



**VNiVERSiDAD
D SALAMANCA**

CAMPUS DE EXCELENCIA INTERNACIONAL

El uso de nuevas tecnologías y su implementación en la conservación y producción de obras de arte

PLAN DE INVESTIGACIÓN

**PROGRAMA DE DOCTORADO EN
FORMACIÓN EN LA SOCIEDAD DEL CONOCIMIENTO**

Universidad de Salamanca

AUTOR: MIGUEL GARCÍA GARCÍA

**DIRECTORAS: ISABEL MATILDE BARRIOS VICENTE (07955443-L) y
SARA RODRÍGUEZ GONZÁLEZ (70864126-E)**

FECHA: 15 de junio de 2018

INTRODUCCIÓN Y JUSTIFICACIÓN DEL TEMA OBJETO DE ESTUDIO

Hasta finales del siglo XIX, los avances tecnológicos no tuvieron gran impacto en la definición de las artes tradicionales:

Arquitectura, Escultura, Pintura, Música, Poesía e Interpretación. El siglo XX es conocido por sus muchos micro-movimientos artísticos. La llegada de internet ha cambiado la sociedad humana a muchos niveles, y el arte es uno de ellos. No sólo Internet ofrecía un foro de intercambio en que las obras podían llegar a todo el mundo, sino que el arte digital [12] había nacido en una pantalla para ser mostrado en una pantalla. Podemos ver una fotografía del Guernica en la pantalla del ordenador, pero no estaremos experimentando ni la mitad de lo que el autor pretendió al pintarlo. Sin embargo, cuando vemos arte digital, lo experimentamos tal y como el autor tiene en mente que lo vamos a experimentar. Es decir, el arte digital se encuentra en su hábitat natural en la pantalla del ordenador.

Todo ha surgido como consecuencia del avance de la tecnología y de su uso en el arte. La informática produjo grandes cambios y multiplicó los formatos artísticos; del mismo modo ocurrió con la tecnología de otras épocas como fue el uso de lentes y espejos empleados por artistas para facilitar el modo de composición a partir de la realidad [1]. En la actualidad, el arte se ha encargado de incorporar la tecnología en sus procesos, como las proyecciones digitales, el desarrollo del sonido, el uso de Apps para complementar una obra, o la aplicación de las tecnologías 3D y 4D [2].

Existe un interés previo por parte del doctorando, a partir de proyectos profesionales implicados en la producción artística, gestión cultural y conservación de bienes culturales. De este modo y a través del contacto con la obra de arte, se puede justificar el interés personal en la captura del momento, la recopilación, la colección del objeto artístico; tal vez esa inquietud materialista por absorber cualquier testimonio de la obra de arte que pasa por las manos del artista o restaurador de obras de arte, sea la búsqueda de la esencia artística.

Se han desarrollado distintos proyectos haciendo uso de esta tecnología, aplicada al sector arquitectónico adaptando las técnicas de impresión 3D [6], [7] a otros formatos, igualmente para el desarrollo de mobiliario urbano o con finalidades exclusivamente decorativas. Incluso, existe una empresa anglo-española con sede en Madrid (FactumARTE) que ejecuta proyectos de replicado artístico, con el empleo de este tipo de tecnología [3].

Es posible dar testimonio de una actividad artística en paralelo a la parte profesional desarrollada por el doctorando en su empresa (restNOVA SOLUCIONES ARTÍSTICAS), realizando talleres (ARTENTUSMANOS) con una finalidad que es emocionar a través del lenguaje de las manos. En la actualidad, el propio proceso creativo ha hecho buscar nuevas herramientas para conseguir la reproducción del gesto a través de una metodología no invasiva y por lo tanto que los materiales no estén en contacto con la superficie del cuerpo. Para ello se ha planteado la posibilidad del estudio con tecnología de escaneo 3D e impresión 3D y determinar su viabilidad en el proceso de creación artístico.

El objetivo de este trabajo de investigación pretende estudiar y valorar las distintas técnicas de impresión 3D y escaneo 3D e implementarlas en el proceso de producción artística y en la intervención sobre el patrimonio histórico-artístico para favorecer su conservación [8], [9] y comprensión [10], [11]. De esta manera no solamente se plantearán las ventajas e inconvenientes de estas técnicas, sino que además a través de la recopilación, estudio y comparación de cada una de ellas, será posible recomendar un uso concreto para el empleo en unas condiciones óptimas.

El trabajo estará fundamentado en una labor de investigación, recopilación y clasificación de los tipos de escaneo 3D e impresión 3D, empleados en los procesos de creación artística y su derivación en la intervención sobre el patrimonio histórico-artístico [4] [5].

