



El Patrimonio Gráfico  
La Gráfica del Patrimonio

**EL PATRIMONIO GRÁFICO. LA GRÁFICA DEL PATRIMONIO**  
XVIII Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica

Zaragoza, 21-25 de septiembre de 2020

Editores:

Luis Agustín-Hernández

Noelia Cervero Sánchez

Miguel Sancho Mir



**Universidad**  
Zaragoza



Prensas de la Universidad  
Universidad Zaragoza



COLEGIO  
OFICIAL DE  
ARQUITECTOS DE  
ARAGÓN

---

## CONGRESO INTERNACIONAL DE EXPRESIÓN GRÁFICA ARQUITECTÓNICA (18º. 2020. Zaragoza)

El Patrimonio Gráfico. La Gráfica del Patrimonio / XVIII Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica, celebrado en Zaragoza, del 21 al 25 de septiembre de 2020; director del congreso, Luis Agustín-Hernández; edición a cargo de Luis Agustín-Hernández, Noelia Cervero Sánchez, Miguel Sancho Mir; Zaragoza: Prensas de la Universidad de Zaragoza, 2020

856 p.: il.; 24 cm.

Precede al título: Área de Conocimiento de Expresión Gráfica Arquitectónica, Departamento de Arquitectura, Universidad de Zaragoza

ISBN: 978-84-1340-161-4

1. Arquitectura - Congresos 2. Dibujo arquitectónico - Congresos. I. Agustín-Hernández, L. II. Cervero Sánchez, N. III. Sancho Mir, M. IV. Universidad de Zaragoza, Departamento de Arquitectura

---

### EL PATRIMONIO GRÁFICO. LA GRÁFICA DEL PATRIMONIO

XVIII Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica  
Zaragoza, 21 al 25 de septiembre de 2020

#### Coordinadores y Editores Científicos:

Luis Agustín-Hernández  
Noelia Cervero Sánchez  
Miguel Sancho Mir

Departamento de Arquitectura  
Escuela de Ingeniería y Arquitectura  
Universidad de Zaragoza

© de los textos: sus autores

© de las imágenes: sus autores

© de la edición: Prensas de la Universidad de Zaragoza

ISBN: 978-84-1340-161-4

Depósito Legal: Z 979-2020

Imprime: Prensas de la Universidad de Zaragoza

No está permitida la reproducción total o parcial de este libro, ni su tratamiento informático, ni la transmisión de ninguna forma o por cualquier medio, ya sea electrónico, mecánico, por fotocopia, por registro u otros métodos, ni su préstamo, alquiler o cualquier otra forma de cesión de uso del ejemplar; sin el permiso previo y por escrito de los titulares de Copyright.

Las imágenes que ilustran los textos son responsabilidad de los autores, eximiendo a los editores de cualquier responsabilidad en la que pudieran incurrir por la publicación de este libro, ya sea por un uso indebido o no autorizado, o por una citación de fuentes inadecuada.

autori

vagnolo@unica.it

Civil Engineering, (University of Cagliari), Associate Professor and Techniques of Drawing (8E1, SSD ICAR/17 Drawing) at Civil Environmental Engineering CAAR, University of Cagliari). Interests aimed on the themes of active and explorative dimension, presentation of architecture and on drawing as an instrument of expression and communication of thought. Research topics: 3D based and reality-based; communication; Digital Heritage; on Issues; 3D recording and Cultural Heritage; BIM and Cultural at national and international level. Author of over 60 scientific papers and Member (2019/2020) of the "Civil Engineering and Architecture" of the University of Cagliari. Member of the group for historical and traditional architectures), DICAAR, University of Cagliari, he has been a member of the group (UID).

