

ACTAS de las II JORNADAS de Museos y Colecciones Museográficas Permanentes de la Comunidad Valenciana

NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS A LA GESTIÓN TURÍSTICA DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO

3-4 de marzo de 2017 · l'Alfàs del Pi (Alicante)

Carolina Frías Castillejo y
José Antonio López Mira (eds)



ACTAS

II JORNADAS de Museos y Colecciones Museográficas Permanentes de la Comunidad Valenciana

NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS A LA GESTIÓN TURÍSTICA DEL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO

3-4 de marzo de 2017 · l'Alfàs del Pi (Alicante)

ORGANIZAN

Conselleria d'Educació, Investigació, Cultura i Esport -
Dirección General de Cultura y Patrimonio
Agència Valenciana de Turisme
Ayuntamiento de l'Alfàs del Pi (Alicante)

COLABORA

Universidad de Alicante

COORDINACIÓN

Carolina Frías Castillejo y José Antonio López Mira

COMITÉ CIENTÍFICO

Carolina Frías Castillejo (Ayuntamiento de l'Alfàs del Pi)
José Antonio López Mira (Dirección General de Cultura)
Jaime Molina Vidal (Universidad de Alicante)
Javier Muñoz Ojeda (Universidad de Alicante)

ACTAS

Edición: Ayuntamiento de l'Alfàs del Pi
Diseño y maquetación: Andrés Díaz de Miguel
Impresión: Gráficas Cervantes (Alicante)

ISBN: 978-84-697-7374-1
Depósito legal: A-398-2017

La publicación de las actas de las II Jornadas de Museos y Colecciones Museográficas Permanentes de la Comunitat Valenciana es la culminación de todo un excelente proyecto de difusión del patrimonio cultural valenciano en el que han intervenido conjuntamente diferentes administraciones públicas.

Por ello, en primer lugar, quiero agradecer y felicitar al Ayuntamiento de l'Alfàs del Pi, al Institut Valencià de Tecnologies Turístiques y al Servicio Territorial de Cultura y Deportes de Alicante, como organizadores de estas Jornadas; a la Universidad de Alicante, como colaboradora; y a la Casa de Cultura y al Museo al Aire Libre Villa Romana de l'Albir de l'Alfàs del Pi, como sede de las mismas, el hecho de haber conseguido reunir a esta magnífica representación de los museos y colecciones museográficas permanentes de la Comunitat Valenciana, y de los más destacados especialistas en la gestión turística del patrimonio arqueológico con un total de 11 ponencias y 10 comunicaciones.

En segundo lugar, quiero manifestar que participar en la organización, desarrollo y publicación de estas Jornadas ha sido muy gratificante porque se trata de un proyecto que representa fielmente una de las actividades que, desde el primer momento de nuestra legislatura, se pretenden desarrollar, potenciar y apoyar desde la Dirección General de Cultura y Patrimonio de la Generalitat Valenciana.

Estas Jornadas son un claro ejemplo de la descentralización de la cultura, línea de acción prioritaria de esta Dirección General, por cuanto esta ha sido la segunda edición de las mismas y se ha realizado en l'Alfàs del Pi (Alicante), mientras que la primera se realizó el año pasado (13 de junio) en Burriana (Castellón) y las terceras serán en la provincia de Valencia el próximo año.

Este es el camino que queremos y debemos seguir y que por supuesto no podemos consentir que se detenga. Este camino va mejorando, por cuanto en las primeras jornadas el objetivo inicial fue una toma de contacto con los profesionales del sector, absolutamente necesaria, para conocer las necesidades formativas, organizativas y administrativas del mismo; mientras que en las segundas se pretendía profundizar en la especialización, aplicación de nuevas tecnologías, en la gestión turística del patrimonio y en generar una publicación que permitiera la difusión permanente de todos los aspectos tratados. Objetivos conseguidos definitivamente con la publicación de estas Actas.

Por supuesto somos conscientes de que no es un camino nuevo, pero es el que consideramos como idóneo para que todo nuestro territorio se sienta reconocido y valorado por igual desde la administración autonómica y, además, absolutamente necesario para que los Museos y Colecciones Museográficas Permanentes, como gestores directos del patrimonio cultural existente en sus respectivos municipios, tengan las mismas oportunidades de formación continua, actualizada e innovadora.

Esto último es lo que ha motivado que la temática de estas Jornadas se haya centrando en aspectos concretos y específicos. Por ello, se centraron en "Nuevas tecnologías aplicadas a la gestión turística del patrimonio arqueológico", como consecuencia del auge experimentado en la última década en las tecnologías de la información aplicadas al patrimonio arqueológico (tanto para su investigación, conservación y difusión), y cómo éstas tecnologías se han convertido en un excelente recurso para la gestión turística del mismo.

Desde la Dirección General de Cultura y Patrimonio queremos reforzar este tipo de encuentros entre profesionales y, por ello, nuestro apoyo no sólo ha consistido en la organización, sino también en la publicación de las Actas (tarea en la que también participa el Institut Valencià de Tecnologies Turístiques). Con ello garantizamos que las Jornadas no acaben aquí, sino que una vez finalizadas queden como un documento real, que se difunda por todos aquellos lugares interesados en la gestión del patrimonio, y que permita que la Comunitat

Valenciana vuelva a ser referente en la gestión y difusión de su patrimonio cultural.

Por último, no puedo finalizar mi participación en esta publicación, dirigida a todos los técnicos que gestionan los Museos y Colecciones Museográficas Permanentes de la Comunitat Valenciana, para informarles de que desde esta Dirección General seguimos trabajando en mejorar, actualizar y reglamentar (entre otras muchas cosas) todas aquellas cuestiones básicas para la correcta gestión de los Museos y Colecciones Museográficas Permanentes, y que esperamos que sean una realidad en el mínimo tiempo posible, por tratarse de otro de los temas prioritarios de esta Dirección General.

Sin más, reiterando mi felicitación a los organizadores y colaboradores por el éxito de convocatoria de estas Jornadas y por la publicación de las Actas de las mismas, espero que os resulten de utilidad.

Carmen Amoraga Toledo
Directora General de Cultura y Patrimonio

El creciente interés de los turistas por enriquecer su tiempo de ocio vacacional con el acceso a experiencias culturales se puede explicar porque, en un mundo caracterizado por la incertidumbre, las personas que disfrutan del turismo son las mismas que desean comprender mejor las claves culturales de una sociedad en acelerado cambio. Por eso, las experiencias culturales y las turísticas pueden y deben integrarse mejorando la calidad de la oferta ocio existente en la Comunitat Valenciana.

El turismo es una fuente de riqueza y un derecho ciudadano que indica el desarrollo social de una región. Así, resulta crucial que gestores culturales y turísticos sean capaces de establecer acuerdos y estrategias consensuadas. El desafío al que nos enfrentamos no es pequeño, pero el uso que hoy podemos hacer de las herramientas a nuestro alcance debe ayudarnos a lograr el objetivo. Las "nuevas tecnologías aplicadas a la gestión turística del patrimonio arqueológico" abren un campo de posibilidades impensable hace dos décadas. Ese universo de oportunidades nos proporciona el optimismo y la ilusión necesarios para emprender el duro y apasionante trabajo que tenemos ante nosotros.

Las ideas, estudios y propuestas presentadas en las II Jornadas de Museos y Colecciones Museoográficas Permanentes de la Comunitat Valenciana, recopiladas en esta publicación, constituyen una valiosa aportación que debe promover la reflexión y la acción coordinada entre los expertos, las instituciones, las empresas y los ciudadanos interesados en crear y desarrollar las sinergias más adecuadas entre el turismo sostenible, las nuevas tecnologías y la conservación y promoción del patrimonio cultural.

La discusión de estas cuestiones en l'Alfàs del Pi es un acierto. Este municipio no es únicamente un escenario turístico privilegiado, es también un ejemplo de buenas prácticas. Así lo prueba su villa romana, convertida hoy en museo al aire libre, en donde la experiencia cultural se beneficia de una magnífica guía interactiva de realidad aumentada.

El patrimonio cultural debe formar parte de una experiencia turística responsable y educada. Aunando esfuerzos contribuiremos al cuidado de la riqueza cultural y a elevar la calidad de la oferta turística de la Comunitat Valenciana, es decir, ayudaremos a mejorar la sociedad en la que vivimos.

Raquel Huete Nieves
Directora General de Turismo de la Generalitat Valenciana

La evolución y el desarrollo del ser humano genera sociedades cambiantes y los Museos no pueden ser entes hieráticos, deben adaptarse al proceso evolutivo de la sociedad y ser capaces de ofrecer programas adecuados, así como cumplir con su misión y labor social. De ahí que los museos tradicionales vayan derivando hacia museos más virtuales, empujados por el desarrollo de las nuevas tecnologías, que hacen más atractivo el aprendizaje de quienes los visitan.

Las nuevas tecnologías van tomando protagonismo en cualquier aspecto de la vida y el mundo del patrimonio no se iba a quedar rezagado. Por ello, las II Jornadas de Museos y Colecciones Museográficas de la Comunidad Valenciana, celebradas en l'Alfàs del Pi, se centraron en la nuevas tecnologías aplicadas a la gestión turística del patrimonio arqueológico, con el claro objetivo de acercarlas a la sociedad y saber cómo su uso puede afectar o no a nuestra herencia cultural.

La irrupción y generalización de nuevas aplicaciones tecnológicas en el día a día de los ciudadanos debe ser aprovechada por los encargados de gestionar el patrimonio cultural. No hay mejor forma de defender nuestra herencia que dándola a conocer, y los avances tecnológicos nos permiten visitar los museos más importantes del mundo, observar grandes obras de arte a golpe de click, desde casa, o desde cualquier parte del mundo, a través del uso de las nuevas tecnologías.

Estas tecnologías de 3ª generación también nos permiten la interacción virtual. El Museo al Aire Libre Villa Romana del Albir ya cuenta con una guía interactiva de realidad aumentada, todo un referente a nivel nacional e internacional en la aplicación de las nuevas tecnologías a la gestión turística del patrimonio arqueológico. Avances que, casi sin darnos cuenta, están entrando de forma veloz y accesible en todos los museos, y son capaces de unir lo lúdico con lo pedagógico para así crear nuevas relaciones con los visitantes. Una interacción que se está convirtiendo asignatura obligada de todo museo que se precie.

Los avances tecnológicos, con la inmediatez que les caracteriza, facilitan una serie de informaciones capaces de motivar la movilidad y los flujos turísticos, lo que contribuye a generar riqueza y hacer del patrimonio uno de los motores del desarrollo.

El turista que visita la Comunidad Valenciana o, en concreto, l'Alfàs del Pi, además de sol y playa, busca conocer nuestro patrimonio cultural, por lo que el binomio patrimonio-turismo estrecha lazos y hace que el turismo tenga en el patrimonio un pilar importante de sustento y que el patrimonio necesite del turismo para tener visibilidad y proyección social.

A día de hoy, patrimonio, turismo y nuevas tecnologías considero que deben ir cogidas de la mano porque se complementan, de manera clara, unas a otras.

En esta publicación se recogen las actas de las comunicaciones y conferencias realizadas en el marco de las II Jornadas de Museos y Colecciones Museográficas de la Comunidad Valenciana, centradas en la virtualización, las nuevas tecnologías y la gestión turística. Un documento que espero sea de gran interés y utilidad. Todo trabajo en pro de valorizar turísticamente nuestro patrimonio siempre será algo positivo.

Vicente Arques Cortés

Alcalde-Presidente del Ayuntamiento de l'Alfàs del Pi

Las II Jornadas de Museos y Colecciones Museoográficas Permanentes de la Comunitat Valenciana celebradas en l'Alfàs del Pi los días 3 y 4 de marzo de 2017 se han centrado en un tema tan actual importante para la correcta gestión de estos centros culturales como es la aplicación de la tecnología en la valorización turística del patrimonio arqueológico.

Estas Jornadas confirman que la formación especializada y continua para los Museos y Colecciones Museoográficas Permanentes de la Comunitat Valenciana es una realidad. Este camino se inició en 2016 con la realización de las I Jornadas en Borriana (Castellón) y continuará con un tercer encuentro con sede en la provincia de Valencia cuyo programa está muy avanzado. Camino que sigue uno de los pilares del *Pla Estretègic Cultural Valencià 2016-2020* de la Conselleria de Educación, Investigación, Cultura y Deporte de la Generalitat Valenciana, en concreto, el de la territorialización de la cultura, por cuanto cada jornada se realiza en un territorio diferente, tanto a nivel provincial, como a nivel comarcal, en localidades de diferentes tamaños, sin que se centre en las capitales de provincia.

Es un camino arduo y difícil, ya que ha costado mucho tiempo -demasiado- poner a disposición de los Museos y de las Colecciones Museoográficas Permanentes toda la colaboración, asesoramiento, tutela y conexión directa, cercana y ágil de la Dirección General de Cultura y Patrimonio, en general, y de los Servicios Territoriales de Cultura y Deporte de las Direcciones Territoriales provinciales, en particular. Colaboración y ayuda que siempre deberían haber tenido, pero que por desgracia no siempre ha sido así.

El por qué y el tema de las Jornadas es muy importante, pero también lo es, si cabe aún más, el lugar de celebración de las mismas: el municipio de l'Alfàs del Pi y, en concreto, la Casa de Cultura. Se trata del mismo lugar donde se realizaron las Jornadas de Arqueología de la Comunidad Valenciana en 1994, todo un referente de la gestión e investigación de este tipo de patrimonio, sobre todo, tras la publicación de sus actas en 1995. Ahora, más de dos décadas después, l'Alfàs del Pi, la provincia de Alicante y las comarcas del sur de la Comunitat Valenciana vuelven a ser referente en la gestión del patrimonio arqueológico, pero centrado en la aplicación de las nuevas tecnologías para la gestión turística del mismo.

Las Jornadas se estructuraron en dos sesiones -horario de mañana y tarde-, con cinco ponencias y cinco comunicaciones en cada una de ellas, bajo la tutela de dos bloques temáticos: *Virtualización del patrimonio arqueológico* (3 de marzo) y *Apps, nuevas tecnologías y gestión turística del patrimonio arqueológico* (4 de marzo). Las mesas fueron presididas por directores de instituciones museísticas alicantinas: Fernando E. Tendero Fernández (Museo Dámaso Navarro de Petrer), José Manuel Pérez Burgos (Museo Nueva Tabarca), Antonio Espinosa Ruiz (Vilamuseu) y Juan Carlos Márquez Villora (Arqueólogo Municipal de Elda).

Las sesiones se iniciaron con el magnífico ejemplo del Museo al Aire Libre Villa Romana de l'Albir, motivo principal por el que fue elegido l'Alfàs del Pi como lugar donde celebrar estas II Jornadas. La villa romana de l'Albir es uno de los pocos yacimientos arqueológicos de la Comunitat Valenciana que aúna todo el contenido a tratar en este foro. Es un claro exponente que puede y debe ser el referente de las nuevas tecnologías aplicadas a la gestión turística del patrimonio arqueológico. En la ponencia inaugural se expuso la parte teórica del proyecto de aplicación de la realidad aumentada en el museo para, en el segundo día, visitar el yacimiento con las guías virtuales. Durante la celebración de las actas se puso a disposición del público un rincón tecnológico donde se pudo experimentar diferentes tecnologías emergentes aplicadas al patrimonio desarrolladas por la Universidad de Alicante.

Con la publicación de las actas de estas Jornadas conseguimos que este evento y l'Alfàs del Pi, con el Museo al Aire Libre Villa Romana de l'Albir, se conviertan otra vez en referente arqueológico de nuestro territorio. Para finalizar, hemos de reconocer la tarea realizada por todas las entidades y personas que han participado en su preparación, desarrollo y publicación, como son:

- Ayuntamiento de l'Alfàs del Pi, representado por su Alcalde, Vicente Arqués Cortés, pero también se debe reconocer públicamente el apoyo continuo y permanente de Mayte García Madrid, Concejala de Cultura.
- Agencia Valenciana de Turismo, a través del Institut Valencià de les Tecnologies Turístiques, representada por la Directora General de Turismo, Raquel Huete.
- Dirección General de Cultura y Patrimonio, representada por la Directora General, Carmen Amoraga, donde se debe destacar la colaboración de las Jefas de Servicio de Patrimonio, Cultural -Consuelo Matamoros- y Museos -Carmen Sagrañes-, la ayuda y el empuje constante de los Jefes de Servicio Territoriales de Cultura y Deporte de Valencia -Ximo López- y Castellón -Josep Cristià Llinares- y, cómo no, el continuo respaldo y tutela cómplice de la Jefa de Sección de Arqueología, Montse López.
- Personal técnico y administrativo del Ayuntamiento de l'Alfàs del Pi y del Servicio Territorial de Cultura y Deporte de Alicante, sin los que este encuentro no habría podido convertirse en realidad.
- Universidad de Alicante y, en concreto el Grupo Patrimonio Virtual, encabezado por los profesores Jaime Molina Vidal y Javier Esclapés Jover, cuyo asesoramiento científico queremos agradecer de manera especial, sin olvidar el apoyo constante de Francisco Javier Muñoz Ojeda.
- Participantes en las Jornadas que, con sus ponencias y comunicaciones, han puesto el foco en la necesidad de aplicar las herramientas tecnológica para incrementar los parámetros de innovación y calidad de la oferta turística de los museos y del patrimonio cultural de la Comunitat Valenciana.

José Antonio López Mira
Carolina Frías Castillejo
Coordinadores de las II Jornadas de Museos y Colecciones Museográficas CV



Inauguración de las II Jornadas por Carmen Amoraga, Directora General de Cultura y Patrimonio, Raquel Huete, Directora General de Turismo y Vicente Arques, Alcalde de l'Alfàs del Pi



Jaime Molina, Carolina Frías y Javier Esclapés durante la ponencia inaugural



Carmen Amoraga, Raquel Huete y Vicente Arques atendiendo a los medios

Intervención de Ainara Aberasturi (Museo Paleontológico de Elche)



Intervención de José Antonio Moya y Francisco Javier Muñoz (Universidad de Alicante) en la mesa presidida por José Manuel Pérez Burgos



Intervención de Ignasi Grau Mira (Universidad de Alicante)





Intervención de Mario Agudo Villanueva (Mediterráneo Antiguo) en la mesa presidida por Juan Carlos Márquez Villora



Los asistentes a las Jornadas en la visita al Museo al Aire Libre Villa Romana de l'Albir.