La impresión 3D en el sentido original del término se refiere a los procesos en los que secuencialmente se acumula material en una cama o plataforma por diferentes métodos de fabricación, tales como polimerización, inyección de aporte, inyección de aglutinante, extrusión de material, cama de polvo, laminación de metal, depósito metálico.

Existen múltiples modelos comerciales:

- de sinterización láser, donde un suministrador va depositando finas capas de polvo de diferentes metales (acero, aluminio, titanio...) y un láser a continuación funde cada capa con la anterior.
- de estereolitografía, donde una resina fotosensible es curada con haces de luz ultravioleta, solidificándola.
- de compactación, con una masa de polvo que se compacta por estratos.
- de adición, o de inyección de polímeros, en las que el propio material se añade por capas.

Un escaneo 3D es un proceso a partir del cual un dispositivo 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 la arqueología, arquitectura, ingeniería, y entretenimiento (en la producción de películas y videojuegos).

Teniendo en cuenta el estado actual de las tecnologías relativas al escaneo 3D e impresión 3D, la hipótesis de partida de este trabajo de investigación es una posible la utilización de distintas herramientas fundamentadas en la tecnología de escaneo 3D e impresión 3D, en el proceso de creación artística (principalmente técnicas escultóricas) y de esa manera estimular el uso de una nueva herramienta que permita una fidelización de la idea y que sirva de estímulo para el artista.

Para el presente trabajo de investigación se pretenden cumplir los siguientes objetivos:

- Realizar una completa revisión del estado del arte en cuanto a la tecnología de impresión 3D y escaneo 3D, además de los procesos y sus posibilidades; identificando las necesidades y limitaciones actuales.
- Estudiar y valorar el uso de esta tecnología en conservación de obras de arte.
- Estudiar los distintos aspectos legales de producción y reproducción que permita garantizar la propiedad intelectual de la obra.
- Diseñar una metodología de actuación no invasiva que facilite la obtención de datos para su procesamiento en relación a la producción de la obra de arte.
- Diseñar dos casos de estudios que sirvan para valorar

PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN:

- ¿Se puede considerar la técnica de escaneo 3D como alterantiva "no invasiva" en la obtención de volúmenes escultóricos para su digitalización, interpretación o reproducción?
- ¿Se puede considerar las herramientas de escaneo 3D e impresión 3D como técnicas de producción artística accesibles para cualquier persona (manejo, distancia y economía)?
- ¿A partir de la impresión 3D, se puede obtener un objeto artístico definitivo o es un boceto que necesita un tratamiento o acabado final?

METODOLOGÍA

Para realizar esta investigación se ha fijado una metodología que se compone de una serie de actividades, entre las que se encuentran un estudio del estado del arte para extraer las principales características tanto de los escáneres 3D e impresoras 3D, como de sus metodologías y procesos. En función de estos datos, se puede valorar el uso o la implementación en los procesos artísticos tradicionales [14], [15]. Gracias a ello se conseguirá definir qué necesidades existen y de igual modo definir de una mejor manera la línea de investigación a seguir para la propuesta final.

Como segunda actividad se plantea la implementación sobre un proceso de producción artístico previamente realizado por el propio doctorando y su experimentación con múltiples configuraciones para que se definan unos hitos y unas fechas de finalización determinadas que garanticen la viabilidad de la propuesta y unos resultados fiables dentro del plazo propuesto.

- Escaneo 3D como herramienta en el proceso de creación escultórico [19], [20].
- Escaneo 3D como herramienta para la obtención de datos (ej: bienes muebles del museo de Salamanca) [13], [16], [17].
- Impresión 3D de modelos previamente digitalizados [18], [22], [23], [24].

Se constituye en la tercera actividad de este proyecto de investigación, la evaluación de los resultados y la presentación de las conclusiones; y en esta fase se establecerán contactos con empresas e investigadores que puedan proporcionar ideas y analizar la solución propuesta.

Finalmente se complementa este proyecto de investigación con la publicación de los resultados obtenidos mediante artículos, congresos y una memoria, con el fin de obtener la mayor difusión posible y así valorar el resultado con expertos en el área.

En el apartado de planificación se presenta un cronograma temporal ajustado a tres años.

MEDIOS Y RECURSOS MATERIALES DISPONIBLES (MÁXIMO 50 LÍNEAS):

MATERIAL MEANS AND RESOURCES AVAILABLE (50 LINE MAXIMUM):

Este trabajo se desarrolla en el programa de Doctorado: Formación en la Sociedad del Conocimiento [26-29], siendo su portal la principal herramienta de comunicación y visibilidad de los avances [25].

