Para la recreación de la miniatura de la escultura ha sido indagada información en museos europeos que disponen de bases de datos con archivos de modelos 3D de obras de arte escultóricas y han sido hallados y descargados los modelos 3D del David de Donatello y el San Jorge del mismo autor. A continuación se ha preparado el archivo STL, que es la extensión habitual de los ficheros de los modelos 3D que son impresos, del San Jorge de Donatello. La resina líquida del modelo ha costado menos de un euro y medio y la impresión ha durado tres horas y media.

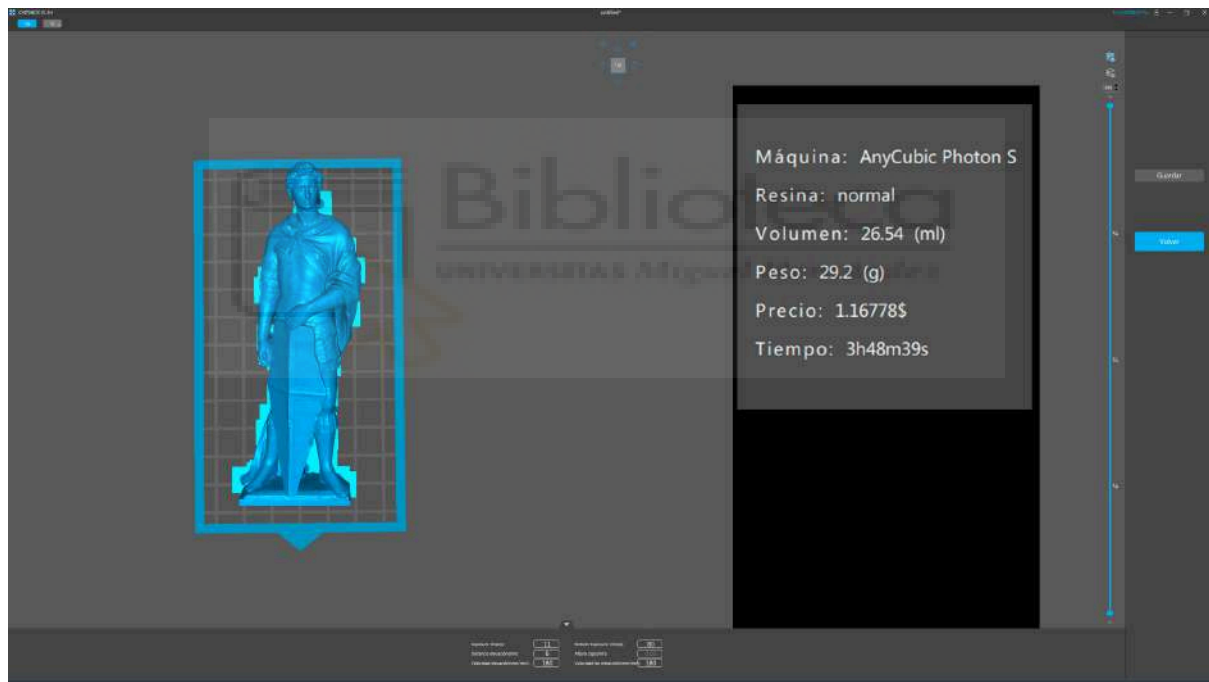


Figura 1: San Jorge de Donatello dispuesto en el software Chitubox para preparar su impresión 3D.

El hecho de lo accesible que es adquirir de forma gratuita archivos con modelos 3D de obras de arte escultóricas y además lo económico que resulta crearlas tridimensionalmente con una impresora 3D, se muestra como una oportunidad fascinante y una gran herramienta para los docentes de Fundamentos Artísticos de Bachillerato; y para los estudiantes supone un refuerzo sensacional para adquirir los conocimientos de historia del arte de Europa y del mundo. Así mismo, es más sencillo que permanezcan en el recuerdo del alumnado las obras de arte escultóricas que han apreciado de manera tridimensional que las que simplemente han visto en una fotografía en dos dimensiones; impresa o en un dispositivo digital.

4.1 - ELEMENTOS IDENTIFICADOS PARA EL USO DE LA TECNOLOGÍA DE IMPRESIÓN 3D

¿Cómo podríamos integrar esta tecnología en las enseñanzas artísticas de educación secundaria en nuestro país? En realidad es más sencillo de lo que parece incorporar esta tecnología a las aulas de enseñanzas artísticas de secundaria. Hay varios elementos clave para la instauración y uso de esta tecnología en las aulas de enseñanzas artísticas:

4.1.1 - IMPRESORAS 3D

Una impresora 3D es un dispositivo que permite crear objetos tridimensionales mediante la superposición de capas sucesivas de material. Este proceso se conoce como fabricación aditiva. La mayoría de impresoras 3D de la actualidad utilizan como material de impresión bobinas de filamento termoplástico o resina líquida fotosensible. Los modelos que imprime la impresora primero tienen que ser creados digitalmente. Pueden ser modelados con software de modelado 3D y también pueden ser concebidos mediante el escaneo 3D de objetos reales. Hay multitud de opciones en bancos de imágenes de modelos 3D de alta calidad que pueden ser descargados para posteriormente imprimirlos.

Actualmente, las impresoras 3D son mucho más económicas que hace pocos años, alcanzan mayores resoluciones en los modelos que imprimen y han mejorado las características técnicas, por ejemplo optimizando los tiempos de impresión o permitiendo el uso simultáneo de bobinas de distintos colores de filamento en algunos modelos de impresoras 3D.

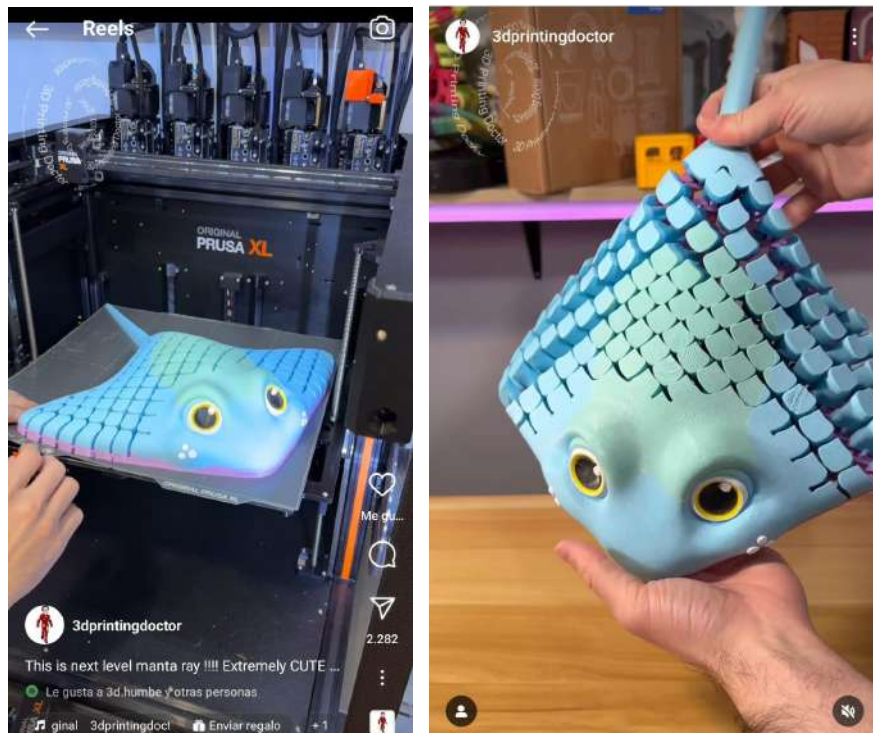


Figura 2: Muñeco impreso con filamento termoplástico de diversos colores.

4.1.1.1 - IMPRESORAS 3D DE FILAMENTO TERMOPLÁSTICO

Las impresoras 3D que utilizan el filamento termoplástico son una tecnología popular y accesible de impresión 3D. Utilizan filamentos de plástico que se calientan, se funden y se extruyen capa por capa hasta crear objetos tridimensionales. Estas impresoras 3D usan el filamento termoplástico en bobinas, el cual es dirigido a un extrusor que lo funde. El material fundido se extruye a través de una boquilla fina que lo deposita en una plataforma que se mueve ligeramente de forma vertical, permitiendo que se acumule el material fundido y se cree el objeto tridimensional pretendido.

Estas impresoras 3D generalmente son más económicas que otros tipos de impresoras 3D y tienen un uso y un mantenimiento sencillo.

4.1.1.2 - IMPRESORAS 3D DE RESINA LÍQUIDA FOTOSENSIBLE

Las impresoras 3D que utilizan la resina líquida fotosensible como material de impresión funcionan solidificando capas de resina mediante un láser. La impresora posee una plataforma que se mueve verticalmente de forma ligera, permitiendo al descender que la resina cubra la superficie de la plataforma y vaya solidificando la resina capa por capa hasta completar el objeto tridimensional del archivo STL.

Estos modelos de impresoras 3D poseen una alta resolución y precisión y son particularmente útiles en impresiones pequeñas y detalladas.

Por otra lado, son menos económicas que las impresoras 3D de filamento termofundido y más tediosas de manejar. Además los modelos que crean necesitan ser curados, para poder disponer de ellos, tras concluir la impresión 3D.



Figura 3: Impresora 3D de resina líquida fotosensible Anycubic Photon S.



Figura 4: Impresora Anycubic 3D Photon S siendo cargada con resina líquida fotosensible.

4.1.2 - SOFTWARE DE MODELADO 3D

El software de modelado 3D resulta indispensable para trabajar con la tecnología de impresión 3D en las aulas de enseñanzas artísticas. Los estudiantes pueden manifestar sus creatividades de forma digital y tridimensional mediante los programas y aplicaciones de modelado 3D. Los estudiantes de Dibujo Técnico Aplicado a las Artes Plásticas pueden trabajar en sus bocetos digitales, mejorarlos progresivamente y probar distintas opciones en el continuo desarrollo de sus prototipos.

El software de modelado 3D también es útil para mejorar archivos descargados de modelos 3D que resulten deteriorados o que sencillamente sea conveniente editarlos y modificarlos digitalmente para optimizarlos y obtener una adecuada impresión 3D de alta calidad. También es útil del mismo modo el software de modelado 3D para corregir y mejorar modelos 3D digitalizados con un escáner 3D.

Hay multitud de opciones de software de modelado 3D que puede ser utilizado de forma gratuita por los estudiantes en los institutos de secundaria; SketchUp es un gran ejemplo de software gratuito que puede utilizar el alumnado con fácil acceso, de forma dinámica y sencillo aprendizaje progresivo. Otros ejemplos de software de modelado 3D que puede aprender el alumnado son Cinema 4D y Blender.

En redes sociales podemos hallar recomendaciones acerca de software de modelado 3D gratuito que puede ser utilizado en los institutos de secundaria de España. El canal de YouTube de [Control 3D](#) analiza los programas que pueden obtenerse de forma gratuita o económica, mientras que el canal de YouTube [Siteia](#) propone diversas opciones interesantes de software de modelado 3D que también puede ser utilizado por el alumnado.