ÍNDICE DE PONENCIAS Y COMUNICACIONES

PONENCIA INAUGURAL

- Virtualizar un yacimiento para interpretar el pasado. La guía interactiva de realidad aumentada del Museo al Aire Libre Villa Romana de l'Albir, Javier Esclapés Jover, Carolina Frías Castillejo y Jaime Molina Vidal 14

VIRTUALIZACIÓN DEL PATRIMONIO

PONENCIAS

- Patrimonio Virtual: aplicación práctica del uso de nuevas tecnologías a la documentación y puesta en valor del patrimonio, Javier Esclapés Jover, Daniel Tejerina Antón, Laia Fabregat Bolufer, Jaime Molina Vidal, Francisco Javier Muñoz Ojeda 28
- Nuevas tecnologías al servicio de la difusión y socialización del arte rupestre del Arco Mediterráneo de la Península Ibérica, Juan Francisco Ruiz López 38
- La fotogrametría como herramienta para la documentación arqueológica: el formato tridimensional y su capacidad para la comunicación arqueológica, Marco Aurelio Esquembre Bebia y José Ramón Ortega Pérez 54
- Fotogrametría de restos arqueológicos subacuáticos. El modelo del Pecio Bou Ferrer, José Antonio Moya Montoya y Francisco Javier Muñoz Ojeda 70

COMUNICACIONES

- Detección, registro y análisis de yacimientos mediante el uso de drones: las alquerías islámicas de Albacete, José Luis Simón García, Ignacio Segura Martínez y Fernando Simón Oliver 82
- El empleo de las nuevas tecnologías como herramienta multidisciplinar en el Museo Paleontológico de Elche, Ainara Aberasturi Rodríguez, Ignacio Fierro Bandera, Daniel Vidal y José Manuel Marín Ferrer 91
- Recursos virtuales para mostrar el patrimonio arqueológico y monumental de Petrer (Alicante), Fernando F. Tendero Fernández y Eloi Poveda Hernández 98
- Demostradores Tecnológicos en el Museo de la Telecomunicación Vicente Miralles Segarra, Carmen Bachiller Martín 106

ÍNDICE DE PONENCIAS Y COMUNICACIONES

APPS, NUEVAS TECNOLOGÍAS Y GESTIÓN TURÍSTICA

PONENCIAS

Patrimonio y redes sociales: una alternativa para la divulgación, Mario Agudo Villanueva	112
Accesibilidad al patrimonio en las nuevas tecnologías, Paula Doncel Recas	120
Tecnologies geoespaciales aplicades a l'arqueologia del paisatge, Ignasi Grau Mira	128
Nuevas tecnologías aplicadas a la gestión turística del patrimonio, Rosario Navalón García	140

COMUNICACIONES

Turisteando por nuestra ciudad, esa gran desconocida. "La llave de Elda", entre el patrimonio y la educación, Ana María Esteve López	155
Hacer accesible el patrimonio inmaterial. El proyecto del Museu Oral d'Agost, Jesús Peidro Blanes y Antonia López Abril	165
Itinerarios autoguiados: "memoria de arena", Francisco Javier Parrés Moreno	175

**VIRTUALIZAR UN YACIMIENTO PARA
INTERPRETAR EL PASADO.
LA GUÍA INTERACTIVA DE REALIDAD
AUMENTADA DEL MUSEO AL AIRE LIBRE
VILLA ROMANA DE L'ALBIR (L'ALFÀS DEL PI,
ALICANTE)**

Javier Esclapés Jover¹
Carolina Frías Castillejo²
Jaime Molina Vidal³

1. Departamento de Expresión Gráfica, Composición y Proyectos (Universidad de Alicante)
javier.esclapes@ua.es

2. Ayuntamiento de l'Alfàs del Pi. cfrias@alfas.com

3. Departamento de Prehistoria, Arqueología e Historia Antigua (Universidad de Alicante)
jaime.molina@ua.es

1.INTRODUCCIÓN

El principal reto de la interpretación del patrimonio es conseguir que el público disfrute en un museo, en una exposición o en un yacimiento arqueológico. La participación e implicación del visitante o usuario es un requisito fundamental para alcanzar los objetivos divulgativos de todo recurso patrimonial. Para alcanzar dichos objetivos tenemos a nuestra disposición infinidad de herramientas y estrategias que nos permitirán conectar a los usuarios con un pasado histórico que poco tiene que ver con su realidad cotidiana. Si establecemos esta conexión seremos capaces de atraer un mayor interés hacia espacios culturales y, por tanto, de crear una sociedad concienciada en la protección y conservación del patrimonio. Conseguiremos, pues, ensanchar la democratización del conocimiento, base del desarrollo de las sociedades del conocimiento en las que vivimos.

En los últimos años la virtualización del patrimonio se ha convertido en un recurso fundamental para la documentación, gestión y divulgación de bienes culturales. Como se observa en distintos trabajos del presente volumen, estas técnicas se pue-

den aplicar a un amplio espectro del flujo de trabajo arqueológico (conservación, documentación, restauración, etc.), pero resultan especialmente útiles para motivar e implicar a los usuarios de los recursos en la valorización patrimonial y turística de museos, parques arqueológicos, yacimientos musealizados y demás espacios de proyección cultural del patrimonio. Entre el conjunto de nuevos recursos divulgativos y expositivos que nos ofrecen las Nuevas Tecnologías (NT) y las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) hemos de destacar la realidad aumentada debido a sus enormes capacidades para enriquecer y complementar la visita a un yacimiento. Como se ha puesto de manifiesto en otras ocasiones (ESCLAPÉS *et alii*, 2013; RUIZ, 2011), se trata de una tecnología no invasiva, que no requiere de una gran inversión económica y que resulta atractiva a los usuarios por su carácter experiencial y lúdico.

Siendo conscientes de la versatilidad y adaptabilidad de la realidad aumentada, cuando llegó el momento de plantear la consolidación del yacimiento y del proyecto museográfico del Museo al Aire Libre Villa Romana de L'Albir decidimos desarrollar una investigación con el fin de



Figura 1.
Visitantes del museo haciendo
uso de la guía



Figura 2.
Estado inicial (2008) y final (2011) de las
termas

implementar dichos recursos en la visita a las termas de la villa. El trabajo conjunto entre el museo y el grupo de investigación Patrimonio Virtual de la Universidad de Alicante dio como resultado una guía interactiva y audiovisual que permite visualizar la reconstrucción virtual de los baños sobre los propios restos arqueológicos para comprender su funcionamiento. La realidad aumentada ha sido implementada en un Ipad, un dispositivo móvil muy común de nivel usuario, que introduce al visitante en un conjunto de reconstrucciones y recreaciones virtuales imprescindibles para la comprensión del conjunto arqueológico, dado el mal estado de conservación y a la descontextualización histórica de las estructuras. En cualquier caso, se trata de un recurso didáctico que se complementa con otros más tradicionales e igualmente válidos como paneles, vídeos, maquetas y teatralizaciones. (figura 1)

El Museo al Aire Libre Villa Romana de l'Albir abrió sus puertas en el año 2011 como museo oficial de la Generalitat Va-

lenciana para mostrar al público los restos de una villa tardía de carácter aristocrático de la que, por el momento, se puede visitar el *balneum* y el *oecus*, una gran estancia absidiada con funciones de representación. La villa romana de l'Albir forma parte de uno de los conjuntos arqueológicos tardorromanos más interesantes de la provincia de Alicante. Se dio a conocer en la década de 1980 con las excavaciones dirigidas por José Guillermo Morote (MOROTE, 1986, 1990), trabajos que sacaron a la luz una extensa necrópolis, un mausoleo y parte de las termas de la villa. La fase más monumental del asentamiento corresponde con los siglos IV y V d.C., periodo en que se ha datado la construcción de las termas y del mausoleo. En 2008, después de que el yacimiento sufriera un importante proceso de degradación, se retomaron las excavaciones en la parcela que el Ayuntamiento de l'Alfàs del Pi adquirió y protegió como zona arqueológica en 1987. Dichas intervenciones, llevadas a cabo por el Ayuntamiento y la Universidad de Alicante, permitieron recu-

**VIRTUALIZAR UN YACIMIENTO PARA INTERPRETAR EL PASADO.
LA GUÍA INTERACTIVA DE REALIDAD AUMENTADA DEL MUSEO AL AIRE LIBRE VILLA ROMANA
DE L'ALBIR (L'ALFÀS DEL PI, ALICANTE)**

perar el yacimiento y ejecutar un proyecto de puesta en valor que derivó en la creación del museo y de un servicio municipal de patrimonio histórico. (figura 2)

El proyecto de recuperación de la villa romana de l'Albir se inició con dos objetivos muy claros:

1) Ampliar el estado de conocimiento sobre la producción agrícola y el poblamiento rural en el sur de la Tarraconense durante el periodo bajoimperial, integrando así el yacimiento en la línea de investigación encabezada por el profesor Jaime Molina Vidal que está trabajando en otros asentamientos como la Villa de Rufio (Giano dell'Umbria, Italia), el Clot de Galvany (Elche) o Picola (Santa Pola).

2) Convertir un yacimiento abandonado en un producto cultural complementario a la oferta turística de l'Alfàs del Pi focalizada en el *sol y playa*.

La proyección social del patrimonio en

la que se fundamenta el proyecto se plasmó desde el principio en iniciativas como jornadas de puertas abiertas, visitas guiadas durante el proceso de excavación y la inclusión del yacimiento en el programa de campos de trabajo juvenil del Instituto Valenciano de la Juventud. Estas acciones perseguían poner en valor el trabajo y la inversión económica que se estaba realizando, así como concienciar a la población sobre la necesidad de proteger y divulgar el patrimonio. La ejecución en 2011 de un proyecto arquitectónico para cubrir los restos del *balneum* y construir una pasarela perimetral dio lugar a la declaración del yacimiento como museo al aire libre (BARREIROS-FRÍAS-MOLINA, 2013). Tres años después se ampliaron los recursos didácticos del museo con la puesta en marcha de la guía de realidad aumentada, la mejora de los accesos y la construcción de una pequeña sala donde se proyecta un vídeo y se expone una muestra de las piezas encontradas en la villa. (figura 3)



Figura 3.
Vista frontal del acceso al yacimiento e
interior de la sala de exposición

2. DESCRIPCIÓN DE LA GUÍA DE REALIDAD AUMENTADA

La realidad aumentada es una tecnología que combina el mundo real con el virtual, permitiendo superponer dos épocas, la actual (real) y la histórica (virtual), dando como resultado una experiencia didáctica e innovadora. Desde el inicio del proyecto la investigación tecnológica, dirigida desde el equipo de Patrimonio Virtual de la Universidad de Alicante, se centró en ofrecer un sistema de realidad aumentada que permitiera al visitante visualizar la reconstrucción virtual de las termas sobre los restos del yacimiento de la forma menos invasiva posible. En el año 2014, cuando se puso en marcha la guía, esta tecnología ya era conocida, pero hoy en día, después del lanzamiento del Pokémon Go en el verano de 2016, es un recurso totalmente asimilado por el público.

Existían precedentes en el uso de realidad aumentada en yacimientos arqueológicos (TSCHEU-BUHALIS, 2016), aunque el proyecto del Museo al Aire Libre Villa Romana de l'Albir ha sido pionero en ofrecer una guía interactiva que muestra las reconstrucciones virtuales sobre el propio yacimiento mediante el uso de dispositivos móviles comerciales.

En un inicio se contempló la posibilidad de desarrollar una aplicación descargable desde los repositorios de Google y Apple con la intención de llegar a más público. Sin embargo, esta opción fue descartada por la incompatibilidad de algunos terminales con sistemas de realidad aumentada -principalmente de Google- y por el rechazo que genera de partida la descarga de una app: todo ello iba en perjuicio de la experiencia de usuario.

Después de replantear el sistema se concluyó que lo más apropiado era ofrecer los dispositivos en el yacimiento. Esta alternativa abrió nuevas puertas para proporcionar el mejor rendimiento digital posible, tanto en el contenido como en la imagen. El dispositivo utilizado fue el *Ipad Air*, ya que, tras varias pruebas, es el que ofreció un mejor rendimiento en el exterior con elevada iluminación solar gracias a su pantalla de retina de 9,7".

Para reforzar la experiencia de usuario el dispositivo viene acompañado de una funda con un diseño ergonómico que hace que su manejo sea sencillo e intuitivo. Además, está fabricada en goma EVA, material que le otorga resistencia a golpes y caídas. Este complemento ha permitido que la interacción entre el usuario y la guía sea lo más satisfactoria posible. (figura 4)

Figura 4.
La funda ergonómica de la tablet





Figura 5.
Proceso de escaneo de las termas

3. EL PROCESO DE TRABAJO

En el desarrollo de la guía participaron arqueólogos, arquitectos, informáticos e ingenieros del Ayuntamiento de l'Alfàs del Pi y del grupo Patrimonio Virtual de la Universidad de Alicante, un equipo multidisciplinar que ha continuado trabajando en otros proyectos, algunos de los cuales se presentan en esta publicación. A continuación se detallan los aspectos más significativos de las fases del proyecto.

Documentación 3D e interpretación

La implantación de la guía fue posible porque desde el inicio se aplicó la tecnología al trabajo de registro arqueológico mediante el escaneo 3D de las termas y la fotogrametría (FABREGAT-TEJERINA-MOLINA-FRÍAS, 2013). Toda la documentación generada durante el proceso de excavación, las hipótesis, las interpretaciones y las propuestas de reconstrucción fueron el soporte para desarrollar una aplicación didáctica que, necesariamente, había de contar con una fuerte y rigurosa base arqueológica que dotará de contenido histórico al discurso interpretativo. Esta fase del flujo de trabajo,

fundamental pues la hipótesis general es la base interpretativa sobre la que se construye el discurso expositivo y las reconstrucciones digitales, fue desarrollada por Carolina Frías Castillejo y Jaime Molina Vidal. (figura 5)

Recorrido y narrativa digital

Como toda iniciativa didáctica, era necesario determinar qué historia queríamos contar a los usuarios. Desarrollamos un discurso basado en tres conceptos básicos:

1. El carácter rural y aristocrático de la villa romana de l'Albir
2. La importancia del baño en la cultura romana
3. El funcionamiento de las estancias termales

De estas tres ideas, la más laboriosa de plasmar era la tercera, ya que las termas de l'Albir presentan ciertas particularidades constructivas que dificultan su interpretación didáctica. En este punto, hemos de destacar la excepcional utilidad de la virtualización para mostrar al público estructuras que no se han podido musealizar, bien por su estado de conservación o bien porque era necesi-

rio simplificar el discurso narrativo. En un yacimiento resulta muy difícil trasladar al público de manera comprensible la complejidad arqueológica de sus fases históricas. En el caso de l'Albir, durante el proceso de excavación se detectaron en las termas dos grandes fases, a las que se suman diferentes procesos de reparación y reutilización de espacios una vez que los baños perdieron su función original. Cuando ejecutamos el proyecto de musealización seleccionamos la primera fase (2^a ½ s. IV d.C.) como base del discurso interpretativo, por lo que estructuras como el horno de la segunda fase (s. V d.C.) no quedaron a la vista para facilitar la comprensión del primer circuito termal. Además, las segundas termas anulan y se superponen a elementos de la primera imposibles de integrar en la musealización. Por tanto, en la interpretación con medios tradicionales del museo, la modificación y ampliación de las termas tiene un papel poco relevante y ciertos detalles constructivos decidimos explicarlos sólo en las visitas guiadas. En cambio, la realidad aumentada nos dio la posibilidad de mostrar al público estructuras ocultas, por pertenecer a otras fases constructivas, como el horno de la fase 1 (anulado por el *hypocaustum* del *apodyterium* de la fase 2) o, estructuras inexistentes, como la cubierta aboveda-

da del *caldarium*. Los modelos virtuales han permitido visualizar y poner en contexto dos estructuras significativas de las termas que, de otro modo, estaban destinadas a permanecer escondidas o a ser explicadas de una manera parcial. (figura 6)

A partir de las tres ideas fundamentales enumeradas anteriormente se planteó un recorrido con siete puntos, cada uno de ellos con un modelo virtual apoyado en una locución. Durante el proceso de diseño del recorrido nos encontramos con un problema: existían contenidos didácticos previos (paneles y vídeo introductorio) y la parte visitable del yacimiento no era muy amplia, por lo que se corría el riesgo de solapar contenidos. Después de una cuidadosa redacción del guión, el resultado es la coexistencia de dos discursos que comparten contenidos, pero que se complementan, ya que evitamos repetir conceptos desarrollados en los paneles y en el vídeo. En la fase inicial del proyecto se valoró la eliminación de los carteles físicos y ofrecer los contenidos didácticos autoguiados únicamente con la guía de realidad aumentada. Sin embargo, esta idea fue descartada por dos motivos: por muy accesible que sea la interfaz, ciertos grupos poblacionales son reticentes al uso de la tecnología y nuestro



Figura 6.
Modelo virtual del horno de la fase 1 (nodo 5)

**VIRTUALIZAR UN YACIMIENTO PARA INTERPRETAR EL PASADO.
LA GUÍA INTERACTIVA DE REALIDAD AUMENTADA DEL MUSEO AL AIRE LIBRE VILLA ROMANA
DE L'ALBIR (L'ALFÀS DEL PI, ALICANTE)**

cometido es eliminar barreras, no crearlas. Además, podría ocurrir que, debido a problemas técnicos, las guías no estuvieran operativas y, en ese caso, el museo tendría que disponer de recursos alternativos mientras se solucionaba la incidencia.