...ors in architecture from the ...ri, he is a PhD student with a ...ey and modelling of historical ... implementation in HBIM ... of articles on the techniques of ... 3D modelling of complex ... of algorithmic modelling tools. ... t include production and post- ... tive multimedia content within ... he promotion of the territory and ... t and processing of geographical ... ing GIS tools and urban analysis ... m of official sources with social

## Fusión de estrategias RV y RA para la inmersión en patrimonios histórico-arquitectónicos desaparecidos

Mauro Costa Couceiro, Rui Lobo y António Monteiro

Universidade de Coimbra, Portugal

### Resumen

*El monasterio de Santa Cruz, en Coimbra, de los Canónigos Regulares de San Agustín, fundado en 1131, fue una de las principales casas religiosas de Portugal antes de que se extinguieran las órdenes religiosas, en 1834 (Dias y Coutinho 2003, Craveiro 2011). El uso sin criterio del edificio y su aplicación a los usos más diversos condujeron a la destrucción progresiva de importantes legados artísticos y arquitectónicos. Inquestionablemente, la escala y la monumentalidad del complejo monástico apenas se aprecian, dando a los observadores contemporáneos una percepción drásticamente diferente del conjunto arquitectónico y de las obras de arte que lo componían.*

*Esta fue la razón principal por la cual decidimos establecer un proyecto de investigación que pudiera juntar la historia del arte y la arquitectura con las nuevas tecnologías, particularmente en los campos de las Realidades Virtual y Aumentada. Para lograr los propósitos específicos de este proyecto de investigación, nos interesamos por la fusión de estos dos campos de desarrollo emergentes que dieron origen a lo que se denominó Realidad Mixta (Milgram y Kishino 1994, pp. 1321-1329).*

*De este modo, la información arquitectónica y escultórica recreada digitalmente complementa el contexto subsistente con elementos digitales y datos de otras épocas, presentados de modo a proporcionar una inmersión visual, acústica e incluso táctil.*

*Palabras clave: patrimonio histórico; patrimonio arquitectónico; realidad virtual; realidad mixta; Monasterio de Santa Cruz.*

### 1. Introducción y Antecedentes

Durante finales del siglo XIX y principios del XX, partes importantes del monasterio de Santa Cruz fueron destruidas. Entre las más significativas se pueden referir la fachada monástica, el claustro de entrada (reemplazado por el edificio del Ayuntamiento de 1876-79), el dormitorio renacentista (de 128 metros de largo) y un prominente campanario medieval / barroco (Couto 2014).



Figura 1. Fachada del Monasterio de Santa Cruz, dibujo de José Carlos Magne (detalle), 1796. Fuente: Museo Nacional de Machado de Castro, Coimbra



Figura 2. Escaneo laser de las fachadas actuales del Ayuntamiento y de la Iglesia de Santa Cruz.

Fuente: Proyecto Santa Cruz.

En consecuencia, el objetivo de un proyecto de investigación que estamos desarrollando es permitir una comprensión renovada del pasado borrado del

monasterio de Santa Cruz mediante el uso de reconstrucciones virtuales de su patrimonio arquitectónico perdido que se puede percibir a través de las plataformas y dispositivos de Realidad Virtual y Aumentada, que van a estar, en estado de prototipo, disponibles para los visitantes de los locales estudiados. Sin embargo, nuestro pronóstico, teniendo en cuenta los resultados actuales, es de una diseminación más inmediata de los contenidos producida mediante el uso de dispositivos móviles. Estos permitirán a los visitantes descargar y ver contenidos del patrimonio perdido en el sitio, combinándolos con los elementos arquitectónicos y escultóricos que subsisten.

El primer paso para la implementación de nuestro proyecto fue una propuesta en un concurso donde fue acogido y seleccionado, de manera que la investigación científica y tecnológica es actualmente financiada. De este modo cuenta con el trabajo, conocimiento y la experiencia de varios investigadores en varios campos, como historiadores del arte, historiadores de la fotografía, arquitectos e informáticos que ayudan a interpretar el estado físico del complejo monástico a mediados del siglo XIX, antes de que tuvieran lugar las principales acciones destructivas.