Mediante el software de modelado 3D el alumnado puede diseñar y crear los objetos, modelos, figuras o herramientas que hayan imaginado y posteriormente pueden generarlos de forma tangible al ser impresos en 3D.

4.1.2.1 - SOFTWARE DE MODELADO 3D GRATUITO O ECONÓMICO

- [Blender](#)
- [Fusion 360](#)
- [FreeCAD](#)
- [Onshape](#)
- [SketchUp](#)
- [Tinkercad](#)

4.1.2.2 - SOFTWARE DE MODELADO 3D QUE PUEDE SER UTILIZADO DE FORMA GRATUITA POR ESTUDIANTES

- [3DS Max](#)
- [Mudbox](#)

4.1.2.3 - SOFTWARE DE MODELADO 3D QUE PUEDE ADQUIRIRSE CON UNA LICENCIA ESPECIAL PARA CENTROS DE ENSEÑANZA

- [Cinema 4D](#)
- [ZBrush](#)

4.1.3 - BANCOS DE ARCHIVOS DE MODELOS 3D

Existen diversos bancos de archivos STL para imprimir en 3D, tanto gratuitos como de pago, donde los usuarios pueden subir, descargar, compartir y comprar los modelos 3D. La extensión STL es la usada comúnmente para los archivos 3D que se pretende imprimir.

Boude, P. también menciona sitios de internet desde donde es posible descargar modelos 3D, habla del software de modelado 3D que puede ser enseñado a los estudiantes y comenta los tiempos de impresión de los modelos 3D: “En Internet

puedes encontrar muchos sitios como STL Printer, donde vas a encontrar modelos que puedes utilizar dentro de los procesos. Si quieres generar una nueva pieza o que tus estudiantes sean los que las crean, podrías enseñarles a manejar una herramienta CAD como Blender 3D. Es una herramienta gratuita que se puede instalar en cualquier computador. Otra de las cosas que necesitamos saber son los tiempos de impresión. Más o menos entre 1 a 5 horas se puede tardar los objetos más básicos en estar impresos, pero hay objetos más complejos que pueden llegar a tomar de 12 a 24 horas” (Universidad de La Sabana, 2019).

4.1.3.1 - THINGIVERSE

Es una plataforma en línea donde los usuarios pueden compartir y descargar de forma gratuita modelos 3D. [Thingiverse](#) actualmente es una de las comunidades más grandes y populares para los entusiastas de la impresión 3D y el modelado 3D.

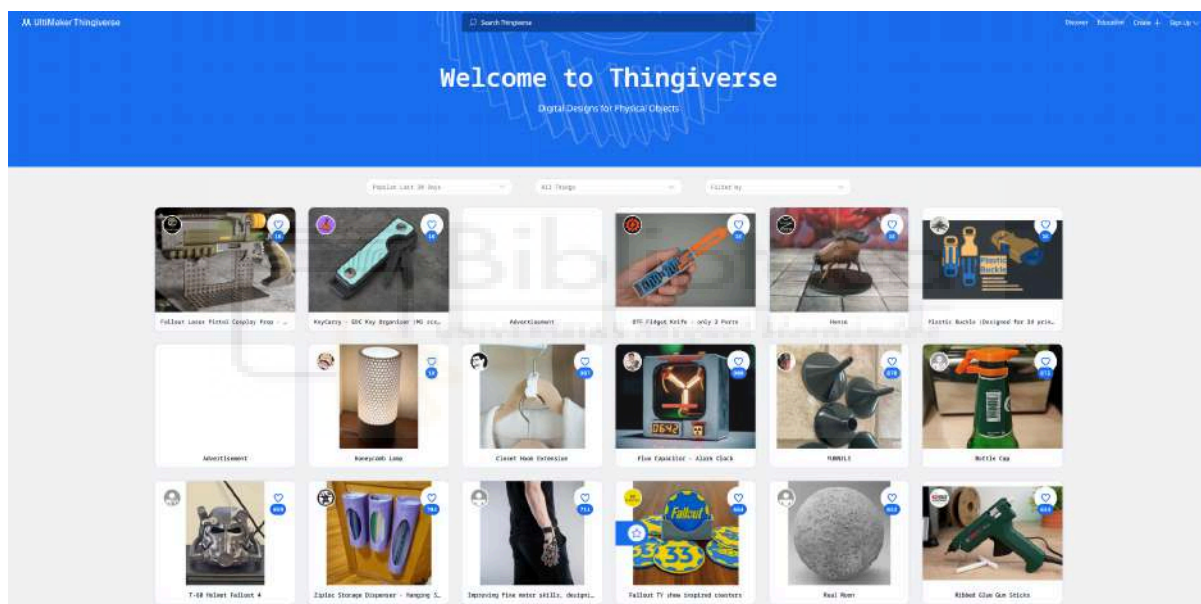


Figura 5: Interfaz de Thingiverse, plataforma para compartir y descargar modelos 3D.

4.1.3.2 - CULTS 3D

Es una plataforma en línea que permite a los usuarios compartir y descargar modelos 3D para impresión 3D. [Cults 3D](#) se distingue por ofrecer tanto modelos gratuitos como modelos de pago, lo que permite a los diseñadores vender sus creaciones y a los usuarios acceder a una amplia variedad de diseños de alta calidad.

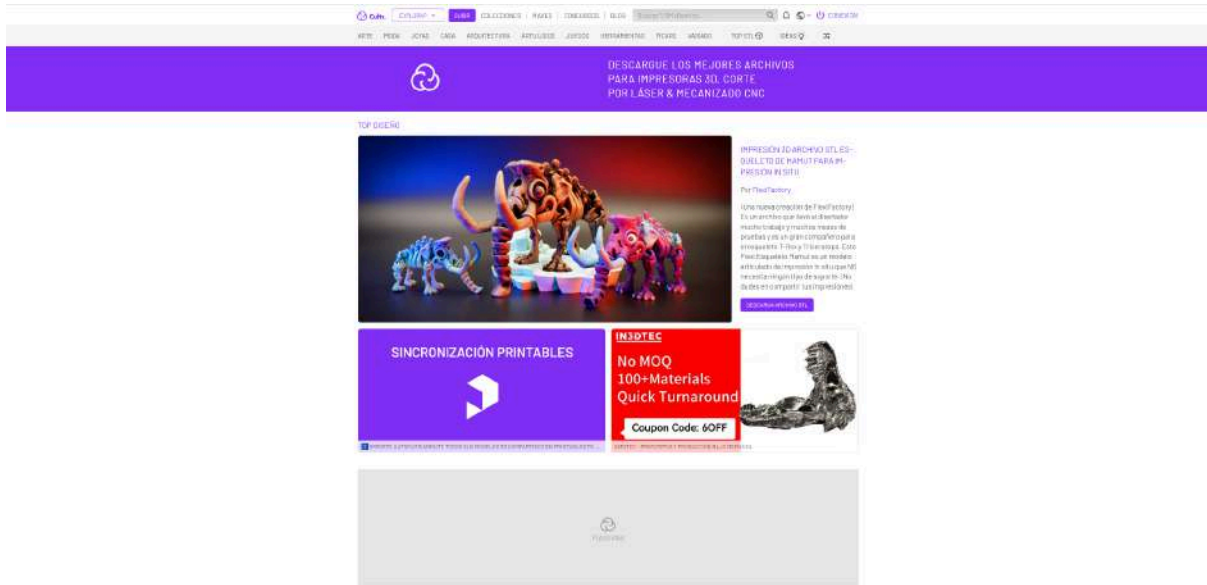


Figura 6: Interfaz de Cults 3D, plataforma de descargas de modelos 3D.

4.1.3.3 - YEGGI

Es una web que posee un motor de búsqueda especializado en encontrar modelos 3D disponibles en diversas plataformas en línea. [Yeggi](#) facilita a los usuarios la búsqueda y el acceso a una amplia variedad de diseños 3D para impresión, recopilando resultados de diferentes sitios web que muestra de forma simultánea en su interfaz.

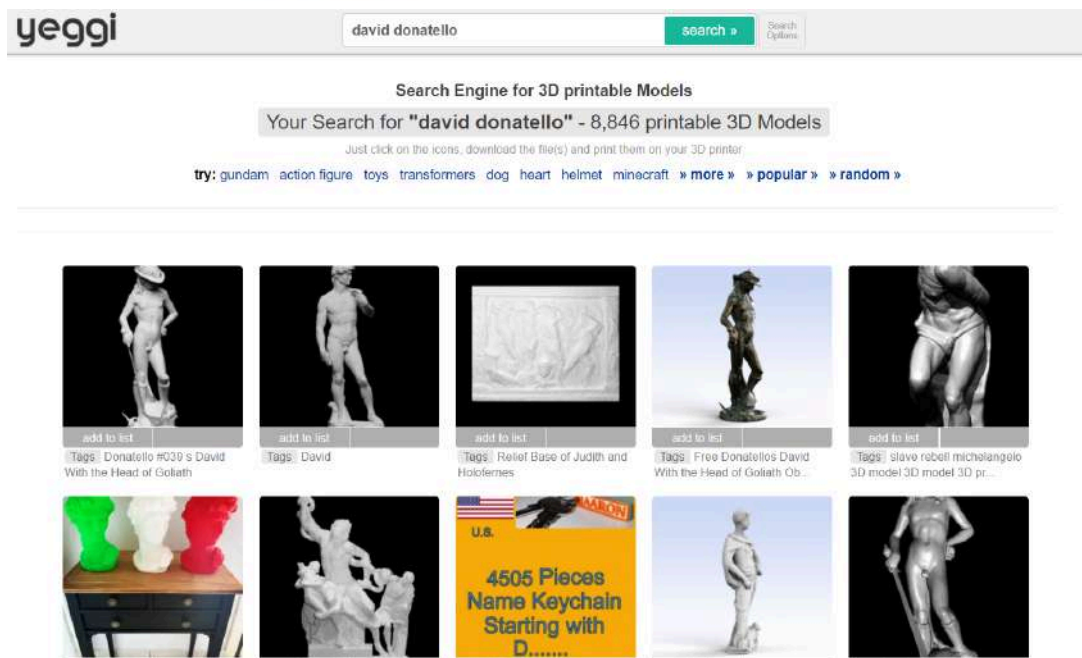


Figura 7: Obras de arte escultóricas disponibles en Yeggi, plataforma web de descargas de modelos 3D.

4.1.3.3 - MYMINIFACTORY

Es una plataforma en línea dedicada a la comunidad de impresión 3D, donde los usuarios pueden compartir, descargar y vender modelos 3D. [MyMiniFactory](#) es una de las principales plataformas para creadores y entusiastas de la impresión 3D.

El modelo 3D del San Jorge de Donatello que se ha creado y mostrado el proceso en este TFM, ha sido descargado en el perfil que tiene en esta plataforma el [Museo de Arte Nacional de Dinamarca](#), el cual alberga más de 300 obras de arte escultóricas recreadas tridimensionalmente de modo digital, disponibles para descargar de modo gratuito por los usuarios del portal web.