Los contenidos de las paradas son los siguientes:

Creación de contenidos multimedia

A raíz del trabajo de documentación e interpretación se desarrollaron las recrea-



Asistente: breve explicación del funcionamiento de la guía.



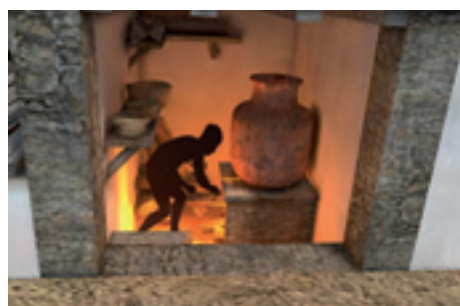
Nodo 1: contexto histórico y geográfico de la villa. Modelo virtual: exterior del edificio termal (fase 1).



Nodo 2: el circuito del baño. Modelo virtual: vista del *frigidarium*, *tepidarium* y *caldarium*.



Nodo 3: el sistema de calefacción. Modelo virtual: *caldarium*.



Nodo 4: el horno y el aljibe (fase 1). Modelo virtual: el horno.



Nodo 5: los trabajos arqueológicos en el yacimiento. Vídeo: imágenes reales de las campañas de excavación.

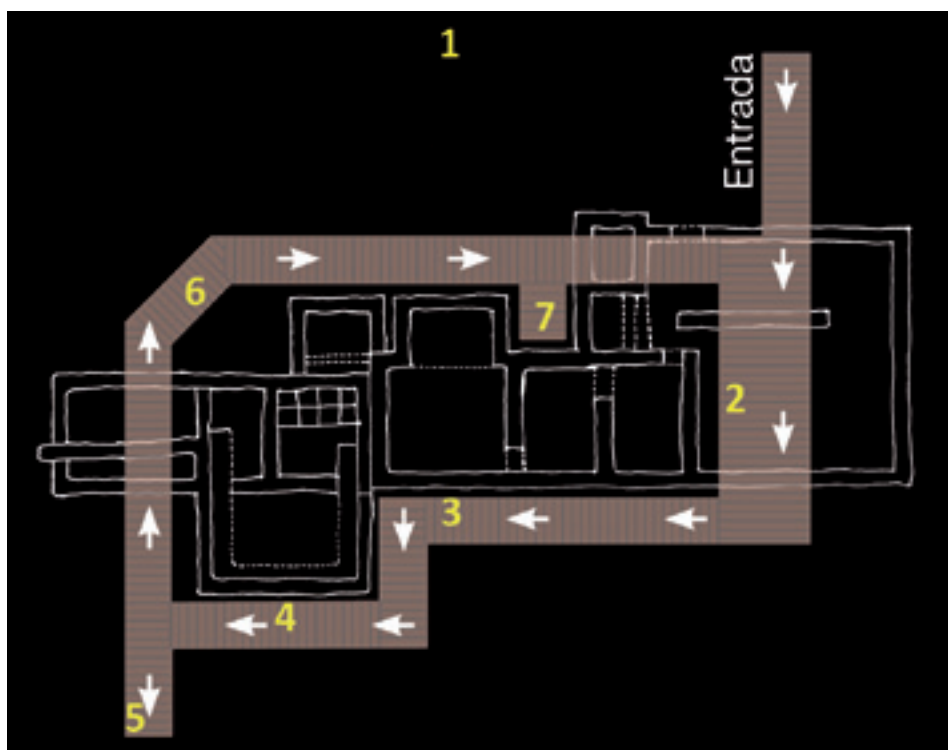


Nodo 6: la ampliación de las termas. Modelo virtual: *apodyterium* fase 2.



Nodo 7: despedida, carta de Plinio el Joven a Domicio Apolinar. Modelo virtual: vista general del interior de las termas. (figura 7)

Figura 7.
Ubicación de los nodos en el recorrido de las termas



ciones 3D de las termas con un software específico de modelado y animación 3D (*Blender*). Para el modelado se aplicaron técnicas de esculpido digital (*Digital sculpt edit mode*) que, mediante el uso de tableta digitalizadora, alcanzaron altos niveles de detalle. Por otro lado, en el texturizado empleamos texturas procedurales para generar distintos efectos, hecho que, junto con las texturas mapas

de bits, ha logrado potenciar el realismo en los modelos 3D. El desarrollo de los modelos 3D fue realizado por Daniel Tejerina Antón y Laia Fabregat Bolufer, ambos integrantes del equipo de Patrimonio Virtual de la Universidad de Alicante. (figura 8)

Aunque el contenido principal de la aplicación son las reconstrucciones



Figura 8.
Proceso de mode-
lado y texturizado

virtuales 3D de las termas, no hay que olvidarse de las locuciones que actúan de verdaderos asistentes para los visitantes. Los textos de los paneles y de las cartelas del museo están redactados en castellano, valenciano e inglés. En la guía incluimos uno más, el noruego, y existe la posibilidad de añadir idiomas de otras nacionalidades con fuerte presencia en el municipio y en la comarca, como el holandés, el alemán o el ruso. Las traducciones fueron realizadas por Antonio Martínez Pérez (valenciano), Richard Barreno González (inglés) y Elizabeth Marandi Ihlen (noruego). Para las locuciones contamos con la participación de especialistas en comunicación como Miguel Ángel Fernández García (castellano), Mireia Llinars Pérez (valenciano), Elizabeth Marandi Ihlen (inglés y noruego).

Diseño y usabilidad

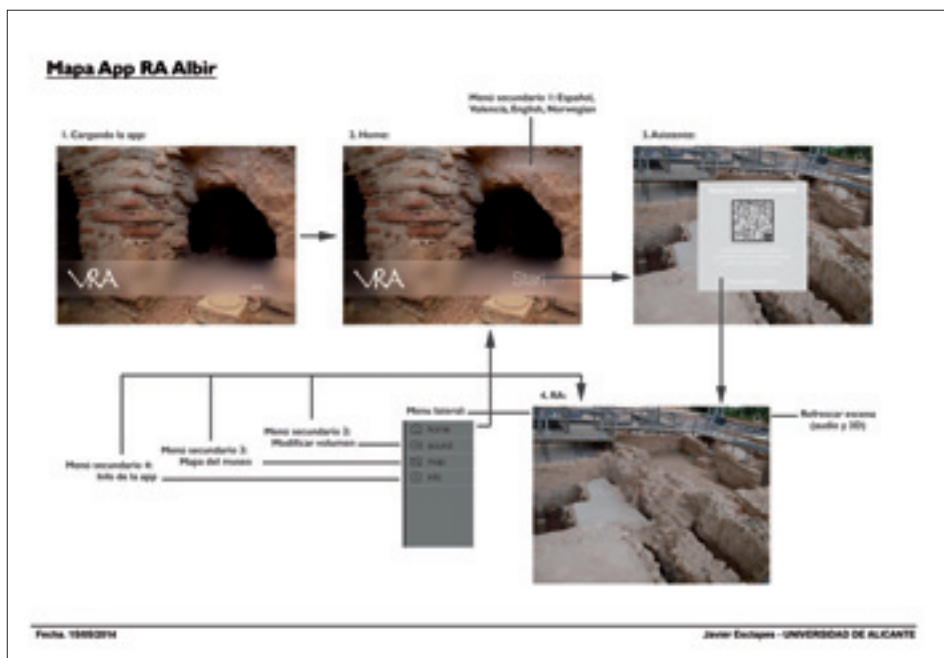
Hay que tener en cuenta que el público al que va dirigida la aplicación es muy

amplio, por lo que es posible que parte de los visitantes carezcan de experiencias tecnológicas previas. Por ello, con el fin de garantizar la accesibilidad de la guía, se optó por un diseño sencillo y usable.

La guía de visualización está formada por dos pantallas, una pantalla inicial donde el usuario puede elegir el idioma e iniciar la visita cuando esté listo, y una segunda pantalla, la principal de la aplicación, que refleja el mundo real y sobrepone los modelos 3D sobre el yacimiento. Desde esta pantalla se puede apuntar a un marcador y, de forma automática, se muestra la reconstrucción 3D sobre el yacimiento al tiempo que comienza una narración informativa sobre esa parte del yacimiento.

Al inicio de la aplicación se ha incorporado un breve tutorial explicativo sobre su funcionamiento. Una vez terminado el asistente, y en el momento en que la aplicación comienza a funcionar, cuando el usuario toca la pantalla se muestra un

Figura 9.
 Diagrama del
 diseño y funciona-
 miento básico de
 la aplicación



menú con las opciones volver atrás, ver mapa, quitar sonido e información de la aplicación. (figura 9)

Programación de la aplicación

El desarrollo técnico de la aplicación se ha desarrollado con el software *Unity3D* integrando el *SDK* de *Vuforia*, herramienta de realidad aumentada. En este tipo de tecnología es esencial el correcto posicionamiento de un objeto 3D en el entorno real y, para conseguirlo, existen distintos sistemas de traqueo que permiten ajustar de forma adecuada el tamaño, la posición y la rotación del modelo virtual. Desde un inicio se planteó el uso de sistemas de traqueo poco invasivos con el entorno, como el traqueo 3D (*markerless*) o el traqueo por GPS, pero lamentablemente las condiciones lumínicas del yacimiento y la imprecisa tecnología GPS móvil no permitieron la implementación de estos sistemas. Finalmente se optó por un sistema de traqueo por marcadores que resultaba más estable y, por tanto, ofrecía una mejor experiencia al visitante.

Es necesario señalar que al sistema de traqueo se incorporó la función de traqueo extendido, lo que permite visualizar el contenido sin la necesidad de tener delante el marcador. Este hecho ofrece al usuario una experiencia más gratificante, ya que elimina la atadura de estar siempre controlando que la cámara mantenga siempre visión con el marcador y, además, agrega la capacidad de no limitar el tamaño del modelo 3D solo al área que tiene la cámara.

A lo largo del recorrido se han instalado marcadores en cada uno de los nodos, de este modo el visitante va indicando a la aplicación en qué punto se encuentra. Con el fin de no invadir el espacio arqueológico, los marcadores se situaron en la pasarela que rodea el yacimiento con unas pletinas inclinadas para que el marcador sea visualizado de forma óptima por la tablet. (figura 10)

El nodo 1 es la excepción, ya que en esta parada se diseñó un marcador cilíndrico conceptualizado para visualizar una maqueta virtual de las termas completa cuando el usuario rodea por su propio pie este espacio. (figura 11)

VIRTUALIZAR UN YACIMIENTO PARA INTERPRETAR EL PASADO. LA GUÍA INTERACTIVA DE REALIDAD AUMENTADA DEL MUSEO AL AIRE LIBRE VILLA ROMANA DE L'ALBIR (L'ALFÀS DEL PI, ALICANTE)

Desarrollamos un gestor de idiomas y un gestor de audio propio, lo que nos permitió crear una aplicación multilinguaje para que todas las personas que visiten el yacimiento puedan disfrutar de este servicio. Además, es sencillo integrar nuevos idiomas en un futuro. Al mismo tiempo, tener nuestro propio gestor de audio nos ha permitido separar la activación del audio una vez se registra el marcador de la activación del modelo 3D.

La investigación no estuvo exenta de problemas, ya que la combinación de la iluminación natural y de los aspectos meteorológicos condicionó el funcionamiento estable de la aplicación. Esta dificultad, finalmente, se pudo salvar con la mejora del algoritmo base utilizado. El desarrollo técnico de la aplicación fue realizado por Javier Esclapés Jover, Antonio Pertusa Ibáñez, Alejandro Martín Málaga y Fernando García Cussó, profesores y colaboradores del grupo de Patrimonio Virtual de la Universidad de Alicante.

Implementación en el yacimiento

Para implementar la aplicación en el yacimiento fue necesario un último trabajo de campo con la finalidad de realizar una calibración de todo el sistema, es decir, ajustar el tamaño, rotación y escala de



Figura 10.
Detalle del marcador del nodo 3

los modelos 3D a su correspondiente en el yacimiento. Para realizar esta fase, se realizó una visita al yacimiento donde se midió la distancia entre los marcadores y las estructuras a las que van ligados, estos datos se importaron a *Unity*. Con este último trabajo se finalizó el desarrollo técnico de esta primera versión de la guía de realidad aumentada

Mantenimiento

En todo proyecto tecnológico no hay que olvidar que se generan productos con obsolescencia, por ello es imprescindible preparar un calendario de actualizaciones -tanto software como hardware-, que incluya los correspondientes reajustes del sistema de realidad aumentada en el propio yacimiento.



Figura 11.
Marcador cilíndrico del nodo 1

4. CONCLUSIONES

La guía de realidad aumentada de la villa romana de l'Albir es el resultado de un proyecto de investigación e innovación tecnológica desarrollado en la Universidad de Alicante. En su concepción y ejecución han participado profesionales de diferentes ámbitos que, con un presupuesto de poco más de 7.000€, trabajaron durante dos años para generar una aplicación que funcionara correctamente sobre un dispositivo móvil en un entorno abierto con condiciones ambientales cambiantes. El resultado final ha sido altamente satisfactorio, como lo demuestra la buena acogida que ha tenido entre los usuarios del Museo durante los primeros tres años de funcionamiento. La guía se entiende como una herramienta atractiva para conocer el yacimiento entre los diferentes tipos de visitantes, sean o no usuarios habituales de tecnología. Su carácter innovador, unido a la calidad de los contenidos y a la sencillez de la interfaz explican el éxito alcanzado. Mediante la aplicación de unas técnicas creadas para la industria de los videojuegos, como es la realidad aumentada, hemos conseguido que los visitantes del museo se interesen por unas termas ro-

manas construidas en el siglo IV d.C., permitiéndonos desarrollar una guía que es un ejemplo de innovación en la interpretación del patrimonio arqueológico (RODRÍGUEZ, 2016:439; IVARS, 2016:428). La implementación de este tipo de tecnologías es la base para la generación de nuevas iniciativas para la mejora de la interpretación del patrimonio por parte de usuarios no especializados. Este tipo de proyectos, es interesante reiterarlo, no necesitan de elevadas inversiones económicas, tan sólo requieren una cuidada planificación y un buen equipo de trabajo que se vea arropado por el apoyo de los gestores políticos.

Como pone de manifiesto R. Navalón en esta misma publicación e investigadores como J. A. Ivars (2016: 427), hemos de adaptarnos a un nuevo escenario donde las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) juegan un papel fundamental en la demanda turística. Creemos que esta guía es, por tanto, un ejemplo de que el camino a seguir para que el turismo cultural tenga un protagonismo relevante en las políticas turísticas, es la incorporación de nuevos enfoques en la gestión del patrimonio.

BIBLIOGRAFÍA

- BARREIROS, L., FRÍAS, C. y MOLINA, J., 2013: "La musealización de las termas de la villa romana de l'Albir", *Actas del VI Congreso Internacional de musealización de yacimientos y patrimonio*, Toledo, pp. 177-185.
- FABREGAT, L., TEJERINA, D., MOLINA, J. y FRÍAS, C., 2012: "Anastilosis virtual con Blender: las termas del yacimiento Villa Romana de l'Albir (l'Alfàs del Pi, Alicante)", *Virtual Archaeological Review*, 3-6, pp. 45-48.
- IVARS, J.A., 2016: "Nuevos enfoques en la gestión turística: ¿hacia destinos turísticos inteligentes?", *Canelobre*, 66, pp. 427-433.
- ESCLAPÉS, J., et alii, 2013: "Sistemas de realidad aumentada para la musealización de yacimientos arqueológicos", *Virtual Archaeology Review*, 4-9, pp. 42-47.
- MOROTE, J. G., 1986: "El Albir", *Arqueologia en Alicante (1976-1986)*, Alicante, pp. 57-60.
- MOROTE, J.G., 1990: "Necrópolis de El Albir (Alfáz del Pi, Alicante)", *Anales de la Academia de Cultura Valenciana*, Segunda Época, 66, pp. 119-129.
- RODRÍGUEZ, I., 2016: "Innovación y turismo: una aproximación al tema", *Canelobre*, 66, pp. 435-443.
- RUIZ, D., 2011: "Realidad aumentada y patrimonio cultural: nuevas perspectivas para el conocimiento y la difusión del objeto cultural", *E-rph. Revista electrónica de patrimonio histórico*, 8, pp. 92-113.
- TSCHEU, F., y BUHALIS, D., 2016: "Augmented Reality at Cultural Heritage sites", en INVERSINI, A. y SCHEGG, R. (eds), *Information and Communication Technologies in Tourism 2016* ENTER, Springer, pp. 607-619.

PATRIMONIO VIRTUAL: APLICACIÓN PRÁCTICA DEL USO DE NUEVAS TECNOLOGÍAS A LA DOCUMENTACIÓN Y PUESTA EN VALOR DEL PATRIMONIO

Jaime Molina Vidal, Javier Esclapés Jover, Daniel Tejerina Antón,
Laia Fabregat Bolufer y Francisco Javier Muñoz Ojeda¹

1. INTRODUCCIÓN

Patrimonio Virtual es un equipo multidisciplinar de la Universidad de Alicante, formado, por un lado, por profesorado y personal investigador (motivado por la aplicación de tecnologías emergente al Patrimonio) y, por otro, profesionales del ámbito de la ingeniería, la arqueología y la arquitectura que han desarrollado su experiencia laboral en el sector privado. Este equipo nace con el propósito de dar solución a la necesidad de integrar las últimas tecnologías en la documentación, investigación y puesta en valor del Patrimonio Cultural. Este puente entre ambos campos tan aparentemente opuestos (tecnología y patrimonio), se cimienta sobre tres líneas básicas: la investigación y el desarrollo de nuevas herramientas, su aplicación en proyectos de ámbito patrimonial y la divulgación de nuestra experiencia a través de la formación a profesionales dedicados al Patrimonio Cultural.

Una de nuestras prioridades es desarrollar las herramientas open source -programas de código abierto- y siempre que sea posible de licencia gratuita, en la medida en que puedan representar alternativas al software comercial, que consideramos igualmente válido. De este modo, en 2011 la aparición de programas de fotogrametría digital dirigidos al gran público, con interfaces más accesibles, coincidió con la eclosión de Blender, un software de edición 3D open source y de licencia gratuita que permitía obtener resultados profesionales.