## 2. *Discusión*

Uno se encuentra hoy en día en los albores de una nueva revolución definida por la forma como captamos el conocimiento. Esta última transformación acelerada, basada en la conexión íntima entre la información digital y nuestras capacidades perceptivas, nos conecta con realidades que van mucho más allá de nuestros sentidos naturales, dando lugar a nuevos campos exploratorios como la Realidad Virtual y Aumentada, caracterizados por aumentos cognitivos anclados en nuestro sistema sensorial. Estas tecnologías creativas proporcionan una experiencia interactiva en un entorno donde los elementos de la realidad se nutren con información digital, para acentuar ciertos aspectos de la realidad contemporánea o del pasado. Esta interconexión entre elementos intrínsecos y extrínsecos de los mundos virtual y real permite que los sistemas computacionales nos ayuden a observar y pensar, según la forma en que nuestro sistema nervioso fue desarrollado, además de permitirnos comunicar simbólicamente en varios contextos culturales.

Hay que tener en cuenta además que las Industrias Culturales Creativas (designación de la OCDE) son reconocidas, a nivel mundial, como uno de los factores económicos más relevantes del crecimiento y de la creación de empleo. Según los consultores TERA (2014), es vital estudiar y promover la singularidad del patrimonio cultural, teniendo en cuenta que estas industrias representan alrededor del 5% del PIB de la Unión Europea. La diseminación de la digitalización y representación 3D y el cambio asociado en la forma como la gente capta la realidad está obligando a las Industrias Culturales Creativas a desarrollar nuevas estrategias de crecimiento.

Como se mencionó, en ambos estudios, la intención es crear entornos de inmersión en una Realidad Mixta donde la fusión de los elementos digitales y analógicos se puede sostener de una manera persistente a través de los resultados visuales. Renshaw, Sonnenfeld y Meyers (2016, pp. 2113-2117) propusieron las reglas básicas para el desarrollo futuro de una prueba de Turing para Realidad Virtual con el fin de perseguir los objetivos del juego de imitación creado por Alan Turing en 1950. Este reto, inicialmente enfocado en aspectos relacionados con la Inteligencia Artificial, promueve actualmente estudios de cómo los humanos construyen un juicio sobre la veracidad de sus observaciones de rutina. En consecuencia, se tomó la "Prueba de Turing de Realidad Virtual" como una referencia en este proyecto para la realización de contenidos que acorten la distancia vivencial y contextual del observador a los objetos de estudio. Los observadores sometidos a la "Prueba de Turing de RV" fueron, en primer lugar, visitantes de prototipos desarrollados en varios talleres entre Portugal y Dinamarca, donde las versiones digitales de esculturas a escala humana de la "Última Cena" de Hodart (conjunto ejecutado entre 1530 y 1534 y hoy en el Museo Nacional Machado de Castro, en Coímbra) se tomaron de su entorno primordial (el antiguo refectorio monástico) y fueron insertadas abruptamente en otros espacios arquitectónicos sin relación con ese contexto original. Las reacciones de los observadores fueron registradas de modo a verificar el cumplimiento, aunque momentáneo, de la prueba de RV de Turing.

Estos experimentos sirvieron de preparación al equipo para una de las principales recreaciones pretendidas en el proyecto, que es la reposición de la "Última Cena" en su entorno original, un pequeño

en cuenta además que las Industrias Culturales (designación de la OCDE) son un nivel mundial, como uno de los sectores más relevantes del crecimiento de empleo. Según los consultores es vital estudiar y promover el patrimonio cultural, teniendo en cuenta que las industrias representan alrededor del 1% de la Unión Europea. La diseminación de la cultura y la representación 3D y el cambio de paradigma como la gente capta la realidad son las Industrias Culturales Creativas y sus estrategias de crecimiento.

En ambos estudios, la intención es de inmersión en una Realidad Mixta de los elementos digitales y puede sostener de una manera efectiva los resultados visuales.