Para el desarrollo del proyecto de investigación, se están usando los recursos propios del doctorando, adquiridos para el desarrollo de experimentos en su propia empresa "restNOVA SOLUCIONES ARTÍSTICAS". El espacio de trabajo se encuentra situado en la Incubadora del Parque Científico de la Universidad de Salamanca (C/Río Duero 12, CP/37185, Villamayor-Salamanca), con la posibilidad de disposición de una impresora 3D, y tecnología básica de escaneo 3D. De igual modo, existe la posibilidad de colaboración con el Grupo de investigación en Bioinformática, Sistemas Inteligentes y Tecnología Educativa y el Instituto de Arte y Tecnología de la Animación Digital, siempre y cuando sea necesario realizar trabajos específicos de su competencia, así como pueda tratarse de soporte y ayuda del personal con el que cuenta el grupo.

Gracias a la infraestructura y a los medios tecnológicos que el Grupo de investigación en Bioinformática, Sistemas Inteligentes y Tecnología Educativa, el Instituto de Arte y Tecnología de la Animación Digital y la empresa restNOVA SOLUCIONES ARTÍSTICAS puedan poner a disposición de este proyecto de investigación, será posible validar todas las innovaciones que se obtengan en el marco de esta investigación.

PLANIFICACIÓN TEMPORAL

La planificación temporal planteada para llevar a cabo el trabajo de tesis doctoral se plantea en tres anualidades de acuerdo al siguiente esquema:

PRIMER AÑO: Inicio del trabajo de investigación, centrado en las siguientes tareas:

1. Diseño del plan de trabajo.
2. Revisión de estado del arte en mecanismos de escaneado tridimensional y su empleo en producción artística y en las intervenciones realizadas sobre el patrimonio artístico.
3. Revisión de estado del arte en mecanismos de impresión tridimensional y su empleo en producción artística y en las intervenciones realizadas sobre el patrimonio artístico.
4. Realización de un informe en el que se recojan las necesidades y limitaciones actuales identificadas tras la revisión del estado del arte. Planteamiento y clasificación de los distintos tipos de acuerdo a sus características específicas y la composición de los materiales empleados.
5. Realización de seminarios del programa de doctorado.
6. Participación en cursos de formación y especialización.
7. Realización de talleres con la intención de difundir la información.
8. Participación en reuniones de seguimiento.
9. Planteamiento de una estancia fuera de España.

SEGUNDO AÑO: Estimación de las tareas para continuar con el proyecto de investigación.

10. Posibilidad de colaboración con empresa en relación con proyectos de arte y tecnología.
11. Diseño de un proyecto artístico que permita implementar el uso de escáner 3D e impresora 3D en el proceso de producción artística.
12. Difusión de resultados.

TERCER AÑO: Estimación de las tareas para finalizar el proyecto de investigación

13. Tareas de implementación a partir del estudio de taller.
14. Evaluación de mejoras en relación con procesos tradicionales.
15. Difusión de resultados.
16. Conclusiones.

Esta estructura se verá afectada por posibles modificaciones siempre y cuando así lo requiera el proceso y dé un significado crítico y completo al trabajo final.