Con el desarrollo de una oferta formativa universitaria on line sobre la virtualización del patrimonio se facilitó la expansión de estas herramientas entre especialistas dedicados a la arqueología, la arquitectura o la ingeniería. Tras seis años en que la formación se ha consolidado y crecido, llegando a ofertar el primer Máster en Patrimonio Virtual de carácter on line, se ha generado una auténtica comunidad de

profesionales en Virtualización del Patrimonio y Restauración Virtual. Dicha comunidad ha incorporado y normalizado el uso de herramientas como la fotogrametría digital al flujo habitual en la documentación arqueológica.

El equipo de Patrimonio Virtual ha realizado numerosos proyectos con el objetivo fundamental de probar y experimentar la aplicabilidad de las herramientas de virtualización al ámbito de la documentación, gestión y la divulgación del patrimonio arquitectónico, arqueológico e histórico.. De esta forma, el ámbito formativo universitario dirigido al long life learning , se ha ido retroalimentando de los resultados obtenidos en el desarrollo de los proyectos de investigación y a su vez, se han ido estableciendo colaboraciones, tanto a nivel nacional como internacional, para poder aplicarlos de forma práctica.

2. PROYECTOS

2.1. Guía interactiva de Realidad Aumentada para el Museo al Aire Libre Villa Romana de l'Albir (l'Alfàs del Pi, Alicante).

Tras un trabajo de recuperación, excavación y puesta en valor del sitio arqueológico conocido como Villa Romana de l'Albir nos propusimos el reto de ofrecer un nuevo modo de visitar y sumergirnos en la recreación virtual del conjunto termal. Con este objetivo, se desarrolló la guía interactiva de Realidad Aumentada del Museo al Aire Libre Villa Romana de l'Albir que permite -mediante el uso de un iPad- visualizar virtualmente la arquitectura original sobre los restos arqueológicos y ofrecer un recorrido para comprender el funcionamiento de cada una de las estancias de las termas.

Resulta fundamental señalar aquí que la guía de realidad aumentada fuese elaborada como un proyecto de investigación

desarrollado desde la propia Universidad de Alicante, siempre en colaboración y financiado por el Ayuntamiento de l'Alfas del Pi. En dicho proyecto multidisciplinar intervinieron arqueólogos, arquitectos, ingenieros, programadores y especialistas en musealización (FRÍAS CASTILLO, 2013: 177-184). Sobre la base de los trabajos arqueológicos se procedió a un estudio de las estructuras, así como su interpretación histórico-arqueológica para, bajo el atento asesoramiento de la arquitecta Laia Fabregat Bolufer (FABREGAT BOLUFER, 2012: 45-48), proceder a un levantamiento hipotético de los alzados y cubiertas no conservados. Esto sirvió de base para crear el modelo 3D del espacio arqueológico recreado, pasando en este punto a la inserción del mismo en la aplicación de Realidad Aumentada.

La Realidad Aumentada es una tecnología que unifica en una misma pantalla el mundo real con el virtual, permitiendo mezclar dos épocas, la actual (real) y la histórica (virtualizada), dando como resultado una iniciativa única e innovadora. Esta tecnología cada vez más se está aplicando en los museos y el patrimonio, pero el Museo al Aire Libre de la Villa Romana de l'Albir fue pionero en la implementación directa sobre los restos arqueológicos en el propio yacimiento y mediante el uso de dispositivos móviles.

Desde el principio la viabilidad del proyecto estuvo condicionada por la tecnología, uno de los primeros inconvenientes

a solucionar para la implementación de la aplicación de Realidad Aumentada al aire libre fue la ausencia de cobertura GPS, no pudiendo servirse de esta tecnología para la ubicación de los modelos en su lugar correcto. Por otro lado, el correcto funcionamiento de la aplicación estuvo condicionada por la combinación de la iluminación natural y los aspectos meteorológicos. De forma paralela a la resolución de estos problemas se confeccionó la narrativa que acompaña al visitante por el itinerario del museo para la comprensión de los distintos escenarios creados y que serían mostrados mediante el dispositivo móvil. De forma adicional, la aplicación se confeccionó en cuatro idiomas (castellano, valenciano, inglés y noruego), destacando su alta usabilidad y sencillez gráfica, lo que ofrece al visitante un excelente experiencia de usuario (figura 1).

2.2. Virtualización de una granja romana: el Clot de Galvany

En el caso de El Clot de Galvany (Elche) también se planteó un proyecto integral, desde la fase inicial de excavación de un yacimiento arqueológico hasta su restauración y puesta en valor mediante ilustraciones que recreasen los distintos momentos de uso del yacimiento.

Situado en el territorium de Ilici, en el paraje de El Clot de Galvany (Elche) (MOLINA VIDAL, 2015), junto a un humedal de tierras pobres, presentamos una granja

Figura 1.
Vista de la guía interactiva sobre los restos arqueológicos del Museo al Aire Libre Villa romana de l'Albir





Figura 2.
Vista de uno de los paneles con infografía 3D del Clot de Galvany

romana (ss. I-III d.C.), que tras su abandono en el s. XVII volvió a ser ocupada en forma de ermita. Tras llevar a cabo su excavación, estudio, consolidación y puesta en valor, se hizo necesario la instalación de una señalética con infografías 3D que recreasen los dos momentos de uso del sitio arqueológico.

Tras un minucioso estudio de los restos conservados se acometió su virtualización, tanto de la modesta granja romana como de la ermita del s. XVII que se construyó encima. Sin duda alguna la reconstrucción de la estructura romana supuso todo un reto por dos motivos: el mal estado de conservación de los restos conservados y la ausencia de paralelos de este tipo de estructuras en la bibliografía especializada. Estos dos problemas obligaron al equipo de arqueólogos y arquitectos de Patrimonio Virtual a formular diversas hipótesis antes de llegar al modelo definitivo.

Es imprescindible señalar lo importante que resulta a la hora de elaborar la memoria explicativa del proceso establecer un protocolo de actuación que garantice el registro científico de cada una de las decisiones tomadas. El alzado propuesto, los materiales usados, la apertura de vanos superiores, tipologías de cubiertas, etc., todo ello debe argumentarse sobre evidencias de índole diverso: restos con-

servados, bibliografía existente, paralelos arqueológicos o etnográficos o la lógica constructiva y funcionalidad contrastada por especialistas.

En esta fase del proyecto fue necesario crear un protocolo estándar que documentase cada una de las decisiones tomadas para virtualizar la estructura, recogiendo las diferentes decisiones en una ficha que denominamos Unidad Reconstructiva (UR) (MOLINA VIDAL-MUÑOZ OJEDA, 2015). Del modo más descriptivo y estandarizado posible, estas fichas recogen una explicación razonada de cada una de las decisiones tomadas en la reconstrucción, proporcionando así a la virtualización un respaldo documental que permite a cualquier investigador comprender las decisiones tomadas.

Tras la virtualización de los dos espacios constructivos se procedió a una selección de vistas y la maquetación de los paneles que se colocarían una vez finalizada la consolidación de las estructuras y su acondicionamiento para la visita. Es en este punto donde intervienen los especialistas en la musealización de espacios arqueológicos, ideando los recorridos más adecuados, la creación de paneles y la redacción de los textos que acompañan al visitante en su recorrido, para la comprensión de los restos arqueológicos visitados (figura 2).

2.3. Documentación de un yacimiento arqueológico mediante fotogrametría digital: Aypate (Perú)

A pesar de que la experiencia arqueológica de Patrimonio Virtual se desarrolla fundamentalmente en culturas del Mediterráneo, nos pareció realmente interesante poder colaborar en el proyecto que se está llevando a cabo en la ciudad inca de Aypate. La aplicación de las nuevas tecnologías al registro arqueológico y la puesta en valor del Patrimonio Cultural debe adaptarse a cualquier tipo de proyecto patrimonial, sea cual sea la cultura que lo haya gestado.

Este proyecto nació y se desarrolló con un doble objetivo: la aplicación de nuevos métodos y técnicas sobre el Patrimonio Cultural en Perú y, la extensión del uso de todas estos recursos entre los profesionales latinoamericanos.

La intervención se centró Complejo Arqueológico de Aypate (Ayabaca, Piura, Perú), en la sierra de Ayabaquina de Piura, uno de los yacimientos mejor conservados de la cultura incaica del norte de Perú. Desde el año 2011 diferentes instituciones y profesionales -peruanas y españolas- aunaron sus esfuerzos para llevar a cabo un estudio patrimonial y arqueológico pormenorizado de su ciudadela, creando de este modo un equipo multidisciplinar internacional.

La arquitectura de Aypate cuenta con una zona monumental en la que se han documentado mediante fotogrametría digital algunas de las edificaciones más características y representativas de estas ciudades incas: la Kallanka, el Ushnu y el Acllahuasi. La plaza central (considerada el lugar de reunión de la población) ocupa una extensión de unos 2.400 m² y alrededor de ella se sitúan los edificios más importantes hasta ahora documentados. Además, cuenta con una gran escalinata situada en el lado occidental que permitía el acceso a la zona superior, donde se encontraba el Ushnu (estructura piramidal compuesta por tres terrazas superpues-

tas que funcionaba como pozo de ofrendas). Junto al lado occidental de la plaza central de Aypate se construyó otro de los edificios emblemáticos de la zona monumental, la Kallanka (edificación rectangular, con función de alojamiento colectivo). Por último, localizado al sur del complejo arqueológico, se documentó el espacio con mayores dimensiones localizado hasta el momento: el Acllahuasi (recinto destinado a albergar a las acllas o escogidas del Inca y en el que tenían lugar diversas actividades: productivas, de culto o ceremoniales).

Desde el año 2012 se creó un grupo de trabajo internacional en colaboración con el Ministerio de Cultura del Perú (Proyecto Qhapaq Ñan), Ministerio de Educación, Cultura y Deporte de España, la Universidad Nacional de Piura, la Universidad Autónoma de Madrid, y la Fundación Educación y Desarrollo, entre otros. El objetivo era realizar un estudio histórico-arqueológico de la ciudadela y cuyos resultados se materializaron en la exposición temporal: "Aypate: un presente con pasado y futuro" (Museo Vicús, Piura) en noviembre de 2013.

A partir de ese momento se incorporó la Universidad de Alicante a través del grupo de investigación Patrimonio Virtual al grupo de investigación multidisciplinar con la intención de intervenir en dos fases del trabajo: por un lado, en el registro arqueológico y documentación del propio yacimiento y, por otro, en la musealización de los restos conservados así como la introducción de nuevas tecnologías en el museo (que acabará alojando los restos aparecidos en dicho yacimiento).

Finalmente, el trabajo de Patrimonio Virtual consistió en la documentación mediante fotogrametría digital del sitio arqueológico y en la generación de ortomágenes empleadas en la elaboración de la planimetría (plantas, alzados y secciones) de las diferentes estructuras. Todo ello permitió llevar a cabo el estudio arquitectónico de los restos conservados en el yacimiento arqueológico, lo cual



Figura 3.
Resultado final de ortoimagen obtenida mediante fotogrametría digital tras los trabajos llevados a cabo en Aypate

fue fundamental para conocer y analizar las distintas intervenciones de consolidación que se habían realizado y proyectar posteriores intervenciones arqueológicas. Algunos de los modelos 3D pueden visualizarse desde el perfil de Patrimonio Virtual en el repositorio Sketchfab, permitiendo al público disfrutar y conocer el potencial que encierra este gran yacimiento arqueológico (figura 3).

2.4. Documentación de un yacimiento arqueológico subacuático: Pecio Bou-Ferrer (La Vila Joiosa)

La documentación de un yacimiento arqueológico subacuático resulta todo un reto, al tratarse de un ámbito tradicionalmente ajeno a la aplicación de estas técnicas creadas para espacios físicos terrestres. Pero en 2014, tras contrastar la eficacia del software PhotoScan de Agisoft y contar con la capacidad más que contrastada del equipo que llevaba a cabo la excavación del pecio Bou-Ferrer, decidimos implementar en el flujo de documentación el uso de fotogrametría digital subacuática. El yacimiento planteaba

toda una serie de dificultades añadidas al medio en el que se encontraba: su profundidad (30 metros), con los consecuentes problemas iluminación, y la habitual turbidez del agua por su cercanía a una piscifactoría y a la costa.

Precisamente la profundidad a la que se encuentra el yacimiento limitaba enormemente los tiempos efectivos de trabajo y excavación. Por lo que se imponía la necesidad de desarrollar métodos alternativos de documentación de las actividades arqueológicas que las agilizaran, liberando a los arqueólogos de determinadas tareas para permitirles intensificar la excavación. De este modo, en las intervenciones de los años 2014 y 2015 se realizó un registro tridimensional fotogramétrico para la obtención de modelos 3D y ortofotografías de precisión métrica, como complemento de las planimetrías y trabajos de documentación tradicionales. Gracias a la experiencia adquirida y los resultados obtenidos, la planimetría de la campaña 2016 se realizó íntegramente con técnicas de fotogrametría digital, documentando tres fases de la excavación.

Así fue como -siempre en plena colaboración con el equipo de excavación, de forma especial con J. A. Moya- se estableció un protocolo para sustituir definitivamente la documentación gráfica tradicional por la fotogrametría digital, teniendo en cuenta que “ante cualquier proyecto de restitución fotogramétrica subacuática es necesaria una primera evaluación del yacimiento y de las condiciones físicas reales” (MOYA-MUÑOZ, 2017). En el proyecto del pecio Bou Ferrer se dan las siguientes circunstancias: está localizado sobre un fondo a 24,5 metros de profundidad pero la parte inferior del yacimiento supera los 27 metros de profundidad; las aguas son generalmente turbias y la morfología del yacimiento, en su estado actual, es muy compleja y dificulta la captura de imágenes. La mayoría de autores coincide en señalar que la fase de captura en fotogrametría supone un 70% en el flujo de trabajo completo, frente a un 30% del resto del proceso. En el portal *Historic England*², sobre patrimonio cultural, afirman que “en fotogrametría, la calidad de los resultados depende casi totalmente de la calidad de la captura. La mala fotografía conducirá inevitablemente a resultados inexactos”. Aún así, se refieren siempre a trabajos de campo realizados en tierra, en el medio subacuático las dificultades obligan a estimar este porcentaje por encima del 90% teniendo en cuenta la necesidad de planificación, la alta probabilidad de tener

que realizar réplicas y los fuertes condicionantes del medio marino. Todas estas circunstancias se acentúan en el caso del pecio Bou Ferrer.

La creación de los modelos fotogramétricos permitieron obtener ortoimágenes que han servido de base para la elaboración de plantas estratigráficas así como la ubicación de piezas y elementos constructivos identificados durante la excavación (figura 4).

De forma paralela al trabajo de fotogrametría digital, en el propio yacimiento también se ha documentado la carga de ánforas romanas extraídas (hasta el momento se tiene registro de más de 400 contenedores). Como resultado de esta fase de trabajo, se ha podido acelerar el estudio de la carga extraída del yacimiento arqueológico, permitiendo elaborar los modelos 3D de las ánforas y la planimetría 2D (fundamentalmente, secciones de las piezas) para realizar el estudio tipológico pormenorizado.

2.5. Virtualización de la Villa Romana de Rufio

La villa de Rufio (Giano dell'Umbria, Perusa, Italia), situada en la vía Flaminia, es un gran complejo arqueológico que ocupa una extensión cercana a los 9.000 m2 de superficie construida. En 2007 la Universidad de

Figura 4.
Ortoimagen obtenida tras el procesado del modelo fotogramétrico; vista de la misma ortoimagen, plastificada y siendo usada por arqueólogo en el yacimiento arqueológico del Peco Bou-Ferrer.