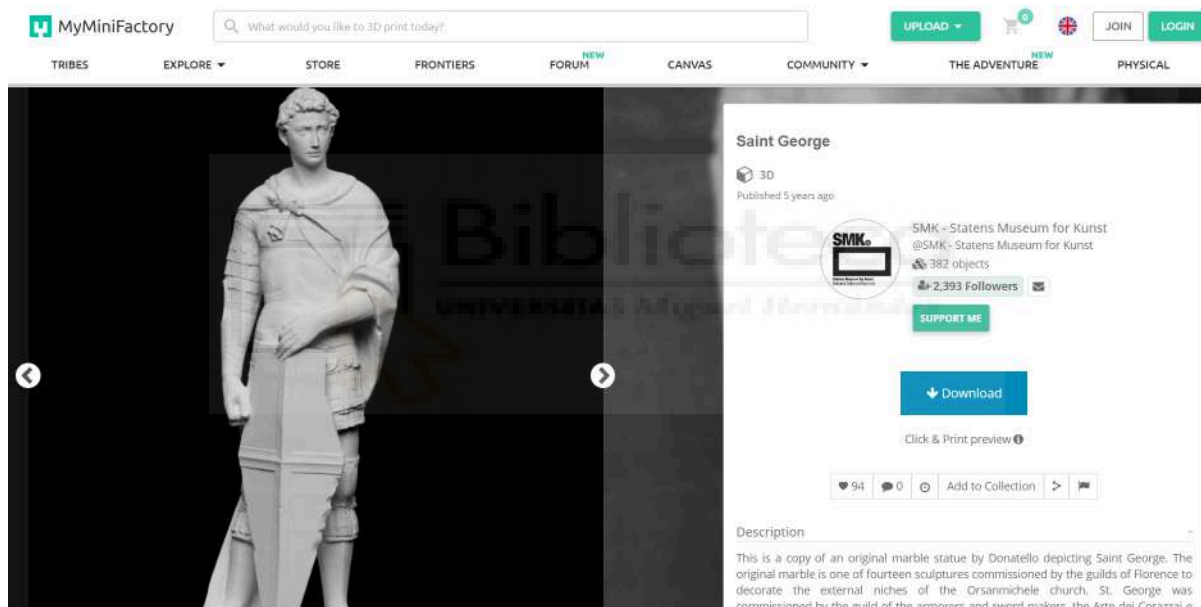


Figura 8: Escultura del San Jorge de Donatello disponible en MyMiniFactory, plataforma web de descargas de modelos 3D.

4.1.4 - SOFTWARE DE LAMINADO 3D

Un laminador 3D o slicer 3D, es una herramienta esencial en el proceso de impresión 3D. Este software convierte un modelo 3D digital en un archivo listo para imprimir, ya que el software indica instrucciones específicas que la impresora 3D puede interpretar y ejecutar para transformar el archivo.

En los programas de slicing, los usuarios optimizan los archivos que pretenden imprimir y les añaden soportes para obtener una impresión 3D de alta calidad, con formas pronunciadas y detalles en zonas menos accesibles.

El canal de YouTube [Control 3D](#) comenta las características que tienen los programas de laminado 3D PrusaSlicer y Ultimaker Cura.

4.1.4.1 - PRUSASLICER

[Prusa Slicer](#) es un software de laminado o slicing de código abierto que aunque está optimizado para las impresoras Prusa, es compatible con una amplia variedad de marcas de impresoras 3D y ofrece numerosas características avanzadas para optimizar y configurar el proceso de impresión 3D. Además tiene perfiles preconfigurados para utilizar diferentes materiales en distintas impresoras 3D, lo cual facilita su uso sin necesidad de ajustes complejos.

4.1.4.2 - ULTIMAKER CURA

Es uno de los programas de slicing más populares y utilizados debido a su versatilidad, facilidad de uso y compatibilidad con una amplia gama de impresoras 3D. [Ultimaker Cura](#) posee una interfaz de usuario limpia y fácil de utilizar, que tiene modos de usuario tanto básicos como avanzados. Aunque el software está optimizado para las impresoras Ultimaker, es compatible con una amplia gama de impresoras 3D de diferentes fabricantes.

4.1.4.3 - CHITUBOX

Es un software de laminado o slicing 3D especializado en impresoras 3D de resina líquida fotosensible. [Chitubox](#) es ampliamente utilizado por aficionados y profesionales de la impresión 3D de resina debido a sus potentes características y a lo dinámica e intuitiva que es su interfaz.

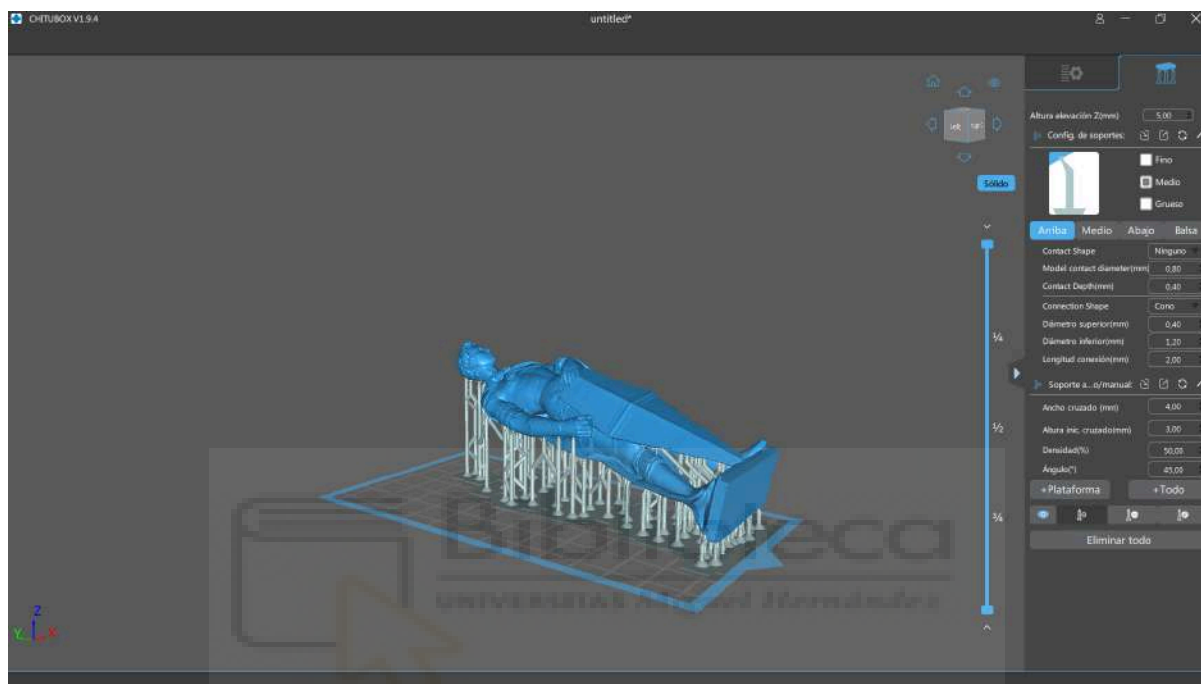


Figura 9: Escultura del San Jorge de Donatello en 3D en el software Chitubox, dispuesta con los soportes para ser impresa.

Para imprimir el modelo 3D de la obra de arte escultórica del Donatello el San Jorge, tras ser preparado el archivo STL con el modelo 3D de forma óptima y con los soportes adecuados en el software Chitubox, debe de nuevo transformarse el archivo STL en un archivo específico del modelo de impresora 3D que vaya a ser utilizada. En el caso del San Jorge de Donatello ha sido utilizado el software Photon Workshop, adecuado para la impresora 3D utilizada en el proceso de impresión 3D reportado en este TFM; la impresora 3D Anycubic Photon S. El archivo exportado de Photon Workshop posee la extensión .pws y es el que imprime la impresora 3D.

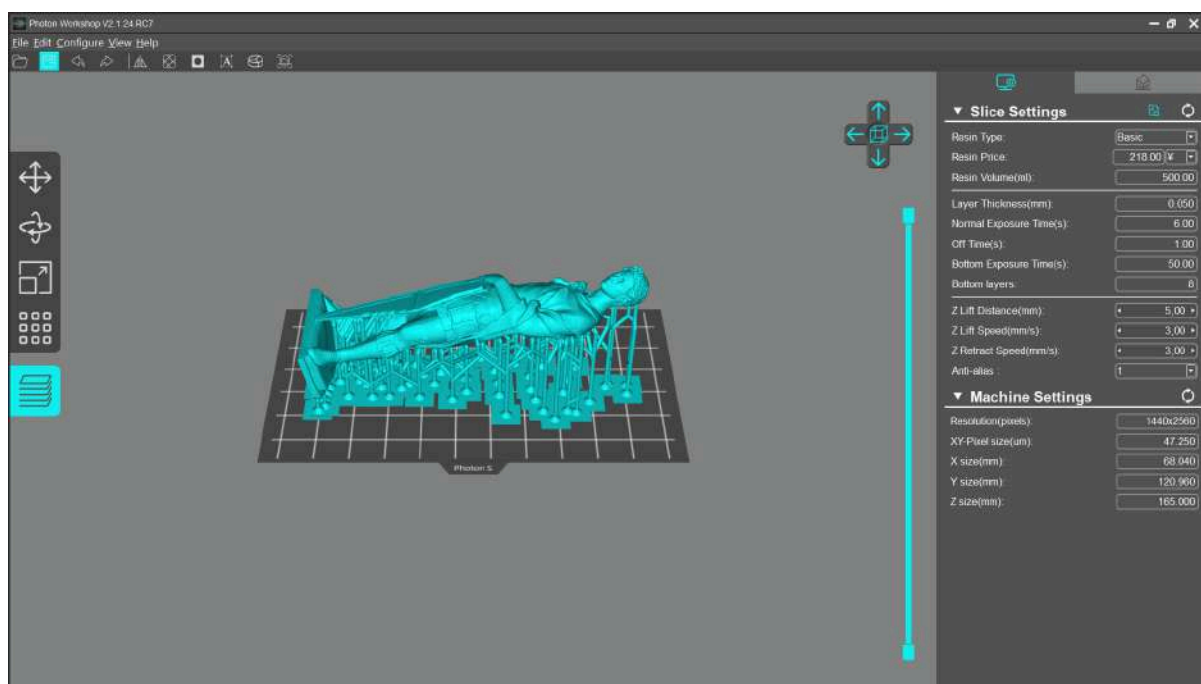


Figura 10: Escultura del San Jorge de Donatello en 3D dispuesta en el software Photon Workshop con el objetivo de optimizar el archivo STL para la impresora 3D Anycubic Photon S.