REFERENCIAS

- [1] Hockney, D., Gayford, M. (2017). Una historia de las imágenes. Ed. Siruela
- [2] Torres, J. C., Cano, P., Melero, J., España, M., Moreno, J., Aplicaciones de la digitalización 3D del patrimonio (2010). GIIG: Grupo de Investigación en Informática Gráfica de la Universidad de Granada. España.
- [3] Museo Nacional del Prado. Ministerio de educación, cultura y deporte (2015). Madrid. Memoria de Actividades MNP 2014: El Museo del Prado está colaborando con la empresa Factum Arte Desarrollos Digitales en un novedoso proyecto para la captación de imágenes 3-D, con escáner y cámara fotográfica de alta resolución.
- [4] Akhtar, S., Akoglu, G., Simon, S., Rushmeier, H., PROJECT ANQA: DIGITIZING AND DOCUMENTING CULTURAL HERITAGE IN THE MIDDLE EAST (2017).
- [5] Galiana, M., Más, A., Lerma, C., Peñalver, M. J., Conesa, S., Methodology of the Virtual Reconstruction of Architectonic Heritage: Ambassador Vich's Palace in Valencia. *International Journal of Architectural Heritage: Conservation, Analysis, and Restoration* (2014) DOI:10.1080/15583058.2012.672623.
- [6] Erolin, C., Jarron, M., Csetenyi, Laszlo J., Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage: Zooology 3D: Creating a digital collection of specimens from the D'Arcy Thompson Zoology Museum. *Digital Applications in Archaeology and Cultural Heritage* 7 (2017) 51-55.
- [7] Remondino, F., Heritage Recording and 3D Modeling with Photogrammetry and 3D Scanning (2011) DOI: 10.3390/rs3061104.
- [8] Pieraccini, M., Guidi, G., Atzeni, C., 3D Digitizing of cultural heritage. *Journal of Cultural Heritage* 2 (2001) 63–70. S1296207401011086/FLA
- [9] Yastikli, N., Documentation of cultural heritage using digital photogrammetry and laser scanning. *Journal of Cultural Heritage* 8 (2007) 423 e 427.
- [10] Soler, F., Melero, F. J., Luzón, M. V., A complete 3D information system for cultural heritage documentation. *Journal of Cultural Heritage* Volume 23, January–February 2017, Pages 49-57.
- [11] Godin, G., Beraldin, J. A., Taylor, J., Cournoyer, L., Rioux, M., El-Hakim S., Baribeau, R., Blais, F., Boulanger, P., Domey, J., Picard, M., Active Optical 3D Imaging for Heritage Applications. *Computer Graphics in Art History and Archaeology*. 0272-1716/02 © 2002 IEEE.
- [12] Kuspit, D., Arte digital y videoarte: transgrediendo los límites de la representación. *Círculo de Bellas Artes* (2006). ISBN: 9788486418830.
- [13] CYARK. <http://cyark.org/>
- [14] La factoria 3D (2017). <https://sketchfab.com/models/dc6ac7fc4c434904a6796f23d7a70e31>
- [15] Imprimalia 3D (2018). <http://imprimalia3d.com/noticias/2018/03/30/009869/semana-santa-procesiona-primera-virgen-impresa-3d>
- [16] Gómez, A. (2016). <https://mundo.sputniknews.com/infografia/201606281061319668-palmira-liberacion-patrimonio-humanidad/#top>
- [17] Rekrei (2015). <https://projectmosul.org/>
- [18] Petrobim (2013). <http://petrobim.com/2017/02/23/protesis-en-3d-para-restaurar-el-patrimonio-destruido-en-siria/>
- [19] The new raw. <http://www.thenewraw.org/>
- [20] Myme3d. <https://www.myme3d.com/noticias/proteccion-pionera-para-el-flagelado-con-una-copia-de-seguridad-en-3d>
- [21] Barajas, M. (2016). <http://www.elmundo.es/ciencia/2016/10/16/58025990e2704e231c8b462e.html>
- [22] Factum arte (2016). <http://www.factum-arte.com/pag/830/The-Bronze-Oak-Project>
- [23] Factum arte (2012). <http://www.factum-arte.com/pag/713/Una-colecci%C3%83%C2%B3n-de-edici%C3%83%C2%B3n-limitada-br-de-objetos-fabricados-partiendo-de-dise%C3%83%C2%B1os-de-Giambattista-Piranesi>
- [24] Factum arte (2012). <http://www.factum-arte.com/pag/573/>
- [25] García-Holgado, A., García-Peñalvo, F. J., & Rodríguez-Conde, M. J. (2015). Definition of a technological ecosystem for scientific knowledge management in a PhD Programme. In G. R. Alves & M. C. Felgueiras (Eds.), *Proceedings of the Third International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'15) (Porto, Portugal, October 7-9, 2015)* (pp. 695-700). New York, NY, USA: ACM.
- [26] García-Peñalvo, F. J. (2013). Education in knowledge society: A new PhD programme approach. In F. J. García-Peñalvo (Ed.), *Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'13) (Salamanca, Spain, November 14-15, 2013)* (pp. 575-577). New York, NY, USA: ACM.

- [27] García-Peñalvo, F. J. (2014). Formación en la sociedad del conocimiento, un programa de doctorado con una perspectiva interdisciplinar. *Education in the Knowledge Society*, 15(1), 4-9.
- [28] García-Peñalvo, F. J. (2017). *Education in the Knowledge Society PhD Programme. 2017 Kick-off Meeting*. Paper presented at the Seminarios del Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento (16 de noviembre de 2017), Salamanca, España. <https://goo.gl/bJ5qKd>
- [29] García-Peñalvo, F. J., Ramírez-Montoya, M. S., & García-Holgado, A. (2017). TEEM 2017 Doctoral Consortium Track. In J. M. Doderó, M. S. Ibarra Sáiz, & I. Ruiz Rube (Eds.), *Fifth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'17) (Cádiz, Spain, October 18-20, 2017)* (Article 93). New York, NY, USA: ACM.