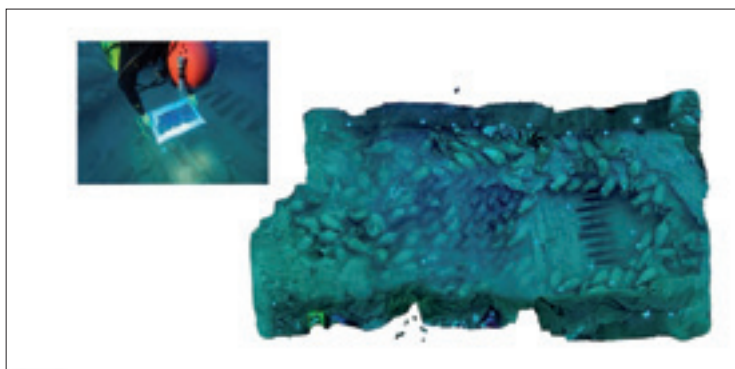




Figura 5.
Vista del modelo 3D creado
para la visualización de la
villa romana de Rufio

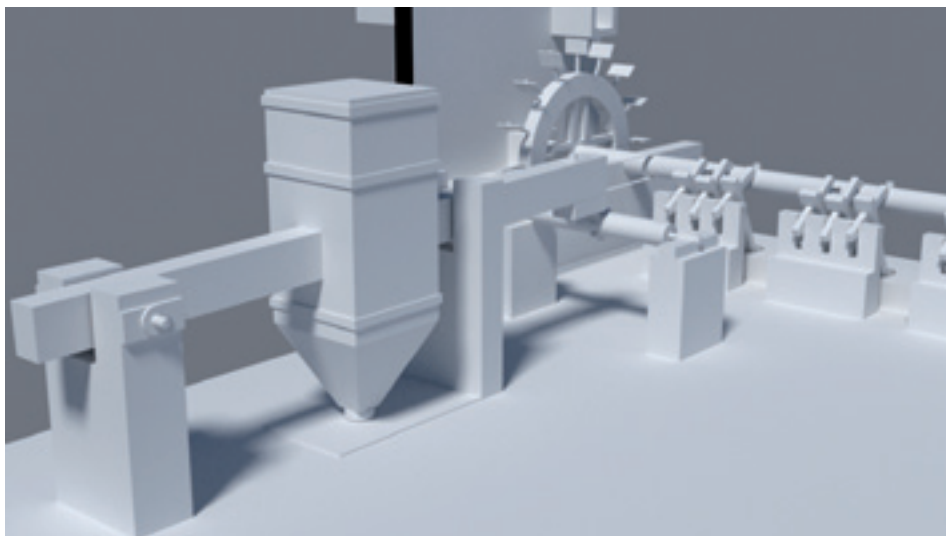
Alicante inició un proyecto de excavación arqueológica cuyo objetivo preferente era el análisis de la evolución de los modelos de producción agrario-mercantil de la economía romana examinando el tipo de mano de obra utilizado preferentemente en época augustea (MOLINA VIDAL *et alii*, 2017). Los resultados de la excavación nos situaron ante el *ergastulum* (alojamiento de esclavos) mejor conservado del imperio romano por lo que se planteó la necesidad de desarrollar virtualización. El objetivo de desarrollar reconstrucciones digitales 3D de los alojamientos serviles no solo era hacer más comprensibles y accesibles los restos encontrados, sino también experimentar el tipo de iluminación, ambiente y contexto en el que se desarrollaría parte de la vida de los esclavos de la villa, tratándose de un edificio semienterrado, con condiciones de salubridad limitadas. El equipo de Patrimonio Virtual tuvo la oportunidad de desplazarse a la localidad italiana de Giano dell'Umbria, en la provincia de Perugia (Umbria), para trabajar in situ en el yacimiento arqueológico. Tras varias campañas de excavación arqueológica, se pudo realizar una extensa fase de documentación 3D mediante fotogrametría digital de estructuras exhumadas y piezas arqueológicas, como la inscripción de Gaius Iulius Rufio, propietario de la villa (LLIDÓ LÓPEZ-MOLINA VIDAL, 2012) y Terminada la fase inicial de documentación se llevó a cabo la optimización del modelo 3D obtenido por medio de la técnica de retopología. En el estudio del conjunto edificatorio se tuvo en cuenta, entre otros factores, su rela-

ción con el entorno –especialmente con la principal vía de comunicación del territorio, conocida como vía Flaminia– y la época en la que fue construido.

Para la propuesta de reconstrucción virtual del volumen completo del edificio, se realizó un estudio de los materiales y técnicas de construcción empleados y de la relación entre las estancias y los patios interiores. A partir de la información proporcionada por los restos hallados y el estudio de fuentes y paralelos, también se plantearon hipótesis para aquellos elementos constructivos hoy no conservados, como la altura de los muros o la compleja distribución de las cubiertas, entre otros. En esta fase de planteamiento y análisis de viabilidad de las diferentes hipótesis se realizó el levantamiento planimétrico 2D, haciendo especial hincapié en las plantas del conjunto lo que permitió el planteamiento de accesos, controles, presencia de huecos de paso y ventilación en función de la posición de los distintos patios interiores, estudio del recorrido de la instalación de recogida de aguas, etc.

Finalmente se llevó a cabo la reconstrucción 3D del edificio completo al cual se le aplicaron –tras un profundo y riguroso estudio– los diferentes materiales y sus patologías. El modelo se completó con otros elementos presentes en la villa, tales como el agua (en el canal exterior de recogida de agua de lluvia del atrio) o la vegetación (como la hierba presente en los patios interiores) (figura 5).

Figura 6.
Vista de la recreación de la rueda hidráulica para molino papelerero.



2.6. Recreación 3D del funcionamiento mecánico de una rueda hidráulica. Museu Valencià del Paper. Banyeres de Mariola (Alicante)

La virtualización del patrimonio no sólo debe centrarse en la recreación de grandes espacios arqueológicos, sino que puede acercarnos a nuestro pasado más cercano a través de la arqueología industrial o la etnografía. Este es el caso del proyecto realizado inicialmente en cooperación con el Museu Valencià del Paper (Banyeres de Mariola, Alicante). Inicialmente, el proyecto contemplaba únicamente la recreación 3D de la rueda hidráulica para explicar el funcionamiento de la misma dentro del molino papelerero. Sin embargo, de acuerdo con la dirección del museo, se decidió llevar a cabo un proyecto más amplio que incluyera, además de la rueda, el resto de componentes necesarios para la fabricación del papel. Este sistema se completa con el elemento principal para la puesta en marcha del molino: el agua.

En su origen, el molino papelerero de Banyeres de Mariola era un molino harinero que cambió de uso, convirtiéndose en una fábrica de papel. Por este motivo, el edificio ha conservado la pieza principal: la rueda que, a partir de la transformación

del molino, serviría para poner el funcionamiento el árbol de levas. Este mecanismo está formado por tres elementos principales: la viga de grandes dimensiones y sección circular directamente conectada a la rueda y que gira con la rotación de la misma, los martillos que están en constante movimiento como consecuencia del giro de la viga, y las pilas de desfibrado en cuyo interior se encuentra la materia prima para la fabricación de la pasta de papel. Por otro lado, vinculada también al giro de la rueda, se encuentra la prensa, consistente en un gran martinete que golpea de forma constante la pasta de papel hasta obtener las finas láminas que posteriormente pasarán al espacio de secado.

En la fase de modelado de la rueda, al tratarse de un elemento de grandes dimensiones y dado que se buscaba un acabado realista, se estudió la forma, posición y tamaño de cada una de las piezas de madera que, ensambladas mediante tornillería y pasadores, permiten el montaje final de la rueda.

Una de las partes más importantes de este proyecto fue la creación e interacción del fluido (agua) que, accediendo a través de una acequia superior, cae sobre la rueda. Este movimiento de caída

del agua es la fuente de energía que, al impactar contra las palas de la rueda, acciona el movimiento del molino. Dicho fluido es recogido en un canal inferior, que decidimos representar “seccionado” para poder mostrar así el caudal del agua tras pasar por la rueda.

Para generar y coordinar los diferentes movimientos entre la rueda (con un movimiento uniforme de rotación), el árbol de levas y el martinete (con movimientos de golpeo continuos) se utilizó el motor de físicas de Blender, aplicando restricciones de movimiento a los diferentes elementos y teniendo en cuenta parámetros fundamentales para crear el funcionamiento real, como son la gravedad, la colisión y la masa de cada cuerpo que interviene en el proceso de creación del papel.

En la fase de texturizado se crearon y apli-

caron los materiales reales de la estancia del molino, con sus patologías propias generadas con el paso del tiempo y el uso, tales como manchas de humedad, salpicaduras de pasta de papel, desconchados y pérdida de revestimiento en las paredes, etc. En la rueda y resto de mecanismos se aplicaron las diferentes maderas (en las palas, ejes, vigas,...), se crearon los elementos metálicos de refuerzo y anclaje y se representaron también las piezas de material pétreo (como son las pilas donde reposa la materia prima de la pasta de papel).

Finalmente se elaboró una secuencia de animación que, mostrando el funcionamiento de cada una de las partes del molino, será proyectada en bucle formando parte del recorrido museográfico del Museu Valencià del Paper en el que se encuentra expuesta (figura 6).

BIBLIOGRAFÍA

- ESCLAPÉS, J., TEJERINA, D., ESQUEMBRE, M. A., BOLUFER, J., 2013: “Propuesta metodológica para la generación de recorridos virtuales interactivos”, VAR, Vol. 4-9.
- FABREGAT BOLUFER, L., TEJERINA ANTÓN, D., MOLINA VIDAL, J., FRÍAS CASTILLEJO, C., 2012: “Anastilosis virtual con Blender: las termas del yacimiento Villa romana de L'Albir (L'Alfàs del Pi, Alicante)”, VAR, Vol. 3-6, p. 45-48
- FRÍAS CASTILLEJO, C., BARREIROS MORAIS, L., MOLINA VIDAL, J., 2013: “La musealización de las termas de la villa romana de L'Albir (L'Alfàs del Pi, Alicante), IV Congreso Internacional de musealización de yacimientos arqueológicos y patrimonio: “Arqueología, Patrimonio y Paisajes históricos para el s. XXI”, pp. 177-185
- GRAU MIRA, I., MOLINA VIDAL, J., 2011: “La villa de Rufio (Giano dell'Umbria, Italia): el pabellón de servicio y las áreas periféricas”, *Excavaciones en el exterior 2010. Informes y trabajos* 7, pp. 159-165.
- LLIDÓ LÓPEZ, F., MOLINA VIDAL, J., 2012: “Gaius Iulius Rufio propietario en la vía Flaminia, entre Suetonio y la epigrafía”, *Epigraphica* LXXIV, pp. 75-82
- MOLINA VIDAL, J., 2015: “Poblamiento rural en el territorium de Ilici: la granja romana del Cabezo-Clot de Galvany (Elx, Alacant), *SAGUNTUM*, 47, pp. 105-120.
- MOLINA VIDAL, J., GRAU MIRA, I., LLIDÓ LÓPEZ F.- ÁLVAREZ TORTOSA J. F., 2017: “Housing slaves on Roman estates: a proposed *ergastulum* at the Villa of Rufio (Giano dell'Umbria)”, *JRA*, 30.
- MOLINA VIDAL, J., MUÑOZ OJEDA, F. J., 2015: “UR data sheet (Units of Reconstruction/Recreation)”, RUA <<http://hdl.handle.net/10045/46206>>
- MOYA MONTOYA, J. A., MUÑOZ OJEDA, F. J., 2017: “Fotogrametría de restos arqueológicos subacuáticos. El modelo del pecio Bou Ferrer”, (en este mismo volumen)

NUEVAS TECNOLOGÍAS AL SERVICIO DE LA DIFUSIÓN Y SOCIALIZACIÓN DEL ARTE RUPESTRE DEL ARCO MEDITERRÁNEO DE LA PENÍNSULA IBÉRICA

Dr. Juan F. Ruiz López¹

1. Departamento de Historia. Universidad de Castilla – La Mancha.
IDR – LAPTe. Laboratorio de Arqueología, Patrimonio y Tecnologías Emergentes.
jfruiz@jfrl.jazztel.es

1. INTRODUCCIÓN

La musealización del arte rupestre constituye un reto a diversos niveles, dado que, por su misma naturaleza, escapa a lo habitualmente musealizable. Los grafismos rupestres se conservan en el lugar donde fueron realizados, y para el que fueron concebidos. Es por este motivo que se considera que son inseparables de las cuevas, abrigos o rocas al aire libre, y, por tanto, ajenos a la institución museística tradicional. No obstante, la expansión del concepto de museo que se ha vivido en las últimas décadas, así como las nuevas tecnologías, han abierto posibilidades que aproximan el arte rupestre a una musealización alternativa. Y las nuevas tecnologías tienen mucho que aportar en este sentido y en este campo particular.

Los diversos proyectos de investigación que se han llevado a cabo bajo el paraguas del denominado proyecto “4D · arte rupestre” (RUIZ *et alii*, 2016) han tenido como objetivo principal el diagnóstico y monitorización del estado de conservación de conjuntos incluidos en el Arte Rupestre del Arco Mediterráneo de la Península Ibérica (ARAMPI), bien inscrito en la Lista de Patrimonio Mundial desde 1998. En este marco, se ha trabajado en 5 de las comunidades autónomas del ARAMPI, y en más de 20 abrigos con muestras de arte paleolítico, levantino y esquemático. En la Comunidad Valencia estos proyectos se han desarrollado en Castellón entre 2014 y 2016, incluyendo un total de 9 abrigos al aire libre. Pero, al mismo tiempo, se han explorado las diversas posibilidades divulgativas que las nuevas tecnologías permiten para poner al alcance de toda la sociedad un patrimonio que en muchas ocasiones ha sido ignorado.

La monitorización se lleva a cabo, entre otras tecnologías, mediante la comparación a lo largo del tiempo de modelos 3D fotogramétricos e imágenes gigapíxel. Ambas tecnologías son fácilmente con-

vertibles en productos divulgativos sin perder su original utilidad científica y de conservación. La creación de un repositorio digital de arte rupestre, en formato web, específico de los proyectos 4D VULL, pone a disposición de toda la sociedad versiones de alta calidad de modelos 3D e imágenes de alta resolución, acompañadas de tratamientos en falso color y diversas informaciones que permiten la comprensión y visualización de los motivos pictóricos prehistóricos en condiciones que, en muchas ocasiones, superan a las que se pueden tener en los propios abrigos.

Partiendo de esta base, aunque no directamente derivados de los proyectos “4D · arte rupestre”, se han desarrollado otras iniciativas destinadas a aproximar el ARAMPI a la sociedad a través de nuevas tecnologías. En el norte de Castellón se ha desarrollado el proyecto eARt, que constituye la primera aplicación de la realidad aumentada en conjuntos de arte rupestre al aire libre en todo el mundo. Mediante este sistema se posibilita una experiencia de descubrimiento inigualable que posibilita que el visitante deje de ser sujeto pasivo, para convertirse en el protagonista activo del descubrimiento de pictografías que sólo el ojo entrenado es capaz de identificar normalmente. Esto es un cambio radical en los modelos de visita y presentación del arte rupestre del ARAMPI, puesto que abre la puerta a que cualquier conjunto, por muy deteriorado que esté, pueda ser comprensible para el visitante no formado en arte rupestre.

Mención aparte merece el proyecto “ARAMPI para discapacitados visuales”. Esta iniciativa se ha llevado a cabo en la Cova dels Rossegadors (La Pobra de Benifassà, Castellón) con el objetivo de aproximar el arte rupestre a un colectivo que, por definición, queda excluido de las artes visuales, y que tiene vedado el acceso a los lugares en que se suele conservar el

arte rupestre. Esta iniciativa, también pionera a nivel mundial, ha permitido el descubrimiento de los invidentes, al tiempo que ha posibilitado la concienciación del resto de personas sobre las dificultades de este colectivo para el acceso a la cultura y en su vida cotidiana.

2. CONSERVACIÓN PREVENTIVA Y SOCIALIZACIÓN: PROYECTOS 4D ARTE RUPESTRE EN LA COMUNIDAD VALENCIANA.

A comienzos de 2013 se inició el proyecto 4D · arte rupestre en la localidad murciana de Jumilla, y abarcando enclaves en un amplio territorio fronterizo entre la provincia de Murcia y la de Albacete, que comparte, entre otras cosas, la presencia de conjuntos con pinturas rupestres integrados en el ARAMPI. Este proyecto, profundamente multidisciplinar, se ha caracterizado desde el principio por la búsqueda de propuestas innovadoras que contribuyeran a alcanzar los objetivos perseguidos. Qué duda cabe que el arte rupestre al aire libre es un bien patrimonial extremadamente frágil, algo que fue tenido en cuenta en el expediente de incorporación del ARAMPI a la Lista de Patrimonio Mundial de la UNESCO, y que aparece reflejado también en el Valor Universal Excepcional del bien. Esta preocupación fue recogida por los asistentes a la Reu-

nión de Alquézar (Juste, 2012), auspiciada por la Comunidad Autónoma de Aragón, poniendo de manifiesto la necesidad de implementar medidas específicamente destinadas al diagnóstico y monitorización del estado de conservación de los enclaves incluidos en el ARAMPI. Estas medidas debían servir para que las seis comunidades autónomas integrantes del ARAMPI pudieran poner en práctica medidas de conservación preventiva que, en la medida de lo posible, ayudasen a la mejor preservación posible de dichos conjuntos. En este marco, 4D · arte rupestre se desarrolla con la vista puesta en lograr que, algo tan infinitamente complejo como un abrigo al aire libre, disponga de información científica suficiente como para posibilitar la deseada conservación preventiva. Las herramientas han sido diversas, pero han tenido como punto de partida el concepto de documentación integral, es decir, de la captura de toda la información posible sobre los distintos aspectos que integran un conjunto de pinturas rupestres: abióticos (geológicos, fisicoquímicos), bióticos (comunidades que habitan los abrigos), antropogénicos (las modificaciones causadas por la acción humana, tanto las pinturas prehistóricas como cualquier acción vandálica), hasta llegar a cubrir en determinados lugares también los parámetros medioambientales. Los procedimientos puramente documentales del arte rupestre, objeto final de estas acciones, han



Figura 1.
Los proyectos 4D VULL se han llevado a cabo en el Parque Cultural de Valltorta y Gassulla, y en el conjunto de Ulldecona. El arte levantino de esta comarca comparte características estilísticas y de paisaje.

recibido una especial atención, experimentando diversas aproximaciones y técnicas con el objetivo de mejorar en lo posible la precisión de los datos recogidos.

La complejidad de este planteamiento ha generado la necesidad de que en distintos momentos de su desarrollo hayan participado especialistas de muy diversa formación: geógrafos, restauradores, arqueólogos, químicos, biólogos, ingenieros, geólogos... Todos han contribuido a que el desarrollo de este proyecto se haya convertido en un referente en la forma de documentar, diagnosticar y monitorizar las manifestaciones gráficas prehistóricas.