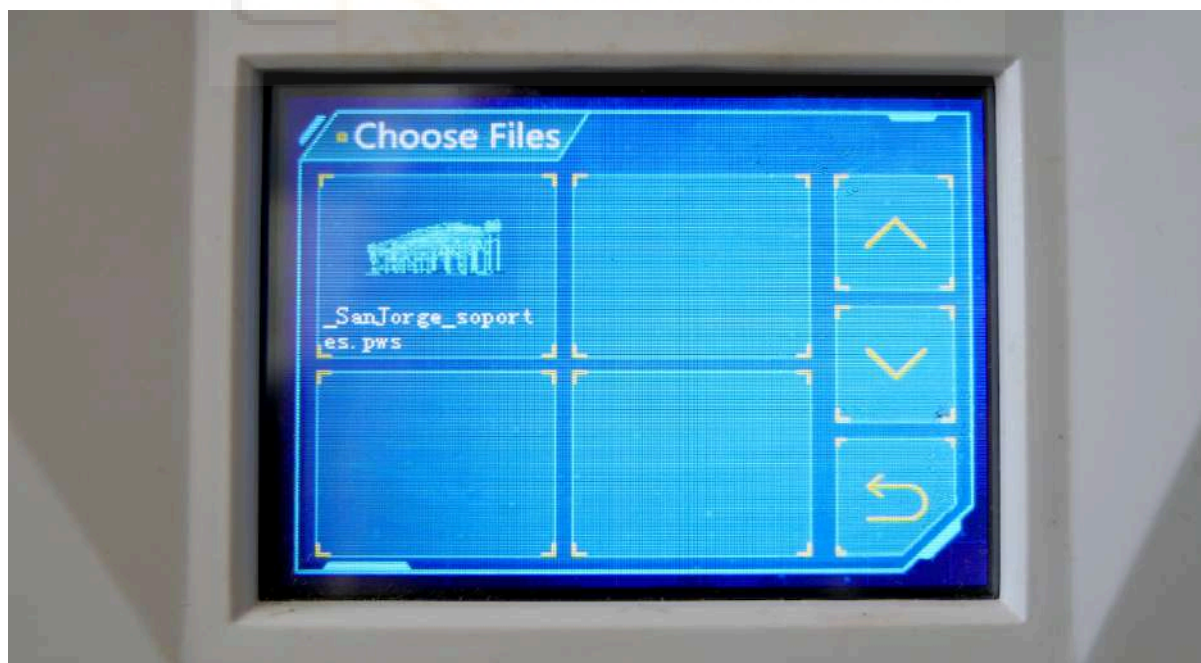


Figura 11: Pantalla de la impresora 3D Photon S con la miniatura del San Jorge de Donatello preparada para ser impresa en 3D.

4.1.5 - ESCÁNERES 3D

A día de hoy son mucho más accesibles que hace una década; actualmente no es necesario comprar ningún hardware adicional para realizar el escaneo tridimensional de un objeto; ya que existen aplicaciones para dispositivos móviles y tabletas que son escáneres 3D. Existen diversos canales como [JackIsBuildingKIRI](#) en YouTube o [tcattoys](#) y [jaspeante](#) en Instagram que divulgan información acerca de aplicaciones de escaneo 3D para dispositivos móviles.

Los institutos de enseñanza secundaria en nuestro país suelen tener tablets para que disponga de ellas el alumnado en actividades concretas. Si a principios de curso, en el instituto están programadas las actividades en las cuales el alumnado vaya a necesitar el uso de estos dispositivos, podrían ser reservados en las horas concretas que vaya a ser necesario realizar un escaneo 3D, para que el profesorado disponga de la tecnología en el aula. Del mismo modo se pueden programar las actividades en las cuales el alumnado vaya a necesitar los ordenadores del centro de enseñanza, para realizar modelos 3D o prototipos que vayan a imprimir.

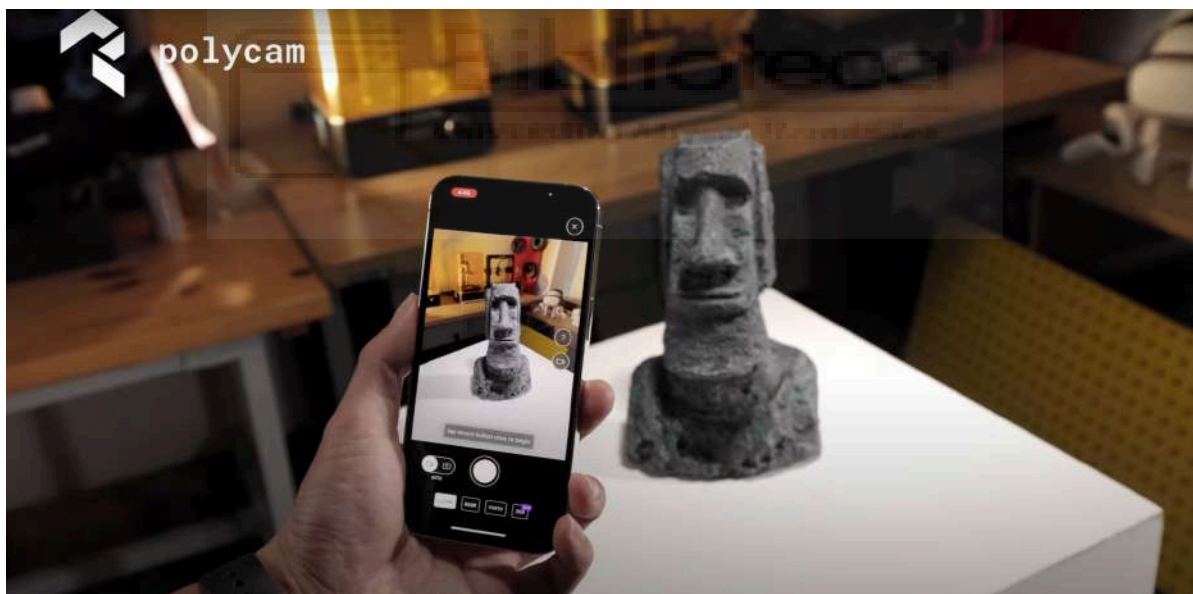


Figura 12: Escaneo de una figura tridimensional mediante una aplicación del teléfono móvil.



Figura 13: Reproducción digital de la figura escaneada con distintas aplicaciones.

A pesar de existir fácil acceso a software de modelado 3D y al uso de aplicaciones de escaneo 3D, la implementación de la tecnología de impresión 3D en las aulas de enseñanza secundaria tiene el inevitable coste asociado de adquirir los equipos de impresión 3D y los materiales de impresión, así como los costes adicionales de su mantenimiento continuo y las posibles reparaciones. Este aspecto Kharbach lo manifiesta en su escrito, pero no considera que sea un gran escollo: “El aspecto financiero puede ser un obstáculo significativo, particularmente para las escuelas con pocos recursos. Sin embargo, están surgiendo soluciones para hacer que la impresión 3D sea más accesible. Las subvenciones y financiamientos de iniciativas tecnológicas pueden ayudar a las escuelas a adquirir impresoras 3D. Las colaboraciones con empresas locales o programas comunitarios también pueden proporcionar acceso a recursos de impresión 3D. Además, las escuelas pueden optar por impresoras 3D más económicas como punto de partida. Estos modelos rentables, aunque limitados en funcionalidad en comparación con las impresoras de gama alta, aún ofrecen valiosas experiencias de aprendizaje. Compartir recursos entre escuelas o dentro de distritos escolares puede ser otro enfoque viable para una distribución más equitativa de la tecnología” (Kharbach, 2023).

Boude, P. desde el canal de YouTube de la Universidad de La Sabana indica las características que poseen los escáneres 3D: “El siguiente elemento que necesito es poder construir los modelos. Para construir los modelos, les hablé antes de los scanners 3D, que son artefactos que rápidamente, en 10, 15 minutos, son capaces de escanear una figura... y generar el modelo 3D” (Universidad de La Sabana, 2019).

Ioannides y Quak en su publicación “3D Research Challenges in Cultural Heritage. A Roadmap in Digital Heritage Preservation. State-of-the-Art Survey” hablan de cómo utilizan el escaneo 3D y el modelado 3D para preservar objetos del patrimonio

cultural, indicando que les permite realizar un estudio detallado de las obras de arte que estudian y comentan que la creación de réplicas en 3D permite la exhibición pública de las mismas sin poner en riesgo las obras originales. Además, señalan que los datos digitales en 3D pueden hacerse accesibles y útiles no solamente para los investigadores sino también para el público y para los educadores en cualquier lugar del mundo; compartiendo los modelos digitalizados en plataformas web interactivas en las que los usuarios pueden acceder a esos recursos y apreciar en detalle los modelos 3D de piezas del patrimonio artístico y cultural (Ioannides, Quak, 2014).

4.2 - ENRIQUECIMIENTO DE LA FORMACIÓN Y LA EXPERIENCIA DEL ALUMNADO

La tecnología de impresión 3D es un recurso educativo que es beneficioso en aprendizajes basado en proyectos, mejora la motivación del alumnado y les permite experimentar y desarrollar prototipos en una creación artística hasta crear su obra final, desarrollando en el proceso habilidades técnicas al trabajar con los equipos y con el software de modelado 3D. Además, favorece el trabajo cooperativo entre los estudiantes al desarrollar los proyectos trabajando en equipo y permite al alumnado expresarse de formas artísticas innovadoras. Para el profesorado es una herramienta formidable que complementa las clases en asignaturas como Fundamentos Artísticos, Educación Plástica, Visual y Audiovisual o Dibujo Técnico Aplicado a las Artes Plásticas y al Diseño.

Kharbach, M. en su artículo "Importance of 3D Printing in Education" publicado en Educators Technology considera que la tecnología de impresión 3D es perfecta para las aulas de enseñanza, ya que proporciona experiencias prácticas que mejoran la participación y comprensión de los estudiantes permitiéndoles experimentar con el diseño, la ingeniería y la resolución de problemas en tiempo real. "Esta tecnología está alineada con enfoques educativos contemporáneos que enfatizan la creatividad, el pensamiento crítico y el aprendizaje experiencial" (Kharbach, 2023).

Kharbach, M. considera que la tecnología de impresión 3D es especialmente beneficiosa en actividades de aprendizaje basadas en proyectos, particularmente en la educación STEM, pero también señala su uso en materias como el arte, la historia y la geografía. "Al permitir que los estudiantes creen modelos tridimensionales de artefactos históricos, terrenos geográficos o diseños artísticos, la impresión 3D mejora la interconexión de diferentes materias y fomenta un enfoque más integrado de la educación" (Kharbach, 2023).

Blázquez, Orcos, Mainz y Sáez presentan una propuesta metodológica para mejorar el aprendizaje estudiantil utilizando impresoras 3D como recurso educativo en un contexto de aprendizaje basado en proyectos y sostienen que el ABP es una metodología que puede mejorar la motivación y el aprendizaje significativo cuando se combina con la tecnología de impresión 3D. En el proyecto, el aprendizaje es progresivo, comienza con conceptos básicos y va avanzando hacia la creación de

prototipos más complejos. La metodología que proponen es colaborativa y práctica, comenzando con la introducción a los conceptos básicos de la impresión 3D, seguida por el diseño y proyectos de construcción que incluyen mecanismos y engranajes. En el proyecto, los estudiantes son guiados en los pasos de investigación, experimentación, planificación, diseño y construcción del proyecto y terminan la actividad redactando un informe final (Blázquez, Orcos, Mainz, Sáez, 2018).