Enfeld y Meyers (2016, pp. 211-212) proponen las reglas básicas para el diseño de una prueba de Turing para la inteligencia artificial con el fin de perseguir los objetivos de la prueba de Turing en un entorno creado por la inteligencia artificial, promoviendo el estudio de cómo los humanos toman decisiones sobre la veracidad de sus acciones. En consecuencia, se tomó la decisión de utilizar la "Prueba de Turing" como una herramienta para la realización de pruebas de inmersión que acortan la distancia vivencial y acercan al observador a los objetos de estudio. En primer lugar, visitantes de la prueba de Turing se dividieron en varios talleres entre los cuales se realizó la "Última Cena" de la "Última Cena" de la "Última Cena" de Machado de Castro, en su entorno primordial (el claustro monástico) y fueron insertadas en otros espacios arquitectónicos sin contexto original. Las reacciones de los visitantes fueron registradas de modo sistemático, aunque momentáneo, de la prueba de Turing.

Estos sirvieron de preparación para las principales recreaciones del proyecto, que es la reposición de la arquitectura en su entorno original, un pequeño

espacio sobrellevado, ya desaparecido, que presidía al refectorio del monasterio, refectorio que todavía subsiste.



Figura 3. Fotografía de tres de las esculturas de Hodart (San Pedro, Jesús Cristo, San Juan) actualmente en el Museo Nacional de Machado de Castro. Fuente: Proyecto Santa Cruz.



Figura 4. Ejercicio primario de composición virtual de la "Última Cena" de Hodart en su entorno original reconstituido en 3D. Figuras modeladas a partir de escaneos laser de las estatuas originales actualmente en el Museo Nacional de Machado de Castro. Fuente: Proyecto Santa Cruz.

Asimismo, entre las principales recreaciones de Realidad Mixta pretendidas por el proyecto están también el claustro alrededor de la fuente de la Manga (una exquisita pieza arquitectónica renacentista) y el ya referido prominente campanario medieval/barroco visible desde el interior del desaparecido claustro. Versiones verosímiles de estos elementos arquitectónicos están siendo probadas en talleres donde son reemplazados en los más diversos contextos.

Estos logros fueron posibles gracias a la elaboración e interacción de distintos procesos de captura y adquisición de los elementos arquitectónicos y esculturales. En el primer estudio de caso, las esculturas digitales se integran en su entorno real original (el refectorio monástico) capturado de forma estereoscópica. Esas esculturas (actualmente en el

museo) fueron digitalizadas usando un escáner láser que integra una cámara fotográfica de alta definición. Además, para simular varias hipótesis compositivas, las esculturas digitales se escalan y se imprimieron en 3D para ser probadas tangiblemente antes de integrarse dentro de los distintos escenarios. Para recrear los escenarios fotorrealistas de inmersión estereoscópica, tomamos varias fotografías esféricas de acuerdo con las direcciones y los lugares donde queremos intensificar la experiencia de paralaje del observador. Otro proceso que se realiza en paralelo es el escaneo láser 3D de los espacios donde queremos implantar las esculturas. Por último, las capturas fotográficas del ambiente y las modelaciones resultantes de los escaneos laser se mezclan creativamente para producir contenidos que permiten una inmersión sensorial de alta fidelidad.

### 3. Conclusiones

El valor principal de las tecnologías de Realidad Mixta aplicadas a nuestro proyecto de investigación son la aportación de elementos digitales a la percepción que uno tiene del mundo real, no solo como una simple visualización de datos, sino también a través de la sensación de inmersión que se percibe a través de la interacción física con los elementos y acústica del entorno. Se pretende, de este modo, crear instrumentos capaces de proporcionar conocimiento y sabiduría (conocimiento con emociones) en torno al patrimonio arquitectónico y cultural perdido.

De nuestra recerca, se pueden aún lograr otros resultados en un futuro cercano, como retroceder todavía más en el tiempo, a la iglesia y el claustro románicos originales, que fueron sustituidos a principios del siglo XVI por las estructuras de la iglesia y claustro actuales.



Figura 5. Fotografía actual (2019) de la fuente de la Manga utilizada para prueba de inserción en un modelo tridimensional del antiguo claustro. Fuente: Proyecto Santa Cruz.



Figura 6. Planificación de una imagen esférica para plataformas de Realidad Virtual con prueba de inserción fotográfica de la fuente de la Manga en un modelo digital 3D del desaparecido claustro y torre medieval. Fuente: Proyecto Santa Cruz.