Las actuaciones en la provincia de Castellón se enmarcan en el proyecto 4D·VULL, nombre que hace referencia a las letras en común de los nombres Valltorta, Gassulla y Uldecona, y que hemos tomado de un convenio preexistente entre la asociación Amics Valltorta y el Ayuntamiento de Uldecona para promover conjuntamente el arte rupestre que comparten entre estas comarcas contiguas. Obviamente también hace referencia al deseo de conseguir que el arte rupestre levantino alcance el nivel de conocimiento público que merece. Este proyecto se inició en 2015, solicitado por el Ayuntamiento de Tírig en el marco de las Ayudas para proyectos de conservación, protección y difusión de bienes declarados Patrimonio Mundial, correspondientes al año 2014, convocadas por la Secretaría de Estado de Cultura, del Ministerio de Educación, Cultura y Deportes. En la primera edición se estudiaron los abrigos de Cova dels Cavalls (Tírig), Cova Centelles (Albocàsser), Cingle dels Tolls del Puntal (Les Coves de Vinromà), Cingle de la Gassulla IV, IX y X (Ares del Maestrat), y Abrics I y V d'Ermes (Uldecona, Tarragona). En el caso de Cova dels Cavalls se contaba con el precedente de una actuación previa, financiada por la Dirección General de Cultura de la Generalitat Valenciana, llevada a cabo el año anterior junto con Mas d'en Josep. Durante 2016, se siguió trabajando en Coves del Civil (Tírig), Cova Alta del Lledoner (Les Coves de Vinromà), Les Dogues (Ares del Maestrat),

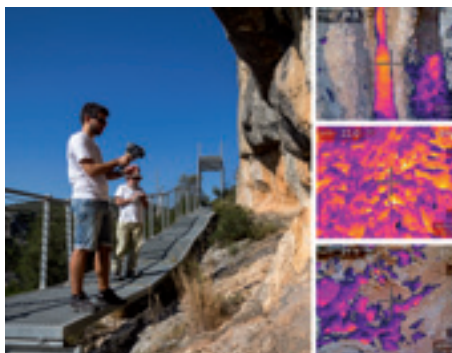


Figura 2. Obtención de datos termográficos en Mas d'en Josep por parte de Rubén Pérez y de Ramiro Alloza. A la derecha, diferentes ejemplos de los resultados de las termografías en Cova dels Cavalls, que ha permitido identificar un elevado número de alteraciones.

Racó de Nando (Benassal), y Abrics I y V d'Ermes (Uldecona). Estas campañas también fueron financiadas con cargo a las Ayudas de la Secretaría de Estado de Cultura (figura 1).

El trabajo de diagnóstico se basó en la utilización de termografía, a cargo de los miembros del equipo, Rubén Pérez y Ramiro Alloza, y de la identificación de indicadores visuales de alteración, efectuada por otra compañera, África Pitarch. La termografía ha demostrado ser tremendamente útil para la identificación de zonas alteradas por diversas razones: discontinuidades estructurales, descamaciones, presencia de comunidades biológicas o zonas húmedas. Esta técnica mide la emisividad de calor de un objeto en el rango de longitudes de onda del infrarrojo medio, o térmico. El resultado se muestra en una imagen que refleja la temperatura del objeto analizado, en diversas escalas de color (o falso color) que permiten una rápida interpretación por el ojo humano. La utilización de esta técnica posibilita una eficaz y rápida recogida de datos, ofreciendo resultados en modo de variable continua, en lugar de como valores discretos medidos puntualmente por un termómetro de cualquier otro tipo. De ese modo, permite conocer la distribución y extensión de las alteraciones (o cambios de temperatura) que presenta un objeto a una temperatura ambiente determinada (figura 2).

La identificación de indicadores visuales de alteración permite clasificar los proble-

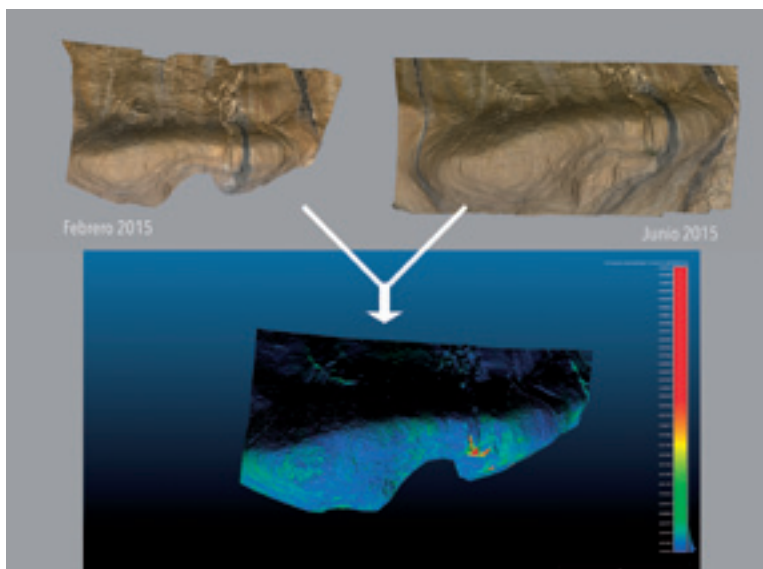


Figura 3.
La comparación volumétrica entre modelos 3D obtenidos en distintos momentos permite identificar los cambios acaecidos durante ese período de tiempo. En la imagen, comparación del sector derecho de Cova Centelles entre febrero y junio de 2015, y resultado obtenido en CloudCompare, donde se puede observar, en tonos rojos y amarillos, el crecimiento experimentado por una planta rupícola.

mas de conservación verificables mediante la observación directa. Su objetivo es plantear una idea general sobre el estado de conservación de un panel que queda plasmada en mapas de distribución de alteraciones. En nuestro caso, las alteraciones se han dividido en seis categorías que recogen tanto los procesos puramente geológicos, como las afecciones de carácter antrópico o las de origen biológico.

La monitorización se desarrolla a través de diversas tecnologías de vanguardia. Pretende saber cómo está evolucionando un bien a lo largo del tiempo, controlar procesos de deterioro activos, y cuantificar el volumen de los daños o alteraciones que sufre. Una parte de esta monitorización recae en la comparación volumétrica entre modelos tridimensionales obtenidos en diversos instantes a lo largo de un período de tiempo. Los modelos 3D usados en este proyecto se han obtenido siempre a través de levantamientos fotogramétricos, realizados con técnicas de fotogrametría de objeto cercano basada en SfM (Structure from Motion), desarrollado a partir de los principios de la visión artificial o computer vision. El software utilizado es Agisoft PhotoScan Pro 1.2, uno de los más populares en la actualidad en este campo. Los modelos se obtienen de

la toma de datos efectuada en cada campaña y en cada una de las localizaciones. Por lo general, se obtienen distintos productos dependiendo de la finalidad a la que se destinen; por un lado, se obtienen modelos 3D que recogen la totalidad de la cavidad que es objeto de estudio, y por otro, se llevan a cabo levantamientos de mayor precisión y resolución de las áreas en las que se conservan las pinturas. Esta dicotomía responde a las limitaciones que el tamaño de los modelos tridimensionales en muy alta resolución conlleva, ya que su manejo requiere que los ordenadores sean más potentes y caros conforme se incrementa el tamaño del modelo (principalmente en número de polígonos de la malla geométrica). Por lo general, la resolución de los modelos alcanza niveles próximos o incluso mejores que 0,1 mm por pixel, lo que garantiza una gran precisión en la identificación de los cambios volumétricos, e incluso podrían servir para la realización de una réplica en caso de destrucción o alteración seria o irreversible.

El procesado fotogramétrico parte de esa colección de imágenes no ordenadas obtenidas desde diferentes puntos de vista alrededor del bien patrimonial. El software detecta las homologías entre las imágenes y deduce la posición espacial de los

puntos comunes que se pueden identificar en las imágenes. En primer lugar, se obtiene una nube de puntos dispersa, que sirve de base para la nube de puntos densa que alcanza centenares de millones de puntos en la mayoría de los abrigos. A partir de la nube de puntos densa se realiza la reconstrucción geométrica mediante una malla poligonal de triángulos; una resolución muy elevada de esta malla la convierte en casi inmanejable, por lo que a partir del producto inicial se realiza una reducción de su tamaño para obtener una malla menos detallada, pero con niveles de fidelidad muy próximos a la realidad. Por último, se genera una textura de alta resolución fotográfica, que puede ser usada como punto de partida para otros productos secundarios.

Las nubes de puntos densas de un mismo abrigo son comparadas entre sí para identificar las variaciones volumétricas acaecidas en el período transcurrido entre las tomas de datos. Por este procedimiento se pueden identificar cambios de hasta 3 mm³, dependiendo de la resolución de los propios modelos 3D comparados. Las comparaciones se realizan con el software CloudCompare, y se visualizan por medio de una escala en la que se muestran en distintos colores las distancias euclídeas existentes entre los modelos (figura 3).

De este modo se han identificado pérdidas de soporte de diferentes tamaños, se ha observado el desarrollo de plantas a lo largo de su ciclo anual, se ha visto el desarrollo y la desaparición de telarañas, etc... Es decir, este procedimiento sirve para controlar la evolución del soporte y la de algunas afecciones directas biológicas.

Los productos secundarios derivados de los modelos 3D fotogramétricos incluyen texturizados en falso color para enfatizar las pictografías, que se realizan con el software especializado DStretch, o calcos digitales generados a partir de la textura de alta resolución, lo que garantiza su disposición espacial correcta y su integración en el volumen de la roca para el que se concibieron y en el que se crearon

las pictografías. Esto es un paso adelante de enorme repercusión, ya que solventa el tradicional problema de la distorsión geométrica de los calcos bidimensionales o de la consideración de la fotografía como una imagen fiel de la realidad. Ambos productos secundarios, junto con modelos 3D de baja resolución geométrica pero elevada precisión en la textura, constituyen herramientas de valor incalculable para la difusión de los conjuntos de arte prehistórico del ARAMPI.

Para conseguir un nivel de detalle superior que el que se consigue con los modelos 3D recurrimos a la realización de fotografía gigapíxel. Estas imágenes de altísima resolución, con un tamaño de varios Gb por imagen, son productos de síntesis derivados de la captura de cientos de fotografías tomadas con una lente macro, y un cabezal robótico que se encarga de calcular la posición de cada fotografía individual de acuerdo a una serie de parámetros fijados de antemano, como por ejemplo, el nivel de solape entre imágenes. El software especializado, como Kolor Autopano Giga 4.4, o PT Gui Pro se encarga de situar cada imagen en su posición y fusionarla con las imágenes circundantes para generar una fotografía de síntesis continua de toda la escena, con el nivel de resolución de una fotografía individual. Este tipo de productos, aparte de su elevado potencial divulgativo, sirven para el control de la evolución superficial del bien patrimonial, ya que alteraciones superficiales no pueden ser detectadas mediante las comparaciones volumétricas. Además, su elevadísima resolución permite análisis extremadamente detallados de las figuras conservadas en un panel. Su tratamiento mediante DStretch permite identificar con facilidad las figuras y, en sí mismo, constituye una alternativa viable a los calcos tradicionales.

Tanto la fotogrametría como la fotografía gigapíxel suponen un avance en la investigación del arte rupestre al superar una limitación del sistema tradicional de documentación, que estaba exclusivamente enfocado en el registro de los grafismos,



Figura 4.
La web 4D VULL,
vull.4darterupestre.com, per-
mite consultar muchos de los
productos digitales de síntesis
elaborados en el curso de estos
proyectos.

olvidando en gran medida sus relaciones con el panel. Todas las formas de arte prehistórico se realizaron teniendo en consideración el soporte en el que se encajaban y su relieve. En el caso del arte levantino y esquemático, los paneles determinan las composiciones y, en ocasiones, los relieves son incorporados en las escenas como elementos escenográficos. Sin la atención a estos detalles que se puede lograr mediante estas tecnologías, la documentación quedará necesariamente incompleta.

Por otra parte, fotogrametría y fotografía gigapixel son técnicas basadas en la fotografía, a partir de las cuales se obtienen productos derivados de síntesis que no son idénticos a las fotografías originales. Una de las ventajas de este tipo de sistemas de registro, frente a otras tecnologías, es que los productos de síntesis obtenidos se pueden seguir mejorando. El software que los genera sigue evolucionando y si se vuelven a procesar dentro de un tiempo se podrán obtener productos

de mayor calidad o resolución, acordes al del nuevo momento de procesamiento. Un pre-requisito para que esto sea posible es que las imágenes sean de calidad y que cumplan criterios de precisión adecuados a los objetivos perseguidos por el proyecto y para el producto al que se destinen.

Como decíamos al inicio de este capítulo, el proyecto 4D · arte rupestre siempre tuvo una marcada voluntad divulgativa. El patrimonio cultural sólo adquiere relevancia social en la medida en que es conocido. Por tanto, una de las primeras obligaciones de los investigadores que trabajamos en este campo con financiación pública, tenemos la obligación de revertir a la sociedad elementos que contribuyan a su divulgación. Sólo se protege el patrimonio que se valora, y para ello es necesario invertir tantos esfuerzos como sean necesarios con el fin de que llegue a la sociedad, y sea ella la que reclame su estudio y protección. Las tecnologías web son en la actualidad un recurso ineludible para alcanzar estos fines. En el curso de

estos proyectos hemos desarrollado varias webs y perfiles de Facebook que han permitido un conocimiento preciso de la evolución de las actuaciones. En el caso de los proyectos 4D VULL, se ha desarrollado una web específica, completamente nueva, que recoge buena parte de los resultados obtenidos, en un formato accesible a través de ordenadores y plataformas móviles. La URL de esta web es <http://vull.4darterupestre.com>, y ha sido desarrollada por Jose Pereira, en colaboración con Elia Quesada y el autor de estas líneas.

La web se organiza por estaciones rupestres, mostrando para cada una de ellas los productos de síntesis generados, siempre a una resolución adecuada para su visualización en internet (figura 4). La resolución original es muy pesada, por lo que se ha reducido su tamaño en aras de conseguir una adecuada usabilidad y una mejor experiencia de usuario. Se incluyen fotografías gigapíxel de los entornos de los abrigos, fotografías gigapíxel de los paneles, con y sin tratamiento DStretch, así como modelos 3D de detalle y generales. En ocasiones también se incluyen modelos 3D con textura DStretch.

En el caso de las imágenes gigapíxel se ha implementado un visor open-source que permite, además de una visualización normal, la comparación o visión simultánea de las imágenes en color RGB normal con las versiones tratadas mediante DStretch, constituyendo, por tanto, una plataforma excepcional para el descubrimiento de las pictografías conservadas. Dado el tamaño de los paneles documentados y las pequeñas dimensiones de las figuras, se han colocado marcadores que indiquen donde se localizan los motivos pictóricos, algo imprescindible para motivos mal conservados, o de escaso tamaño. La visualización de los modelos 3D se realiza a través de la plataforma Sketchfab, una de las más populares en el mundo para la visualización y divulgación de este tipo de productos.

La web cuenta también con información

sobre el contenido de los sitios, sobre su accesibilidad, y sobre el sistema de visita (o ausencia del mismo) con que cuenta. También se facilita como llegar a los enclaves desde los puntos de información, como el Museo de la Valltorta. La web ha sido traducida a varios idiomas para facilitar su difusión. El contenido se puede filtrar por los propios abrigos, o por las localidades en las que se encuentran.

Todo el proyecto de la web 4D VULL está desarrollado y publicado utilizando herramientas basadas en software libre con licencias públicas. Todo el entorno está desplegado sobre Linux. El hecho de utilizar licencias públicas y de trabajar sobre productos open-source permite un mayor control de desarrollo y personalización de los elementos que intervienen en la plataforma que usando herramientas privativas cerradas, que además implican costes adicionales en el tiempo. De esta forma, el proyecto web 4D VULL puede ser desplegado en cualquier servidor con soporte LAMP (Linux + Apache + MySQL + PHP) sin ningún tipo de costes adicionales en pago de licencias.

3. REALIDAD AUMENTADA Y ARTE RUPESTRE. PROYECTO EART.

Los años de experiencia acumulados en visitas a sitios con arte rupestre al aire libre, en el ARAMPI, y en muchos otros lugares del mundo, permiten una conclusión rápida: rara vez los visitantes son plenamente conscientes de lo que se les enseña, de su importancia cultural y de lo excepcional de su conservación, y la mayor parte de la culpa la suele tener la escasa visibilidad de los motivos. Por este motivo, y siendo conscientes de que el caso del ARAMPI la visibilidad de las figuras pintadas es especialmente problemática, se puso en marcha el proyecto eART: Realidad Aumentada y Arte Rupestre, destinado a conseguir superar esa limitación mediante sistemas tecnológicos innovadores a nivel mundial. Este proyecto ha permitido aunar vanguardia tecnológica con patrimonio prehistórico, pasado con

futuro, con el objetivo de facilitar el acceso de toda la sociedad a estos bienes culturales, y de convertirlos en recursos viables a nivel de turismo cultural de calidad.

Para alcanzar esos objetivos se planteó el desarrollo de una app de realidad aumentada para smartphones y tablets con sistemas operativos Android o iOS, con lo que abarcaba más del 95% del mercado actual. Esta app ha sido desarrollada por la empresa Cineproad (www.cineproad.com). Es decir, frente a los problemas señalados, la solución tecnológica adoptada permite identificar la localización de las pictografías en un panel, visualizar los calcos de las figuras sobre el stream de video del dispositivo, mostrar las figuras completas si están deterioradas o fueron vandalizadas, recuperar pictografías perdidas, y dar información contextual a los visitantes. El proceso de desarrollo se inició a principios de 2015 y la presentación de la app tuvo lugar en septiembre del mismo año, estando a disposición de los visitantes desde entonces. El desarrollo ha sido financiado con cargo a las "Ayudas a empresas privadas para proyectos de puesta en valor, promoción, difusión y protección de bienes declarados patrimonio cultural, correspondientes al año 2014", convocadas por la Secretaría de Estado de Cultura.

Figura 5.
La reacción de sorpresa de los visitantes, es uno de los efectos más notables que consigue la utilización de la app eART.



La app eART se ha implantado en Coves de La Saltadora (Les Coves de Vinromà, Castellón), Cova Centelles (Albocàsser, Castellón) y el Abrigo I d'Ermites (Ulldecona, Tarragona). Estos tres conjuntos son representativos del sector norte del área de distribución del arte levantino y presentan particularidades que nos hicieron

decantarnos hacia ellos. En el caso de los dos abrigos de La Valltorta, no contaban con visitas regulares, pero se ofertaba bajo demanda, pero, en general, la visibilidad, de las pictografías es muy reducida. Por su parte, el abrigo I d'Ermites es el más visitado de Ulldecona, por lo que la implantación facilitaría a los visitantes la contemplación y comprensión de su compleja escena de caza.