Suárez, Espinosa y Domínguez, en su paper firmado en 2020, analizan cómo la impresión 3D ha transformado la forma en que se concibe el arte y ha introducido nuevas oportunidades y desafíos en las enseñanzas artísticas. Los autores indican la oportunidad de experimentación que tiene el alumnado con esta tecnología ya que puede crear prototipos de modelos tridimensionales, desarrollarlos progresivamente y probar diferentes enfoques, formas y tamaños hasta conseguir crear su obra final. Así mismo, la impresión 3D se muestra como una herramienta donde las limitaciones físicas tradicionales de materiales y técnicas ya no son un obstáculo y permite a los artistas dar rienda suelta a su imaginación y crear formas complejas. Los autores hablan de la accesibilidad que tiene esta tecnología hoy en día; ya que ahora sus costos son más asequibles para que la adquieran las escuelas y los estudiantes para explorar el arte 3D. También indican la importancia que tiene que los modelos puedan ser personalizados, ya que no se requiere de un proceso industrializado para crearlos, lo cual también hace que sea más económico y accesible todo el proceso (Suárez, Espinosa, Domínguez, 2020).

“La impresión 3D ocupa un lugar destacado en el fomento de la creatividad y la innovación en el entorno educativo. Desafía a los estudiantes a pensar más allá de lo convencional y los anima a participar en la resolución creativa de problemas. Por ejemplo, los estudiantes en clases de arte pueden explorar nuevas formas de expresión creando intrincadas esculturas o modelos tridimensionales. En historia o estudios sociales, pueden recrear artefactos históricos o edificios, proporcionando una nueva perspectiva para aprender sobre el pasado” (Kharbach, 2023).

El documento de 2015 "Creación de réplicas de patrimonio escultórico mediante reconstrucción 3D e impresoras 3D de bajo coste para uso en entornos educativos" presenta un enfoque detallado sobre cómo la impresión 3D puede revolucionar las enseñanzas artísticas e indica el proceso de replicación de una obra de arte; “El Guerrero de Goslar”, una escultura de Henry Moore ubicada en una calle de Tenerife. El documento explica todo el proceso, desde la captura de la obra original mediante escaneado 3D, el modelado digital para mejorar la figura importada utilizando diferentes programas de ordenador hasta finalmente la reproducción final en 3D. Los autores también señalan los beneficios educativos que proporcionan estas actividades al alumnado para que aprecien el arte, la historia y las técnicas relacionadas con el patrimonio artístico. De este modo, los estudiantes se involucran más profundamente con las obras artísticas, comprenden mejor su significado histórico y durante el proceso de aprendizaje adquieren nuevas habilidades técnicas (Meier, Saorin, De la Torre, Melián-Díaz, Drago-Díaz, 2015).

Navarro, en su paper “Modelado digital e impresión 3D sobre un referente ilustrado” comenta como la impresión 3D ha impactado significativamente en las enseñanzas artísticas, proporcionando nuevas herramientas y métodos para que los estudiantes y artistas manifiesten sus creaciones artísticas.

En este documento, Navarro indica los puntos clave del proceso de aprendizaje de los estudiantes en el cual está integrada la tecnología de impresión 3D:

4.2.1 - PROCESO DE MODELADO DIGITAL

El modelado digital es la etapa inicial donde los artistas esculpen sus obras virtualmente usando software como ZBrush. Este proceso permite a los artistas experimentar con formas, poses y texturas, brindando flexibilidad para perfeccionar su trabajo antes de imprimir.

El software facilita también la creación de diferentes versiones y modificaciones rápidas, lo que sería difícil de hacer con métodos tradicionales.

4.2.2 - SIMULACIÓN Y RENDERIZADO

Antes de imprimir el diseño final, el modelo digital pasa por una etapa de renderizado, donde se simulan materiales, iluminación y ángulos de visión, dando una vista previa detallada del resultado final.

Esto permite detectar y corregir errores tempranamente, mejorando la calidad del producto final.

4.2.3 - IMPRESIÓN 3D

La tecnología de impresión 3D, utilizando polímeros como PLA o resinas fotosensibles, convierte las creaciones digitales en objetos físicos. Los artistas pueden trabajar con impresoras FDM o SLA, que ofrecen diferentes niveles de detalle y tamaños.

Esta técnica permite la creación de figuras que, de otro modo, serían costosas o imposibles de producir con métodos artesanales.

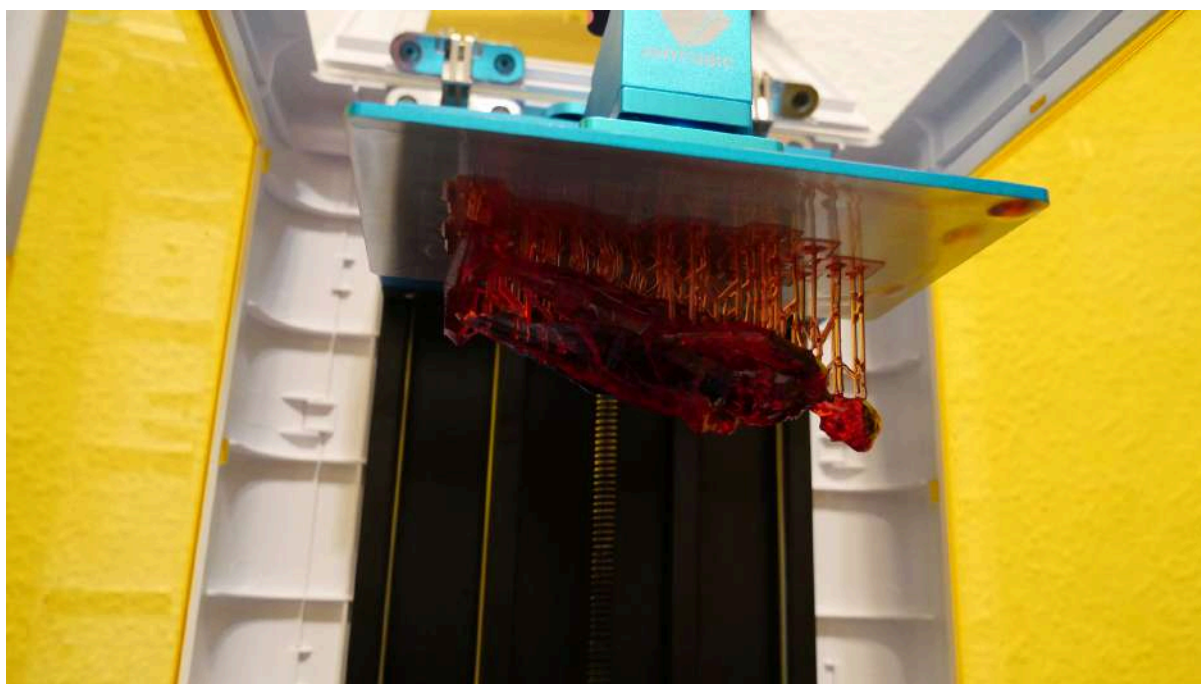


Figura 14: Impresora de resina líquida fotosensible Anycubic Photon S, tras concluir la impresión 3D del San Jorge de Donatello.



Figura 15: San Jorge de Donatello impreso en resina líquida fotosensible de la marca Elegoo.

4.2.4 - APLICACIONES PRÁCTICAS

4.2.4.1 - CINE Y VIDEOJUEGOS

La impresión 3D ha sido crucial en la creación de modelos para efectos especiales y personajes en producciones audiovisuales, permitiendo a los artistas desarrollar prototipos y conceptos en una corta fracción del tiempo.

4.2.4.2 - ARQUITECTURA Y DISEÑO DE PRODUCTOS

Se pueden imprimir maquetas arquitectónicas y modelos industriales detallados para apreciar una obra antes de su construcción real.

4.2.4.3 - ARTES PLÁSTICAS

Los artistas pueden desarrollar esculturas personalizadas o figuras de coleccionismo, teniendo la posibilidad de comercializar su obra sin que ello requiera altos costes económicos.

4.2.5 - DESARROLLO PROFESIONAL

Los estudiantes que aprenden modelado 3D e impresión 3D adquieren habilidades que son valiosas para gran variedad de empresas que se dedican a la fabricación industrial que requieren de profesionales del diseño digital. Además, estas habilidades abren oportunidades en empresas de diseño, estudios creativos y agencias de publicidad o comunicación.

La tecnología de impresión 3D también ofrece otras ventajas a los estudiantes, ya que adquieren habilidades que les son útiles para el mundo real y son altamente valoradas en el mundo laboral. Cuando los estudiantes trabajan con la tecnología de impresión 3D tienen que aprender técnicas sobre modelado 3D, laminado 3D, escaneo 3D, y también técnicas de calibrado y mantenimiento de los equipos. Cuando se trata de impresoras de resina líquida fotosensible deben aprender a curar la resina y en el caso de las impresoras de filamento plástico termofundido, el alumnado también va a adquirir habilidades mecánicas.

Kharbach M. también señala las habilidades interpersonales que adquiere el alumnado al trabajar con tecnología de impresión 3D: “Además de las habilidades técnicas, trabajar con impresoras 3D también ayuda a desarrollar habilidades interpersonales como resolución de problemas, trabajo en equipo y gestión de proyectos. A medida que los estudiantes trabajan en proyectos desde la concepción hasta la creación, aprenden a enfrentarse a desafíos, colaborar con compañeros y gestionar las diferentes etapas de un proyecto, habilidades cruciales en cualquier entorno profesional. Esta combinación de habilidades técnicas e interpersonales asegura que los estudiantes no solo estén actualizados en tecnología, sino que también sean individuos versátiles, preparados para los desafíos del mundo laboral moderno” (Kharbach, 2023).

Resulta fascinante lo que aporta a la formación del alumnado la incorporación de la tecnología de impresión 3D a las enseñanzas artísticas, ya que es una herramienta formidable para el profesorado que complementa las clases de Educación Plástica, Visual y Audiovisual, Fundamentos Artísticos, Dibujo Técnico Aplicado a las Artes Plásticas y al Diseño o Proyectos Artísticos. Del mismo modo enriquece el currículo del alumnado; ya que aprende destrezas técnicas y habilidades con software de modelado 3D, que sin duda le será útil a lo largo de su carrera profesional, así mismo el interés por utilizar la tecnología puede resultar motivador para el alumnado a la hora de desarrollar sus estudios artísticos, ya que puede explorar técnicas innovadoras en proyectos artísticos y además trabajar con la tecnología de impresión 3D favorece el trabajo cooperativo entre los estudiantes.

Una muestra de lo que puede suponer la integración de la tecnología de impresión 3D para una clase de historia del arte, como por ejemplo en la asignatura Fundamentos Artísticos de Bachillerato, es el resultado final obtenido tras pintar El San Jorge de Donatello. Para pintar la miniatura de resina primero ha sido imprimada con pintura acrílica beige, después se le han dado colores en tonos desierto y naranja con pincel, más tarde se le han añadido sombras con tonos rosados con aerógrafo y finalmente se le han aplicado luces con pincel seco con una mezcla de dos amarillos pálidos. El resultado es una recreación de la obra de arte escultórica de Donatello, suponiendo su uso en una clase de historia del arte un aprendizaje para los estudiantes más sencillo, dinámico y eficaz; ya que podrán apreciar y valorar la obra de arte escultórica de forma tangible y tridimensional.