### Referencias

Couto, F., 2014. *Mosteiro de Santa Cruz de Coimbra. Análise e Reconstituição*, Master's Thesis, Department of Architecture - FCTUC

Craveiro, M.L., 2011, *O Mosteiro de Santa Cruz de Coimbra*. Coimbra: Ministério da Cultura/DRCC.

Dias, P. y Coutinho, J.E., 2003, *Memórias de Santa Cruz*. Coimbra: Câmara Municipal de Coimbra.

Forum, d'Avignon y TERA, consultants (eds), 2014., *The economic contribution of the creative industries to EU GDP and Employment Evolution 2008-2011*, TERA Consultants, Paris.(www.forumavignon.org/sites/default/Files/edit eur/2014-OctEuropeanCreative-IndustryGDP-Jobs-fullReportENG. pdf)

Milgram, P. y Kishino, F., 1994. A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays, *IEICE Transactions on Information and Systems*, Vol. E77-D, N.12, pp.1321-1329.

Renshaw, T., Sonnenfeld, N. y Meyers, M. 2016, 'Fundamentals for a Turing Test of Virtual Reality', in (eds) 2016, Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society 2016 Annual Meeting, SAGE Journals, pp. 2113-2117.

### Agradecimientos

Este trabajo fue financiado por el FEDER-Fondo Europeo de Desarrollo Regional a través de COMPETE 2020 - Programa Operativo de Competitividad e Internacionalización (POCI) y por fondos portugueses a través de FCT - Fundación para la Ciencia y la Tecnología, bajo el proyecto 030704 Referencia: POCI-01-0145-FEDER-030704

### Datos biográficos de los autores

**Mauro Costa Couceiro** es investigador Post-Doc en el Proyecto Santa Cruz, Centro de Estudios Sociales, Universidad de Coimbra. En las últimas dos décadas ha enseñado y desarrollado técnicas y tecnologías alrededor de las analogías entre la biología, la arquitectura y el diseño, con enfoque en la interacción de los procesos analógicos y digitales, englobando los campos de la materialización de proyectos por métodos robóticos (CAM) e Inteligencia Artificial (CCAD - Diseño Creativo Asistido por Ordenador). Concluyó su investigación doctoral en 2009 en la Universitat Internacional de Catalunya, Escuela Superior de Arquitectura, vinculándose con el «Grupo de Investigación Consolidada de Arquitecturas Genéticas» de Barcelona.

**Rui Lobo** es profesor en el Departamento de Arquitectura de FCTUC e investigador en el Centro de Estudios Sociales de la Universidad de Coimbra. Concluyó su doctorado en 2010, en la Universidad de Coimbra, con la tesis «A Universidade na Cidade: Urbanismo e arquitectura universitarios na Península Ibérica da Idade Média e da primeira Idade Moderna». Ha realizado investigaciones en el campo de la teoría y la historia de la arquitectura, en particular en la historia de la arquitectura universitaria y en la historia de la arquitectura portuguesa (siglos XVI al XVIII). Entre 2015 y 2018, fue Director Adjunto del Departamento de Arquitectura de FCTUC. Actualmente es investigador responsable del «Proyecto Santa Cruz - Reconstrucción digital 3D del Monasterio de Santa Cruz de Coimbra en 1834», financiado por FCT y FEDER / COMPETE2020 POCI.

**António Monteiro** es estudiante de doctorado en Arquitectura. Colabora con profesionales y organizaciones en las áreas de Arquitectura y Diseño. Impartió clases en el Departamento de Arquitectura y Paisaje de la Escuela Universitaria Vasco da Gama y en la Escuela Superior de Educación de Coimbra. Es investigador en el Proyecto Santa Cruz. Participó en la fundación de «SketchCrawlCoimbra» en 2012, y es un miembro activo del «Salón 40 - Dibujo del cuerpo humano». En su tiempo libre, se dedica al arte digital, arte urbano y temas alternativos, elaborando diversas propuestas para exposiciones y actividades artísticas.