Estos medios tecnológicos se han puesto a disposición de los gestores culturales de cada uno de los yacimientos con la voluntad que se experimente una modificación sustancial de los protocolos de visita existentes hasta la fecha, que consiga mejorar la experiencia de los visitantes y, de este modo, fomentar la demanda social de protección y conservación de las estaciones con arte rupestre del área de Valltorta-Gassulla y Ulldecona. Su descarga y utilización es gratuita a través de las tiendas de aplicaciones AppStore y GooglePlay, y se puede usar con los dispositivos de los turistas, lo que, generalmente, despierta una mayor curiosidad en ellos al dotarlos de autonomía. Su empleo se concibe como un complemento de la visita guiada tradicional, pero introduciendo modificaciones sustanciales en la misma para hacerla más ágil, y facilitar la experiencia de descubrimiento personal (figura 5).

La realidad aumentada básicamente consiste en el añadido de información virtual al mundo real mediante una cámara conectada a un soporte informático, ya sea un ordenador, una *tablet* o un *smart-phone*. El contenido virtual modifica la percepción de lo que se está contemplando, y aumenta la información recibida. Su funcionamiento se basa en la identificación de imágenes a partir de patrones predeterminados, ya sea por medio de fotografías o modelos 3D. Dicha identificación se lleva a cabo mediante algoritmos similares a los desarrollados en el campo de la visión artificial o *computer vision*. Por lo general, se implementa mediante la superposición al stream de vídeo que capta una cámara en tiempo real, de la información que previamente se ha definido para un lugar

que es caracterizado mediante un patrón de identificación unívoco.

En el caso de la app eARt, y en contraste con otros usos de esta tecnología, se ha implementado para la identificación de características físicas de la roca, es decir, sin marcadores o QR que facilite al dispositivo la localización y posicionamiento de la información añadida. De este modo, se evita la introducción de elementos invasivos que deteriorarían la visita, aunque su desarrollo informático y puesta en práctica sean más complejos.

La app eARt se ha concebido como una plataforma expandible a otros enclaves, accesible para la mayoría de dispositivos y sistemas operativos (no necesariamente de última generación), e intuitiva, ya que para su uso no se requiere más que apuntar la cámara hacia el bien cultural. Esta es una de las grandes ventajas de este sistema, ya que no requiere de conocimientos previos de los usuarios, que con una breve explicación o demostración entienden la utilidad del sistema. En esta app, el contenido de información ampliada se ha limitado, voluntariamente, a resaltar los grafismos prehistóricos. Tras seleccionar el enclave en el que nos encontremos y apuntar el dispositivo hacia el panel, la app identifica las características físicas de la roca, y muestra los calcos sobreimpresos al stream de video captado por la cámara en los lugares en que se conservan (figura 6). Los calcos se muestran en diferentes colores dependiendo de lo que



Figura 6.
El sistema de realidad aumentada de la app eARt permite identificar la localización de las pinturas, y las muestra en su estado de conservación o, en ocasiones, como fueron originalmente.

se quiera resaltar en cada caso; se pueden agrupar con el mismo tono las figuras que corresponden a una escena, las que pertenecen a una misma fase pictórica, o destacar con colores distintos a los animales y a las figuras humanas, etc... Los calcos utilizados han sido cedidos amablemente por sus autores (E. López, V. Villaverde, R. Martínez Valle, J.D. Boronat, J.F. Ruiz) o propietarios legales (Generalitat de Catalunya, del calco realizado por R. Viñas) (figura 7).

Dichos calcos se proyectan sobre el stream de video, gracias a que previamente se han realizado barridos fotográficos exhaustivos que son usados por la app para la identificación de patrones y fijar puntos de referencia. Sobre esas imágenes se posicionan las reproducciones para que la app calcule su posición sobre el stream, permitiendo su visualización sesgada, la aproximación y aumento de tamaño de las figuras, etc...



Figura 7.
En Cova Centelles se muestran las figuras reconstruidas a partir de los restos conservados para facilitar la comprensión de este enclave. Las áreas en tonos rojos corresponden a la pintura que ha llegado hasta nosotros. Calco y reconstrucción de Juan F. Ruiz.

La app no necesita de acceso a redes de comunicaciones mientras se está utilizando. Dadas las limitaciones en los servicios telefónicos inalámbricos de banda ancha en estas zonas se optó por desarrollar una app independiente del acceso a redes. Esto implica un mayor tamaño de la app, que, en todo caso, es muy contenido. Para facilitar su utilización se han implantado redes wifi en el Museu de la Valltorta (Tírig, Castellón) y Centre d'Interpretació d'Art Rupestre Abrics de l'Ermita (Ulldescona, Tarragona), gratuitas y abiertas a través de las cuales se puede descargar la app. Se han colocado tótems con información sobre la app, y un QR para que se pueda acceder directamente a la tienda de aplicaciones de cada sistema operativo para descargarla. Además, se ha dotado a los guías de ambos lugares con tablets para su utilización, que también pueden usar los visitantes en caso de que no tengan dispositivos propios, o quieran disfrutar de la pantalla de mayor tamaño de una tablet.

El proyecto ha sido un auténtico éxito. Los usuarios que han disfrutado de la oportunidad de usar la app han manifestado su plena satisfacción. Me gustaría resaltar en este sentido, la capacidad de descubrimiento que ofrece la app, algo que hasta ahora era muy limitado, ya que los visitantes se limitaban a ser espectadores pasivos de las indicaciones de los guías; algunos veían todo lo que les indicaban, pero podemos afirmar que no todos lo veían. Ahora, a través de la app, los visitantes pueden descubrir a su propio ritmo las pictografías, verlas (tal y como las reflejan los calcos) y entender la relación de las figuras con el soporte. Lo más positivo es que una vez que los motivos pictóricos han sido identificados, y el usuario ha jugado con su dispositivo, comienza a prescindir de él para emplear su propia vista para la localización de los motivos mal conservados. En lugares como La Saltadora y Cova Centelles, es un cambio tremendo, dado que hasta ahora las figuras pasaban desapercibidas en gran medida para el visitante no experto. Por este motivo, hemos planteado el lema del proyecto como "...

con otros ojos", los ojos que la tecnología proporciona a los usuarios de la app.

La app incluye también diversas informaciones sobre el contenido de cada estación, la historia de su descubrimiento, o los calcos usados. Todo el contenido de la app ha sido traducido al catalán/valenciano, y al inglés.

El futuro éxito de esta app, en estos lugares o en otros en que se implante, pasa por la implantación de un sistema de visitas ligeramente distinto del actual. Hasta ahora, los guías eran el elemento focal de la visita, a través de los cuales se canalizaba el descubrimiento de las pictografías. A partir de la implantación de los sistemas de realidad aumentada, los guías deben convertirse en los encargados de fomentar el descubrimiento personal de los grafismos prehistóricos. La interfaz tecnológica modifica radicalmente el modo en que cualquier persona no habituada a identificar arte prehistórico se enfrenta a un panel; la experiencia del descubrimiento, de la sorpresa ante lo que no se ve de manera evidente pasa al propio individuo, y deja de ser una consecuencia del punto hacia el que el guía dirige al observador.

Por otro lado, los guías tienen necesariamente que garantizar la preservación del patrimonio visitado. Hasta ahora, ellos actuaban como vigilantes que procuraban que el público no se aproximase a las pinturas. Obviamente, esa prevención la tienen que seguir ejerciendo, pero con el sistema eArt cuentan con una herramienta que facilitará su labor de vigilancia. El dispositivo tecnológico actúa como una barrera psicológica invisible hacia la que concentran su atención los visitantes, de tal modo que para poder contemplar la realidad aumentada tienen que mantener una distancia prudencial respecto al panel con arte rupestre. El guía debe mantenerse en un lateral del espacio visitado para evitar que la emoción del descubrimiento pueda convertirse en un riesgo para las pinturas.

Todas estas modificaciones tienen que ser interiorizadas por los guías para que

puedan transmitirlos con facilidad a los futuros usuarios. En este nuevo contexto los guías deben fomentar la utilización de los dispositivos, advertir a los usuarios de la mejor forma de hacerlo y contribuir a resolver las dudas que les puedan surgir al empezar a utilizar el sistema eArt.

4. ACCESIBILIDAD PARA TODOS: EL PROYECTO ARAMPI PARA INVIDENTES.

Ni siquiera medios tecnológicos avanzados posibilitan el acceso total a la cultura de toda la sociedad. Hay colectivos que, por sus circunstancias diferentes, tienen vedado el disfrute de bienes culturales de naturaleza visual. Este es el caso de los invidentes y de las artes visuales, principalmente de aquellas que son bidimensionales, y que por necesidades de conservación no se pueden tocar. Nuestra voluntad de hacer accesible el patrimonio rupestre a toda la sociedad nos llevó a desarrollar un sistema destinado a vencer o superar esa barrera. Este proyecto es también tremendamente ilusionante y novedoso, y su desarrollo ha supuesto una de las experiencias más gratificantes en mi trayectoria profesional.

El proyecto “ARAMPI para discapacitados visuales” fue solicitado por el Excmo. Ayuntamiento de La Pobla de Benifassà en la convocatoria de Ayudas para proyectos de conservación, protección y difusión de bienes declarados Patrimonio Mundial, correspondientes al año 2015, convocada por la Secretaría de Estado de Cultura. Su ejecución se llevó a cabo a lo largo de la primera mitad de 2016, en la Cova dels Rossegadors (La Pobla de Benifassà, Castellón).

Los objetivos del proyecto eran varios. Entre ellos destacan el desarrollo de sistemas hápticos destinados a la didáctica del arte rupestre para invidentes, la sensibilización hacia esa discapacidad por personas sin problemas de visión, el desarrollo de discursos interpretativos sobre el arte rupestre y las poblaciones que los crearon, y hacer Cova dels Rossegadors

accesible para discapacitados visuales. Además, se plantearon unos objetivos complementarios como dar a conocer a las personas y culturas de la Prehistoria reciente, comunicar el lenguaje del arte rupestre por medios alternativos a los tradicionales, experimentar el lugar del arte rupestre, sentir la pintura rupestre, escuchar el entorno, y vivir a ciegas, es decir, mostrar a las personas sin problemas de visión las dificultades cotidianas de los invidentes para desenvolverse en su vida cotidiana y para acceder a la cultura visual.

Se eligió Cova dels Rossegadors por el buen nivel de accesibilidad del abrigo. En general, los sitios con arte rupestre del Maestrazgo, y comarcas cercanas, tienen unos accesos complicados que dificultan, o directamente imposibilitan, el que personas con movilidad reducida, o como en este caso, invidentes, puedan llegar hasta el abrigo, y disfrutar de la experiencia del arte rupestre in situ. En el caso de Rossegadors, el abrigo se localiza junto al Pantano de Ulldecona en el río Sénia. El acceso actual se construyó poco después de su descubrimiento en 1948. Una vez se verificó la importancia del descubrimiento se efectuaron obras de protección de las pinturas vinculadas a las propias instalaciones hidráulicas del pantano, conectando la plataforma superior de viviendas y construcciones de la Confederación Hidrográfica del Júcar con el propio abrigo a través de tramos de escaleras. No hay ningún otro conjunto en la Comunidad Valenciana, y muy escasos en todo el ARAMPI, que disponga de un acceso similar. Además, este abrigo constituye uno de los ejemplos más significativos del arte rupestre levantino del norte de Castellón y de toda la Península Ibérica. Sin embargo, carece de sistemas adecuados de visita, de un discurso interpretativo o de un plan de gestión, a pesar de que su situación a medio camino entre los conjuntos de Morella la Vella y Ulldecona, y su relativa proximidad a La Valltorta lo ubican en un punto clave para comprender el fenómeno del arte levantino. Por este motivo fue seleccionado para llevar a cabo este proyecto.

La experiencia completa de visita a Cova dels Rossegadors está concebida tanto para invidentes, objetivo principal, como para personas sin esta discapacidad. En este último caso, se invita a los visitantes a transformarse en invidentes durante el tiempo de visita al abrigo. Para ello se les entrega unos antifaces, y se les enseña a moverse con técnica guía. Se ha contemplado también la posibilidad de enseñarles a manejar un bastón de invidente, pero es muy probable que resultase demasiado lioso para personas no habituadas, e incluso podría ser un problema si se usasen dentro del abrigo.

La actividad se despliega a lo largo de tres espacios diferenciados. A lo largo de los mismos se va desarrollando el proyecto interpretativo cuya oración tema es "El arte rupestre en tus manos", y que hace referencia a la utilización de medios hápticos.

En la plataforma superior, a la que se puede acceder en automóvil previa autorización, se lleva a cabo la recepción y contextualización a este tipo de visita, por parte del guía que va a dirigir la experiencia. Esta persona tiene que tener elevadas capacidades comunicativas y transmitir confianza a los visitantes para que todo transcurra de acuerdo a lo previsto. En este momento, se explica qué es el arte levantino, su cronología (en relación a hechos conocidos), se expone que sus autores eran autores exactamente igual que nosotros, pero con tecnologías diferentes. También se cuenta que son los cazadores recolectores, y los cambios asociados a la aparición de las primeras economías de producción. Se culmina esta fase de información con la explicación de lo que es un abrigo y, en concreto, se explica Cova dels Rossegadors en su paisaje. En este momento comienzan a ponerse en juego los medios hápticos. Un modelo 3D del abrigo impreso, se pone a disposición de los visitantes para que entiendan donde y como se va a realizar la experiencia. Para los invidentes es la primera ocasión de entender las dimensiones y características físicas de un abrigo. También se les muestra un conjunto de reproducciones

de herramientas de piedra, reproducidas de acuerdo a lo recuperado en yacimientos de esta cronología. Se incluye un arco y diferentes flechas, dado que es lo que con más frecuencia usan los personajes del arte levantino. Estas reproducciones fueron realizadas por Miquel Guardiola.

El guía invita a los visitantes a transformarse con el fin de profundizar en la inmersión y en el contexto que se quiere transmitir. Para ello se ponen a su disposición pinturas corporales, tocados de plumas y diversos adornos basados en los que se producían en la época en que se realizaron las pinturas. Una vez decorados y convertidos en personas de la época del arte levantino, se les da la posibilidad de transformarse en ciegos a las personas no invidentes. Se les entrega unos antifaces anatómicos negros y se inicia su instrucción en la técnica guía. A partir de ese momento, se comienza a encaminarlos hacia la segunda fase y hacia el abrigo.

La actuación se inició mejorando la accesibilidad al abrigo. La superficie irregular y llena de vegetación se desbrozó, y se hormigonó un camino de un metro de anchura por el que van a moverse los visitantes. Mientras circulan por ella, cogidos a la barandilla, el guía les explica los fundamentos de la técnica guía que usan los invidentes en sustitución del bastón. Se les enseña a tomar a su guía por el brazo y a responder a sus movimientos. De este modo, el grupo de visitantes se aproxima al primer tramo de escaleras. En todas ellas se han realizado marcas podotáctiles, pensando en la posibilidad de que los invidentes puedan bajar por ellas de manera autónoma. A lo largo del tramo de escaleras se han instalado barandillas adicionales a las existentes y se han eliminado obstáculos para facilitar que todos los visitantes puedan caminar de manera cómoda.

En una plataforma intermedia se realiza una parada para reunir al grupo que está bajando las escaleras acompañado por el guía. En este espacio, se posibilita la experimentación del entorno en el que se ubica el abrigo; el guía, les habla del

viento, muy característico de esta zona, y les pide que lo sientan; les hace notar la diferencia entre lo que han sentido en la zona superior y en el espacio en el que se encuentran, y el sonido que hace entre las peñas y los árboles del barranco; también les propone experimentar el sol, orientarse hacia el mismo sin verlo, y les cuenta a los visitantes el calor que puede hacer a ciertas horas en este abrigo, lo que posiblemente contribuya a explicar su elección para pintar. Y, por supuesto, les cuenta la relación del abrigo con el agua, con el río Sénia, con la font dels Rossegadors, y con el propio pantano, o los ulls de la Tinença de Benifassà. A veces, también se pueden escuchar a los animales del entorno, a las cabras monteses, a los buitres y otras aves.

El grupo reinicia después el descanso hacia el abrigo hasta llegar a la plataforma que lo antecede. Aquí se vuelve a reunir el grupo y se aprovecha para que vayan experimentando la roca y su color a través del tacto. Se les enseña la diferencia de textura de la roca entre las zonas en las que se suele pintar y las que son grises como consecuencia de procesos de alteración. Obviamente, esto se realiza fuera del abrigo para permitir esa sensación fuera del espacio de protección de las pinturas. También se les explica las diferencias de temperatura que sienten

en la roca, siendo las zonas en las que se conservan las pinturas más suaves y más frías. Se introducen, en este momento, las coloraciones del entorno, el verde de la vegetación y del agua, el gris y blanco de las rocas, el amarillo de los paneles pintados...

Finalmente, el grupo accede a la tercera zona, la propia Cova dels Rossegadors. En este espacio la intervención consistió inicialmente en la instalación de una valla protectora, y en el marco de este proyecto se reacondicionó el solado de piedra para evitar irregularidades en la medida de lo posible, y se realizaron marcas podotáctiles para indicar los escalones, y la zona a las que no se pueden aproximar los visitantes. El guía hará pasar a los visitantes de uno en uno y los sentará en el poyete del muro de protección, recordándoles que no deben quitarse el antifaz. Una vez que estén todos ubicados se procede a una explicación sobre las características plásticas típicas del arte levantino, profundizando lo introducido al inicio de la visita. A partir de ese momento se inician las experiencias hápticas del arte rupestre. A cada visitante se le hizo entrega en la plataforma superior de una bolsa con siluetas cortadas en un material plástico reproduciendo fielmente algunos de los motivos conservados en Rossegadors. Estas figuras están imantadas para facilitar su adherencia a una plancha de metal



Figura 8.
Los medios hápticos del proyecto "ARAMPI para discapacitados visuales" se desarrollan a partir de siluetas imantadas que reproducen fielmente las figuras conservadas. Sobre esa base se realizó el modelado tridimensional, que finalmente se imprimió en impresoras 3D.