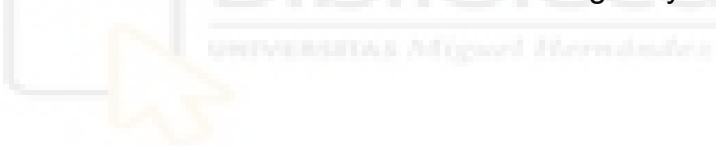




Figura 16: Proceso de pintado de la impresión 3D del San Jorge de Donatello.



Figura 17: San Jorge de Donatello impreso en 3D y pintado por mi.

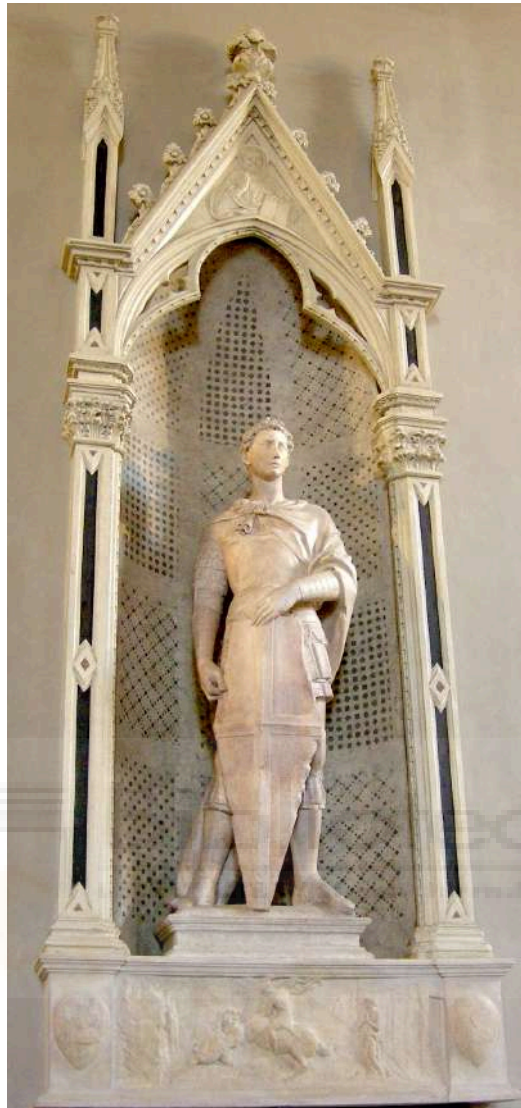


Figura 18: San Jorge de Donatello, Museo Nacional del Bargello, Florencia (Italia).

4.3 - LA IMPRESIÓN 3D Y SU IMPACTO ECOLÓGICO

La tecnología de impresión 3D tiene un impacto ecológico menor que los métodos tradicionales de creación de objetos ya que hace un uso eficiente de los materiales que utiliza, reduce la huella ecológica porque la creación casera disminuye el transporte de mercancías, tiene la capacidad de incrementar la vida útil de objetos dañados al poder crear piezas para repararlos en lugar de desecharlos y puede utilizar materiales sostenibles o reciclados como material de impresión.

Se ha destacado la importancia de utilizar materiales sostenibles en la impresión 3D, como son los biopolímeros reciclables. Además, los residuos son mínimos al usar solo el material necesario para la creación de cada pieza. “La impresión 3D

también permite la reparación y reutilización de piezas, promoviendo un ciclo de vida más largo para los productos” (Navarro, 2023).

“Hoy en día, las impresoras 3D tienen aproximadamente el tamaño de una computadora moderna, y la huella ambiental de la impresora en sí es realmente baja. Pero, ¿cómo es esto posible? La función principal de una impresora 3D es extruir material plástico. Entonces, ¿no debería aumentar la crisis del plástico? Bueno, no exactamente. Verás, el problema no es realmente el plástico en sí. Es con los residuos plásticos de los humanos. Y ahí es donde la impresión 3D comienza a convertirse en una solución viable. La forma en que se realiza la mayor parte de la fabricación es vertiendo plástico en un molde y cortando el exceso a máquina. Ese exceso luego se vierte en océanos y vertederos, contribuyendo al problema ecológico que genera el plástico y envenenando y atrapando a pobres organismos en el océano; alrededor de un millón de ellos cada año. La forma en que funciona la impresión 3D es usando solo la cantidad de plástico necesaria. No solo esto, sino que según ourworldanddata.com, en 2015 se produjeron 37 millones de toneladas de residuos plásticos simplemente a partir de artículos domésticos disfuncionales. La impresión 3D puede permitirnos reemplazar partes de estos artículos en lugar de simplemente tirarlos” (Bajaj, 2021).

La impresión 3D tiene un impacto ecológico menor que los métodos de fabricación convencionales. Estos son los beneficios ambientales de esta tecnología en las enseñanzas artísticas:

4.3.1 - USO EFICIENTE DE MATERIALES

La impresión 3D es un proceso aditivo, es decir, en la creación de un objeto se añade material de forma continuada capa por capa. Esto reduce el desperdicio frente a métodos de fabricación tradicionales, ya que solo se utiliza la cantidad de material necesaria para el diseño, minimizando los residuos, y de este modo, tan solo los soportes de las zonas más inaccesibles de las zonas de impresión son generados como material de desecho.

4.3.2 - MATERIALES SOSTENIBLES

4.3.2.1 - BIOPLÁSTICOS

Son plásticos fabricados a partir de recursos renovables (por ejemplo, maíz o caña de azúcar), biodegradables, o producidos mediante procesos biológicos. Algunos ejemplos incluyen polietileno a base de plantas, ácido poliláctico (PLA), y polihidroxicanoatos (PHA). El uso de materiales biodegradables, derivados de fuentes renovables, reduce la dependencia de los plásticos basados en combustibles fósiles (Rosenboom, Langer, Traverso, 2022).

4.3.2.2 - RECICLAJE DE MATERIALES

Algunas impresoras pueden utilizar material reciclado transformado en filamento, las piezas no utilizadas pueden reciclarse para volver a entrar en el ciclo de producción. También se puede generar filamento de forma casera a partir de botellas de plástico.

4.3.2.3 - MATERIALES NATURALES

Se está experimentando con materiales naturales tales como cáscaras de huevos y conchas de moluscos. “Fueron las ganas de volver a trabajar con cerámica las que me llevaron a buscar otras opciones de desechos para experimentar con otros biomateriales. ¿Qué residuo mineral podía encontrar en la basura de mi cocina? La respuesta estaba en el carbonato de calcio (CaCO_3), un componente presente en más de un 95 % en dos de mis desechos habituales: la cáscara de huevo y las conchas de mejillón. La cáscara de huevo es uno de los desperdicios que salen en mayor cantidad de las cocinas domésticas, pero también de la restauración y de la industria alimentaria. En España, las cáscaras derivadas de la industria ovoproductora alcanzan las 14.000 toneladas anuales, y las 150.000 toneladas en Europa. Al año en Galicia se producen un total de 270.000 toneladas de mejillones, que representan un 50 % de la producción mundial. Gran parte de esa producción se transforma en la industria conservera local, lo que conlleva que anualmente se generen unas 80.000 toneladas de residuo” (Otero, 2022).



Figura 19: Componentes naturales para generar con ellos material de impresión 3D.

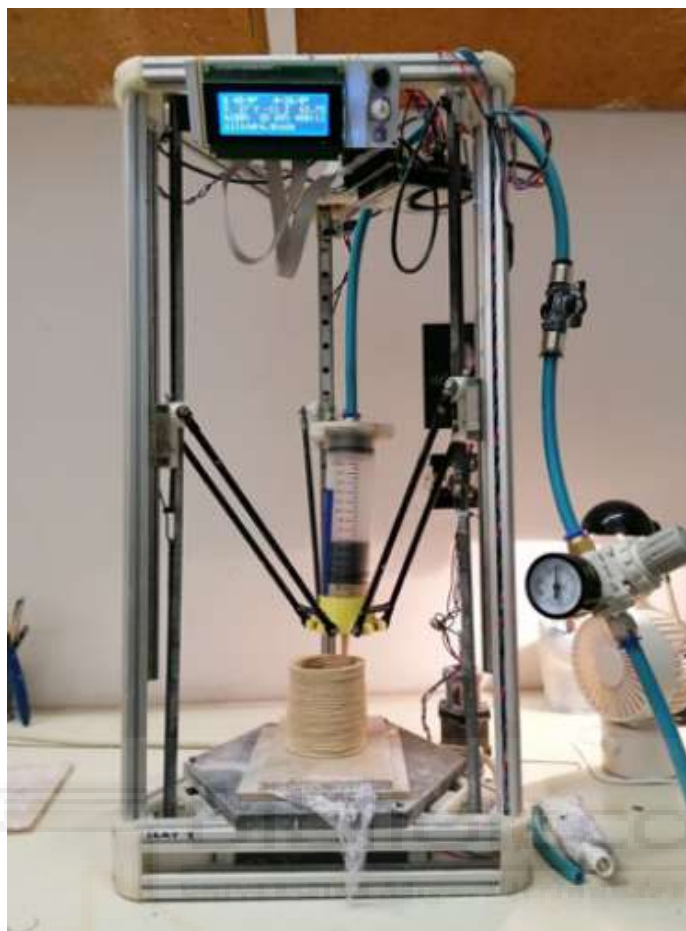


Figura 20: Impresora 3D optimizada para trabajar con material de impresión 3D creado con componentes naturales.

4.3.3 - PRODUCCIÓN LOCAL

La impresión 3D promueve la producción local y elimina la necesidad de transportar productos desde lugares lejanos. Esto reduce la huella de carbono asociada con el transporte internacional. Para las enseñanzas artísticas, la fabricación local de materiales educativos, prototipos, piezas o herramientas mediante impresión 3D disminuye el impacto ambiental que pueda suponer su creación y obtención de otra forma.

4.3.4 - OPTIMIZACIÓN DEL DISEÑO

La simulación digital permite a los artistas y diseñadores perfeccionar sus modelos antes de imprimirlos. Esto reduce la necesidad de múltiples prototipos físicos, optimizando el consumo de materiales y energía. Además el reducido costo que acarrea esta tecnología permite a los diseñadores ir perfeccionando sus prototipos hasta conseguir el modelo deseado definitivo.

4.3.5 - REPARACIÓN Y EXTENSIÓN DE LA VIDA ÚTIL

La impresión 3D permite crear piezas de repuesto, lo que ayuda a prolongar la vida útil de dispositivos y equipos, evitando su desecho prematuro. Esto tiene un efecto directo en la reducción de residuos electrónicos.

“Cuando perdí la carcasa trasera de mi ratón en 2020, se volvió prácticamente inutilizable. La marca oficial del ratón no vendía repuestos y en los sitios de China que sí lo hacían, tardarían mucho en llegar y costaría mucho el envío, por lo que la mejor decisión fiscal sería tirar el ratón y comprar uno nuevo. Sin embargo, utilicé mi impresora 3D para diseñar e imprimir una carcasa trasera para reemplazar la de mi ratón” (Bajaj, 2021).

4.3.6 - RECUPERACIÓN DE RECURSOS

Se están desarrollando tecnologías que permiten recuperar y reutilizar el material de piezas 3D desechadas. También es común el uso de botellas de plástico para crear filamento casero para impresoras 3D. Esto ayuda a reducir la cantidad de desechos plásticos generados.

Diversos canales de YouTube, tales como [mr3dp](#), [Tylman Design](#), [CNC Kitchen](#) o [ELECTRONOBS](#) indican cómo generar filamento para impresión 3D a partir del plástico de botellas. En ellos se detalla el proceso por el cual van deshaciendo una botella de plástico hasta generar una bobina de filamento; aunque en este proceso el filamento creado es plano y parece un “tallarín”. A continuación los distintos youtubers explican cómo fundir el plástico y pasar, mediante un pequeño dispositivo creado, el filamento desde la forma de “tallarín” a la de “espagueti”, siendo así ya óptimo de esta forma el filamento para su utilización en la impresión 3D.

Estas técnicas, al promover el reciclaje de materiales y procesos de fabricación eficientes, ofrecen un enfoque respetuoso con el medio ambiente que puede ser implementado tanto en la educación en enseñanzas artísticas como en la práctica profesional del arte.

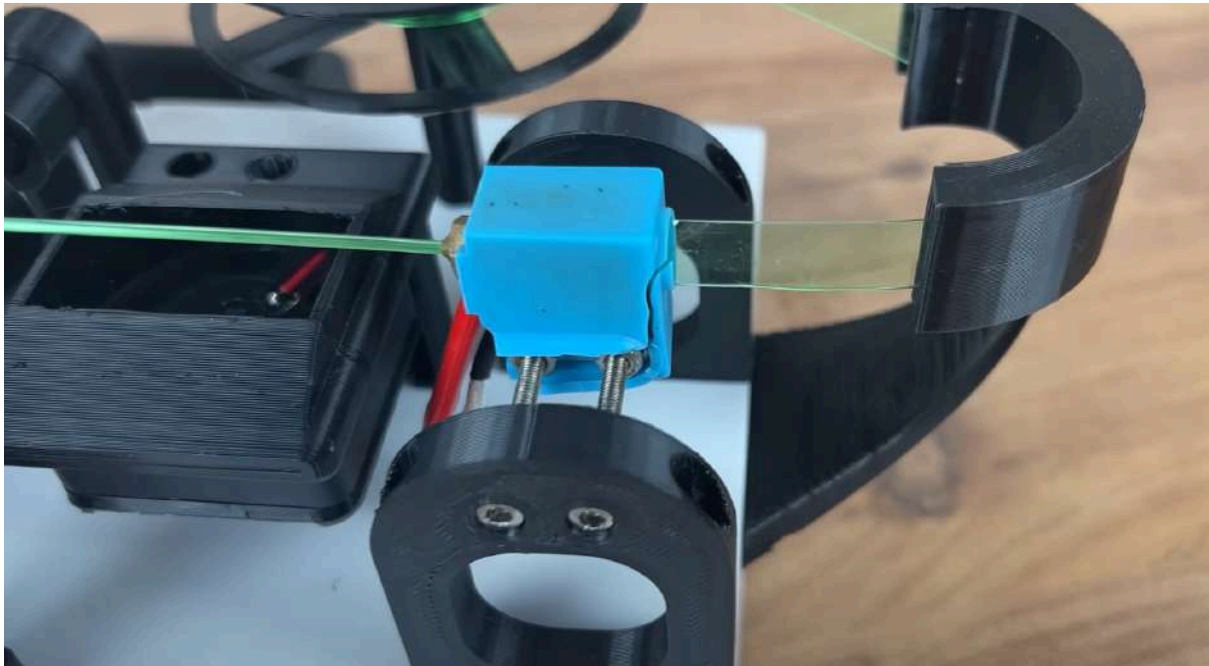


Figura 21: Creación de filamento para impresión a partir de plástico de botellas.

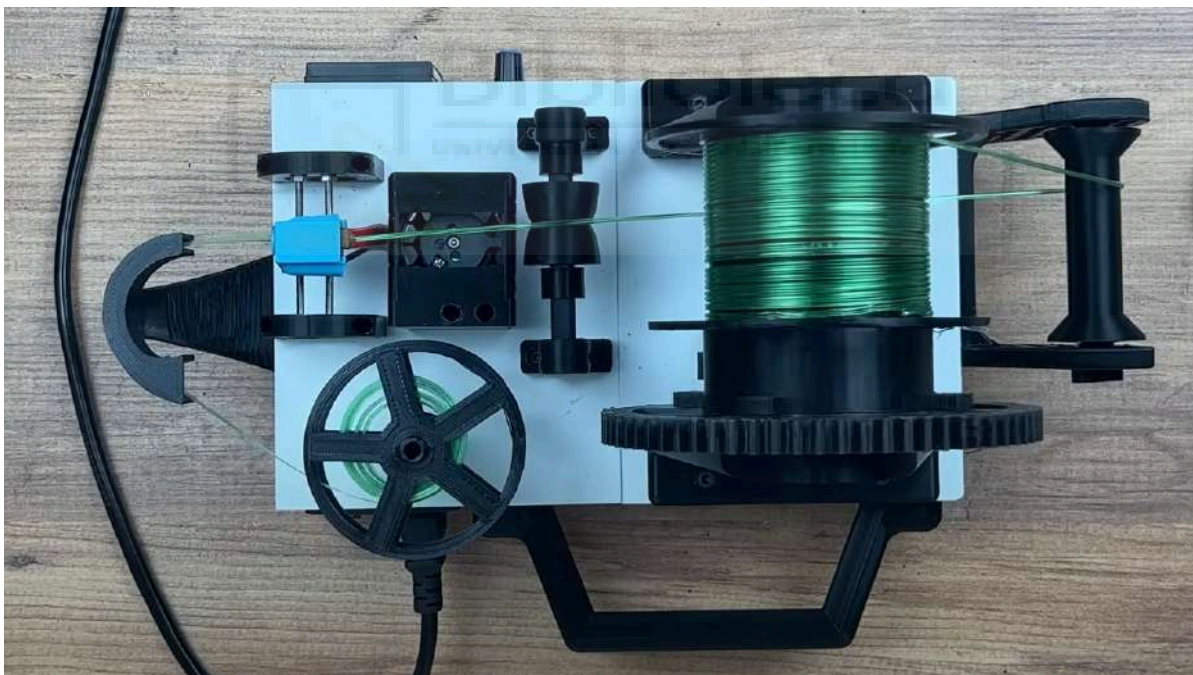


Figura 22: Impresora 3D de con filamento creado con el plástico de botellas.



Figura 23: Distintos filamentos creados con botellas de plástico dispuestos para impresión 3D.

5 - CONCLUSIONES

La tecnología de impresión 3D ha revolucionado las clases en las enseñanzas artísticas; ofrece a los estudiantes herramientas innovadoras para expresar su creatividad y para comprender la historia del arte de un modo más integral. Además permite a los estudiantes de diseño materializar sus ideas de forma tangible y trabajar continuamente en sus modelos para mejorarlos de forma progresiva; ya que se trata de una tecnología barata y de fácil acceso.

La integración de esta tecnología en la educación superior ha sido significativa y esto demuestra su utilidad y efectividad a la hora de formar al alumnado. Su integración en la educación secundaria española puede tener un impacto fabuloso en la expresión artística, ya que complementa la formación de los estudiantes apoyando la enseñanza en Fundamentos Artísticos como una herramienta innovadora que les ayudará a comprender y apreciar a los grandes escultores, añade nuevas posibilidades en el desarrollo de proyectos en Dibujo Técnico Aplicado a las Artes Plásticas y al Diseño con la posibilidad de crear prototipos de forma económica para que puedan mejorar sus diseños progresivamente y ofrece nuevos modos de expresión artística en Proyectos Artísticos y en Educación Plástica, Visual y Audiovisual.

La tecnología de impresión 3D favorece el trabajo cooperativo entre los estudiantes y les otorga un aprendizaje activo, además de un pensamiento analítico ante la resolución de problemas, aprendiendo destrezas técnicas, manejo de equipos y habilidades de modelado 3D e impresión 3D; preparando a los alumnos y alumnas para su integración en un mercado laboral en el que cada día las nuevas tecnologías son más importantes.

Además, las impresoras 3D tienen una huella ecológica baja, ya que minimizan el material de desecho que generan, permiten el reciclado de plástico como material de impresión, promueven la producción local, amplían la vida útil de los objetos y pueden utilizarse con materiales sostenibles.

Por lo tanto integrar esta tecnología en las aulas de secundaria de enseñanzas artísticas de España puede ser una iniciativa adecuada para complementar y enriquecer la formación del alumnado, añadiendo nuevas destrezas en el perfil de salida de los estudiantes y presentándose como una oportunidad para que aprendan nuevas habilidades y dispongan de ellas como herramientas adicionales cuando vayan a abordar un proyecto o creatividad artística.

6 - BIBLIOGRAFÍA

PUBLICACIONES

Blanch, E., Espinel, J.C. (2022). *Modelado digital e impresión 3D de relieves y las posibilidades de implementación en la formación de artistas*. Universidad Complutense de Madrid.

Blázquez, P. J., Orcos, L., Mainz, J., Sáez, B. (2018). *Propuesta metodológica para la mejora del aprendizaje de los alumnos a través de la utilización de las impresoras 3D como recurso educativo en el aprendizaje basado en proyectos*. Universidad Internacional de la Rioja.

Ioannides, M, Quak, E. (2014). *3D Research Challenges in Cultural Heritage. A Roadmap in Digital Heritage Preservation*. State-of-the-Art Survey.

Meier, C., Saorin, J. L., De la Torre, J., Melian, D. (2015). *El patrimonio escultórico en el aula. Tecnologías avanzadas de bajo coste para introducir el modelado 3D y la impresión 3D*. Universidad de La Laguna.

Meier, C., Saorin, J. L., De la Torre, J., Melián-Díaz, D., Drago-Díaz M. (2015). *Creación de réplicas de patrimonio escultórico mediante reconstrucción 3D e impresoras 3D de bajo coste para uso en entornos educativos*. Universidad de La Laguna.

Otero, A. (2022). *Cocinas, residuos e impresión 3D. Biomateriales basados en cáscaras de huevo y conchas de mejillón*.

Rosenboom, J., Langer, R., Traverso, G. (2022). *Bioplastics for a circular economy*. Springer Nature.

Suárez, L., Espinosa, M., Domínguez, M. (2020). *Sustainable design in 3d printing: State of the art*. Madrid.

Tortosa, R., Meléndez, R. F., Sánchez, R. (2015). *Nuevos sistemas de impresión 3D para la creación artística. La visualización digital*. Universitat Politècnica de València.

PUBLICACIONES ONLINE

Educators Technology. (2024, Mayo). Importance of 3D Printing in Education.
<https://www.educatorstechnology.com/2013/03/importance-of-3d-printing-in-education.html>

Historia-Arte. (2024, Mayo). San Jorge. El valiente caballero tiene miedo.
<https://historia-arte.com/obras/san-jorge-donatello>

YOUTUBE - VÍDEOS

Citeia. (2021, Marzo 30). Los MEJORES PROGRAMAS 3D. Perfectos para modelado, animación e IMPRESIÓN 3D. [¿CUÁL ES EL MEJOR?]
[Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=bdT7XOjB4pU>

CNC Kitchen. (2023, Septiembre 16). PET Bottle Recycling: Waste to 3D Printing Filament.
[Vídeo]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=1yle1Pp_Nrg

Control 3D. (2022, Enero 5). 🌟CURA vs PRUSASLICER🌟 ¿Cuál es el MEJOR Laminador para Impresión 3D?
[Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=u4luMoamrcA>

Control 3D. (2021, Julio 7). Diseño 3D GRATIS + FÁCIL de usar 🙌 ¿CUÁL es el MEJOR programa para ▶ Modelado 3D?
[Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=8ggU9aztc-l>

ELECTRONOBS. (2022, Julio 31). 3D Filament From PET Bottle + Controller PCB.
[Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=ueJXQ7appC0>

JackIsBuildingKIRI. (2023, Septiembre 14). Comparing Top Five 3D Scanner Apps | Photogrammetry VS NeRFs VS LiDAR.
[Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=9dyAj9gXlms&t=3s>

mr3dp. (2021, Agosto 7). How to Make free & easy filament for 3D printer at home.

[Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=Eecbdb0bQWQ>

TEDx Talks. (2021, Junio 29). Art, Engineering, & Environmentalism: 3D-Printing | Sameer Bajaj | TEDxOrangeCountySchoolOfTheArts.

[Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=SPfFXflLWY>

TEDx Talks. (2016, Mayo 6). The Power of Creating: 3D Printing + Education | Gasco Gomez Vicente | TEDxUPRM.

[Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=KW BCa 1J 98>

TEDx Talks. (2016, Junio 27). Why teachers should bring 3D printers into the classroom | Stephen Elford | TEDxRosalindParkED.

[Vídeo]. YouTube. https://www.youtube.com/watch?v=-yRCUIbl_Do&t=8s

Tylman Design. (2022, Octubre 9). PET-Machine, make Your own 3D printer filament from plastic bottles at home (DIY!).

[Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=WUcZyOWUzcY>

Universidad de La Sabana. (2019, Noviembre 18). Impresión 3D, tecnología que transforma la educación.

[Vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=PtUkRqY6pw0>

INSTAGRAM - REELS

Perfil de Instagram

Raúl Ordoñez [@jaspeante]. (n.d.). Reels [Perfil de Instagram]. Instagram.

Recuperado Mayo 25, 2024, de https://www.instagram.com/reel/C2H8DO_NQ4o/?igsh=MTd4aXhtbXJ6cTczNw%3D%3D

• Reel

Raúl Ordoñez [@jaspeante]. (2024, Enero 15). Con esta app puedes escanear en #3D cualquier objeto o persona para después crear animaciones increíbles o incluso realizar una #impresion3d

Perfil de Instagram

Tcat Toys [@tcattoys]. (n.d.). Reels [Perfil de Instagram]. Instagram.

Recuperado Mayo 25, 2024, de https://www.instagram.com/reel/C4mP_DOJEXy/?igsh=MWs4eDgyZXJoaDJiZg%3D%3D

- Reel

Tcat Toys [@tcattoys]. (2024, Marzo 17). This free AI powered 3D scanner is wild!

FIGURAS

3dprintingdoctor [Figura 2: Imagen en línea de un reel de la red social que detalla un muñeco impreso con filamento de diversos colores.] Recuperado el 25 de mayo de 2024.

<https://www.instagram.com/reel/C5bD7EwLr2Z/?igsh=MWdsMmFjdmY4NWZ0dA%3D%3D>

Thingiverse [Figura 5: Interfaz de Thingiverse, plataforma para compartir y descargar modelos 3D.] Recuperado el 26 de mayo de 2024.

<https://www.thingiverse.com/>

Cults 3D [Figura 6: Interfaz de Cults 3D, plataforma de descargas de modelos 3D.] Recuperado el 26 de mayo de 2024.

<https://cults3d.com/es>

Yeggi [Figura 7: Obras de arte escultóricas disponibles en Yeggi, plataforma web de descargas de modelos 3D. Recuperado el 25 de mayo de 2024.

<https://www.yeggi.com/q/david+donatello/>

MyMiniFactory [Figura 8: Imagen en línea de la plataforma que detalla las escultura del San Jorge de Donatello esculpida en 3D disponible para descargar] Recuperado el 25 de mayo de 2024.

<https://www.myminifactory.com/object/3d-print-saint-george-105612>

JackIsBuildingKIRI [Figura 12: Escaneo de una figura tridimensional mediante una aplicación del teléfono móvil.] Recuperado el 25 de mayo de 2024.

<https://www.youtube.com/watch?v=9dyAj9gXlms&t=3s>

JackIsBuildingKIRI [Figura 13: Reproducción digital de la figura escaneada con distintas aplicaciones.] Recuperado el 25 de mayo de 2024.

<https://www.youtube.com/watch?v=9dyAj9gXlms&t=3s>

Historia-Arte [Figura 18: San Jorge de Donatello, Museo Nacional del Bargello, Florencia (Italia).] Recuperado el 27 de mayo de 2024.

<https://www.yeggi.com/q/david+donatello/>

Otero, A. (2022). [Figura 19: Componentes naturales para generar con ellos material de impresión 3D.] Recuperado de Cocinas, residuos e impresión 3D. Biomateriales basados en cáscaras de huevo y conchas de mejillón.

<https://doi.org/10.46516/inmaterial.v7.145>

Otero, A. (2022). [Figura 20: Impresora 3D optimizada para trabajar con material de impresión 3D creado con componentes naturales.] Recuperado de Cocinas, residuos e impresión 3D. Biomateriales basados en cáscaras de huevo y conchas de mejillón. <https://doi.org/10.46516/inmaterial.v7.145>

Tylman Design [Figura 21: Creación de filamento para impresión a partir de plástico de botellas.] Recuperado el 13 de mayo de 2024.

<https://www.youtube.com/watch?v=WUcZyOWUzcY>

Tylman Design [Figura 22: Impresora 3D de con filamento creado con el plástico de botellas.] Recuperado el 13 de mayo de 2024.

<https://www.youtube.com/watch?v=WUcZyOWUzcY>

Tylman Design [Figura 23: Distintos filamentos creados con botellas de plástico dispuestos para impresión 3D.] Recuperado el 13 de mayo de 2024.

<https://www.youtube.com/watch?v=WUcZyOWUzcY>

SOFTWARE DE MODELADO 3D

Autodesk. (2024, Mayo). Descarga del software de modelado 3D Fusion 360.

<https://www.autodesk.com/products/fusion-360/personal>

Autodesk. (2024, Mayo). Descarga de los programas de modelado 3DS Max y Mudbox para estudiantes.

<https://www.autodesk.com/education/edu-software/overview?page=1&sorting=featured&filters=individual>

Blender. (2024, Mayo). Descarga del software de modelado 3D Blender.

<https://www.blender.org/download/>

FreeCAD. (2024, Mayo). Descarga del software de modelado 3D FreeCAD.

<https://www.freecad.org/downloads.php>

Maxon. (2024, Mayo). Descarga de los programas de modelado 3D Cinema 4D y ZBrush para centros de enseñanza.

<https://www.maxon.net/en/buy/schools-universities>

Onshape. (2024, Mayo). Descarga del software de modelado 3D Onshape.
<https://www.onshape.com/en/platform>

SketchUp. (2024, Mayo). Portal del software de modelado 3D SketchUp.
<https://www.sketchup.com/es>

Tinkercad. (2024, Mayo). Descarga del software de modelado 3D Tinkercad.
<https://www.tinkercad.com/>

SOFTWARE DE LAMINADO 3D

Chitubox. (2024, Mayo). Descarga del software de laminado 3D Chitubox.
<https://www.chitubox.com/en/index>

Prusa 3D. (2024, Mayo). Descarga del software de laminado 3D Prusa Slicer.
https://www.prusa3d.com/es/pagina/prusaslicer_424/

UltiMaker Cura. (2024, Mayo). Descarga del software de laminado 3D UltiMaker Cura.
<https://ultimaker.com/es/software/ultimaker-cura/>

PLATAFORMAS ONLINE PARA COMPARTIR Y DESCARGAR MODELOS 3D

Cults 3D. (2024, Mayo). Plataforma en línea para compartir y descargar modelos 3D.
<https://cults3d.com/es>

MyMiniFactory. (2024, Mayo). Plataforma en línea para descargar modelos 3D que recopila modelos 3D de distintos sitios web.
<https://www.myminifactory.com/>

MyMiniFactory. (2024, Mayo). Perfil del Museo de Arte Nacional de Dinamarca en la plataforma en línea para descargar modelos 3D MyMiniFactory.
<https://www.myminifactory.com/users/SMK%20-%20Statens%20Museum%20for%20Kunst?show=store&page=1 files=files>

Thingiverse. (2024, Mayo). Plataforma en línea para compartir y descargar modelos 3D.
<https://www.thingiverse.com/>

Yeggi. (2024, Mayo). Plataforma en línea para descargar modelos 3D que recopila modelos 3D de distintos sitios web.
<https://www.yeggi.com/>

7 - ANEXOS

7.1 - PERMISOS NECESARIOS PARA LA REALIZACIÓN DE ESTE TFM





INFORME DE EVALUACIÓN DE INVESTIGACIÓN RESPONSABLE DE 2. TFM (Trabajo Fin de Máster)

Elche, a 3/02/2024

Nombre del tutor/a	David Trujillo Ruiz
Nombre del alumno/a	Borja García Fernández
Tipo de actividad	Sin implicaciones ético-legales
Título del 2. TFM (Trabajo Fin de Máster)	Integración de la tecnología de impresión 3D en las aulas de enseñanzas artísticas para el enriquecimiento de la formación y la experiencia del alumnado.
Evaluación de riesgos laborales	No solicitado/No procede
Evaluación ética humanos	No solicitado/No procede
Código provisional	240202092320
Código de autorización COIR	TFM.MP2.DTR.BGF.240202
Caducidad	2 años

Se considera que el presente proyecto carece de riesgos laborales significativos para las personas que participan en el mismo, ya sean de la UMH o de otras organizaciones.

La necesidad de evaluación ética del trabajo titulado: **Integración de la tecnología de impresión 3D en las aulas de enseñanzas artísticas para el enriquecimiento de la formación y la experiencia del alumnado**, ha sido realizada en base a la información aportada en el formulario online: "TFG/TFM: Solicitud Código de Investigación Responsable (COIR)", habiéndose determinado que no requiere ninguna evaluación adicional. Es importante destacar que si la información aportada en dicho formulario no es correcta este informe no tiene validez.

Por todo lo anterior, se autoriza la realización de la presente actividad.

Atentamente,

Alberto Pastor Campos
Jefe de la Oficina de Investigación Responsable
Vicerrectorado de Investigación y Transferencia