Figura 9.
Grupo de visitantes
(invidentes y no invidentes
con antifaces)
experimentando
el muro en el que
se disponen las
siluetas imantadas
sobre el estuco
imantado.



Figura 10.
La culminación
del proceso de
interpretación
y didáctica
patrimonial
se realiza con
libros táctiles
que se ponen a
disposición de los
invidentes.



que también se entrega a cada visitante. Esta será su particular panel rupestre en el que va a jugar a reconocer y componer arte levantino.

Se les propone a los visitantes que dispongan sobre el tablero de metal seis de las figuras con las que cuentan. A continuación, se les hace pasar figuras impresas en 3D, basadas en las siluetas que tienen (figura 8).

Estas figuras han sido modeladas por Miguel Ángel Roque. Se les pide que toquen las figuras tridimensionales, que las entiendan, que traten de adivinar que son de manera individual y que busquen la silueta correspondiente. Este sistema sirve para vencer la dificultad asociada a la comprensión de las siluetas de arte levantino. Muchas personas no entienden plenamente la realidad tridimensional que reflejan y como a través de ellas se despliega un complejo lenguaje visual, que en muchos aspectos recuerda a los cómic modernos.

Cuando ya entienden las siluetas con soltura se les propone que traten de componer sus propias escenas levantinas en el

tablero. Cabe la posibilidad de hacer fotos de las mismas como recuerdo. Con esa experiencia táctil, se les conduce a una de las paredes del cerramiento. Sobre ella se actuó cubriéndola de un estuco imantado. Antes de la visita, el guía ha instalado un juego de siluetas en la pared imantada en las posiciones aproximadas en las que se encuentran en el panel real. Aquí los visitantes pueden tocar el “arte rupestre”, en su disposición real, e incluso alterarlo, transformarlo y convertirlo en una experiencia de colaboración social como era originalmente (figura 9).

A partir de ese momento, se entra en la fase final de la visita, segmentada entre invidentes y el resto de visitantes. Para los primeros se ha realizado un libro táctil mediante impresión en 3D y textos en braille que les permite tocar varios grupos de figuras conservadas en el abrigo (figura 10). Al resto se les invita a quitarse los antifaces y ver con sus propios ojos el arte rupestre. Es el momento de reflexionar sobre toda la experiencia, sobre lo que han sentido a través del tacto y lo que ven en la pared. Obviamente, la sorpresa es muy grande, pero con frecuencia descubren que su interpretación era correcta.

La experiencia es absolutamente gratificante para la gran mayoría de las personas que la realizan. Y debo decir, que es especialmente emocionante para los invidentes. Escucharles decir que están viendo el arte rupestre produce una emoción tremendamente intensa. Y no es menor su emoción ante el descubrimiento de aquello que hasta ahora estaba lejos de su alcance.

El proyecto no se encuentra totalmente terminado. Está proyectada una segunda fase destinada a convertir materiales similares a los descritos en herramientas didácticas para explicar el estilo levantino a través de experiencias diferentes a las habituales. Esto se llevará a cabo en el Parque Cultural del río Martín, en Ull-decona y en Tírig. Esperemos que pueda desarrollarse pronto.

Agradecimientos.

Son muchos los agradecimientos ligados a estos proyectos. Por supuesto, a la Secretaría de Estado de Cultura por la financiación otorgada a estos proyectos. También, a la Dirección General de Cultura de la Generalitat Valenciana, por su permanente colaboración y por la financiación de diversas fases de estos proyectos.

Al Ayuntamiento de Tírig, y al de La Pobla de Benifassà tengo que agradecerles su amable colaboración en la solicitud de los proyectos. Y, por supuesto, al resto de ayuntamientos por haber aceptado la propuesta de participación en los diversos proyectos, y haber colaborado en la realización de estos proyectos dentro de sus posibilidades. Amics Valltorta, fundamentalmente a través de su presidenta, Càrol Allepuz, también han estado detrás de varias fases de estas iniciativas.

Y por supuesto, quiero agradecer a todas

las personas, compañeros y amigos que han participado en estos trabajos: José Pereira, Elia Quesada, Àfrica Pitarch, Rubén Pérez, Ramiro Alloza, Antonio Dólera, Juan Carlos Lorente, Miguel Ángel Roque, Ruth Fernández, Sergio Vera, Isabel González, Aleix Marcoval, Damià Griñó y Miquel Guardiola.

Agradezco enormemente el apoyo de Agustí Vericat y del personal del CIAR de Ulldecona, el de los guías de La Valltorta, Lluís y Santi, su exdirector, Josep Casabó, y el resto del personal del Museo. En la Pobla de Benifassà, la buena disposición permanente de Mari, David, Mar y Alba, ha sido fundamental para el trabajo realizado en Cova dels Rossegadors. También quisiera agradecer a Desi y Angel, del Molí l'Abad, por su buena disposición hacia la puesta en marcha de este proyecto. Y, por último, la colaboración prestada por la empresa holandesa MagPaint Europe BV que cedió el estuco magnético usado en Cova dels Rossegadors.

BIBLIOGRAFÍA

- JUSTE ARRUGA, M.ª N. et alii, 2012: "Documento Marco Inicial Para La Elaboración De Un Sistema De Gestión Del Arte Rupestre Declarado Patrimonio Mundial en El Arco Mediterráneo De La Península Ibérica", *Jornadas técnicas para la gestión del arte rupestre, Patrimonio Mundial (28-31 de mayo de 2012)*, Comarca del Somontano (Huesca), pp. 8-35.
- RUIZ LÓPEZ, J. F., et alii, 2016: *4D · Arte Rupestre*, Monografías CEPAR 3, Murcia.

LA FOTOGRAMETRÍA COMO HERRAMIENTA PARA LA DOCUMENTACIÓN ARQUEOLÓGICA: EL FORMATO TRIDIMENSIONAL Y SU CAPACIDAD PARA LA COMUNICACIÓN ARQUEOLÓGICA

Marco Aurelio Esquembre Bebia¹
José Ramón Ortega Pérez²

1. INTRODUCCIÓN

Este artículo plantea presentar a la fotogrametría como la mejor herramienta, en la actualidad, para generar información gráfica y espacial sobre yacimientos arqueológicos y la gestión de su excavación. El conjunto de la exposición es una propuesta sobre el desarrollo metodológico y de protocolos de trabajo para la generación de información espacial en soportes tridimensionales. Estos soportes tridimensionales o Modelos permitirán a la administración y a los arqueólogos trabajar con una herramienta versátil, de alto valor añadido y con un gran potencial a desarrollar.

Hoy por hoy, la creación de modelos tridimensionales así como la información y datos que genera, por medio de la fotogrametría, ha alcanzado un grado de versatilidad, productividad y exactitud muy superiores a cualquier otro método de registro espacial convencional (KJELLMAN, 2012). La novedad que analizamos es la de incorporar, a la metodología de trabajo, unos protocolos que permitan generar información espacial en la secuencia arqueológica, incorporando a la fotogrametría al proceso secuencial de una excavación.

El proceso de trabajo en formatos tridimensionales abre nuevas posibilidades a la exposición y presentación de la información arqueológica proceso que mejorará las posibilidades de su divulgación mediante formatos tridimensionales.

La fotogrametría es una herramienta de trabajo que empieza a introducirse de forma generalizada en la metodología de trabajo de los arqueólogos de campo. En nuestro caso tras un proceso de estudio e investigación comenzamos a aplicarla en el proyecto de excavaciones arqueológicas de la Cova del Barranc del Migdià. Tras la generación de un modelo fotogramétri-

co de la totalidad de la cueva, en el 2009, (TEJERINA *et alii*, 2011) comenzamos un cambio metodológico en la captación de la documentación arqueológica, en 2010, (ESQUEMBRE *et alii*, 2013) incorporando la fotogrametría como herramienta fundamental para capturar el proceso arqueológico y la reproducción de la secuencia estratigráfica.

Es importante observar que hace apenas 7 años la aplicación de la fotogrametría en arqueología era muy restringida, en todo el mundo, y tenía un carácter exclusivo de apoyo a la documentación. Hoy en día las nuevas generaciones de profesionales comienzan a introducirla, de forma firme en el proceso de excavación de las intervenciones de campo. Estamos ante un cambio fundamental y radical de gestión de las intervenciones arqueológicas, cambio que afectará a todos los equipos de trabajo tanto de investigación como de intervención. A su vez a diferencia de otras innovaciones incorporadas a la arqueología, la fotogrametría tiene el añadido de modificar el soporte físico de observación, es decir, abre una nueva ventana: el registro tridimensional, en soporte digital, de la secuencia arqueológica, para su observación y lo que es mas importante para conseguir una nueva perspectiva en la observación del registro arqueológico.

2. METODOLOGÍA

La generación de modelos digitales nos permite la obtención de la geometría de espacios específicos por medio de la fotografía que, tras la incorporación de coordenadas, se convierten en modelos orientados y escalados. Este proceso ya se aplica en numerosas disciplinas. No obstante su utilización en arqueología está hoy en día enfocada mayoritariamente hacia otras facetas, básicamente a la divulgación y didáctica del patrimonio.

La novedad que presentamos es el avance metodológico de la aplicación de los modelos digitales tridimensionales para generar proyectos orientados, pertenecientes a secuencias arqueológicas, que capturan todos los registros presentes y tienen la versatilidad de transformarse en gráficas y planimetrías convencionales, bidimensionales. Los modelos generados permiten, a su vez, una visualización en entornos y soportes novedosos tridimensionales y entornos virtuales, que están modificando, de forma radical, la forma tradicional de observar y estudiar el trabajo arqueológico.

La necesidad de captación de la realidad del espacio arqueológico en todas sus fases y secuencias, por los especialistas y profesionales de la arqueología para incorporar, la información obtenida a los ámbitos de la investigación y las memorias de excavación, son un proceso complejo en continua mejora. La observación de la realidad es tridimensional pero su captación, en la disciplina de la arqueología, para su procesamiento científico, ya sea analógico o digital, es hoy por hoy bidimensional. Y esta bidimensionalidad nos obliga a generar continuas abstracciones, simplificaciones y representaciones que en estudios amplios resultan difíciles de manejar. La utilización de modelos digitales aplicados a la arqueología no es reciente, pero su software se ha desarrollado en los últimos años de forma espectacular. La generación de modelos virtuales para generar ortofotos, la realidad virtual y la realidad aumentada son ejemplos al uso para anastilosis virtuales, presentación de resultados, recreaciones historicistas o, simplemente, como forma de obtener un registro diferente del tradicional.

La aplicación, en fotogrametría, de Softwares específicos para reconstrucción tridimensional y generación de modelos tridimensionales están basados en la tecnología de la fotografía digital, el reconocimiento de imágenes y la búsqueda inteligente de puntos comunes. El desarrollo de estos softwares específicos permite que fotos generadas por

cualquier cámara puedan reconstruir el objeto enfocado siempre que exista un mínimo de las mismas que lo represente y que entre ellas exista un cierto solapamiento que permita el reconocimiento de puntos comunes. Las fotos se pueden tomar desde cualquier posición, siempre que el objeto a ser reconstruido sea visible en al menos dos fotos, lo que permita que exista solapamiento. La versatilidad de los programas, su eficiencia, calidad del producto generado, tanto métrica como de textura, y su alta automatización les confieren en la actualidad unas cualidades que permiten incorporarlos a la metodología arqueológica.

La fotogrametría, permite generar modelos tridimensionales orientados en el espacio, es decir con coordenadas X, Y, Z, y con una textura fotorrealista. La aplicación de estos modelos a espacios arqueológicos, Unidades Estratigráficas, nos posibilita, pues, generar UE perfectamente orientadas, coordenadas y con representación gráfica realista. Es decir todos y cada uno de los puntos de la superficie recogida, que dependiendo de la malla generada serán desde millares de puntos a millones, están georreferenciados. Tenemos, pues, una vez generado un modelo de una superficie, no solo un archivo con una secuencia arqueológica concreta, en tres dimensiones, sino también un segmento tridimensional de la realidad, con sus medidas, cotas y distribución exactas. Con esta claridad y exactitud espacial, la producción de planimetrías en cada secuencia arqueológica se agiliza considerablemente.

La generación de un modelo digital (MD), ya sea de un objeto, un edificio o de una superficie, sigue una serie de pautas que son similares en todos los *software* específicos. Los pasos o etapas podemos recogerlas en 7 apartados que son más o menos comunes en los programas existentes: 1. Captura de Imágenes, 2. Orientación interna, 3. Orientación externa, 4. Generación de nube de puntos, 5. Generación de Malla, 6. Generación de Textura y 7. Exportación de entidades y vectorización.

La finalidad última de estos pasos es la generación de un modelo tridimensional geoméricamente exacto y de textura correcta. Es importante ya que para el proceso arqueológico necesitamos medidas precisas y una captación de la realidad lo más realista posible. Podemos adecuar el modelo para conseguir una mayor precisión en aras de una textura menos densa y al contrario, facilitando según nuestras necesidades, modelos viables.

3. EVOLUCIÓN

Los primeros trabajos sobre fotografía para generar planimetría se remontan a 1858, en el levantamiento de la catedral de Wetzlar, en el que se utilizaron pares de fotografías (ALMAGRO, 2004: 54). Es en arquitectura donde la utilización de la fotografía para generar planimetrías y dibujos a escala ha derivado, tras un proceso relativamente lento, en la utilización de los modelos tridimensionales (ALMAGRO, 2004). Esta metodología de trabajo se comenzó a aplicar a partir de los años 80 del pasado siglo.

La fotogrametría aporta a la rama de la arquitectura dos aspectos fundamentales. En primer lugar, el levantamiento gráfico como medio de análisis tanto para registro como para conformar planimetría y, en segundo lugar, aporta un conocimiento del elemento en estudio que permite la intervención de disciplinas ligadas a las tareas arquitectónicas, como puede ser el análisis de los materiales y sus patologías, de los procesos constructivos o el estudio de los sistemas estructurales y su comportamiento (ALMAGRO, 2004: 87). Estos dos aspectos son elementos fundamentales en la documentación arqueológica, no es de extrañar la necesidad de su incorporación a esta disciplina.

La versatilidad, potencia y capacidad de uso de la fotogrametría fue rápidamente utilizada en numerosos trabajos en arquitectura, y la mejora tecnológica tanto de software como de hardware ha generalizado su uso. Son numerosos los trabajos

en estos últimos años en monumentos, edificios y estructuras de valor patrimonial.

Los proyectos realizados sobre monumentos que conformaron modelos digitales, fueron los primeros ejemplos que se aplicaron en arqueología. El paso fue lógico y la metodología empleada la misma. No es de extrañar que los primeros proyectos de levantamientos fotogramétricos sobre estructuras arqueológicas lo realizaran arquitectos (LUCARELLI y ALMAGRO GORBEA, 1982). Estos tenían un planteamiento similar a los proyectos arquitectónicos, siguiendo el concepto de "*levantamiento planimétrico*" y de los conceptos teóricos y metodológicos consensuados en la "*Carta del Levantamiento arquitectónico*", debatida y aprobada en el congreso All rilievo dei beni architettonici per la conservazione, celebrado en Nápoles en abril de 1999 (ALMAGRO, 2004: 16).

Con retraso, pero no ajena a estos avances, la Comunidad Valenciana ha incorporado las nuevas tecnologías a su sistema, científico y profesional.

La fotogrametría aplicada a la arqueología en la Comunidad Valenciana, en estos momentos, sigue los parámetros de anátesis virtual y de producción de Modelos Tridimensionales para generar levantamientos gráficos con la generación de ortofotografías.

Las recreaciones virtuales se han incorporado como soportes didácticos y atractivos en publicaciones, exposiciones, museos y conferencias en todas las disciplinas y periodos.

La fotogrametría como disciplina reciente ha incorporado, en un principio, a profesionales relacionados con la arquitectura y la topografía. La versatilidad, bajo coste y su relativo fácil aprendizaje está permitiendo que arqueólogos profesionales incorporen esta metodología a sus procesos de trabajo. Así, en un principio, siguiendo los parámetros de los principios de la carta de Nápoles de tener una representación lo más exacta del elemento en

estudio, en este caso un yacimiento, los directores de proyectos arqueológicos, ya medievalistas, ya prehistoriadores, realizaban un “levantamiento tridimensional” antes o después de los trabajos realizados en sus campañas anuales. La arqueología profesional de empresas y de autónomos, siempre ambos más dinámicos en sus procesos de trabajo, han comenzado a generar levantamientos tridimensionales a las unidades o niveles más importantes de sus proyectos de trabajo. No obstante hay que reconocer que esta realidad en el proceso de arqueología profesional no se traduce en publicaciones que puedan refrendar esta dinámica. Estas primeras intenciones de tener una documentación tridimensional del yacimiento y del espacio excavado se fueron transformando en una necesidad de aprovechamiento de esta documentación para incorporarla al proceso científico (CORTELL-ESCRIBÁ-DIEZ-BERNABEU-OROZCO-LÓPEZ, 2015; CHARQUERO, 2011; NÚÑEZ-BUILL-EDO, 2013). La aplicación de modelos digitales 3D en el proceso arqueológico como en el caso de generación de información y visualización del registro arqueológico mediante la incorporación de modelos 3D en SIG con gvSIG lo podemos ver en el Castro de la Lanzada, Pontevedra (SEOANE NOLASCO, HERNÁNDEZ IBÁÑEZ, 2011).

Dentro del ámbito de la formación se han realizado trabajos muy interesantes, como el de Ana Charquero (CHARQUERO, 2011) que analiza, en su trabajo de final de Master, las posibilidades de la fotogrametría y la aplica, generando modelos virtuales, al trabajo arqueológico. Su trabajo profundiza en el uso de los modelos tridimensionales generados, produciendo productos derivados como Ortofotos que pueden ser importados a programas CAD para conformar planimetrías bidimensionales.

En la línea de desarrollo de los modelos tridimensionales para generar información arqueológica derivada y soporte para la documentación planimétrica está el trabajo de Ana Charquero y López (CHARQUERO-LÓPEZ, 2012). En este trabajo, partiendo de la base de que un modelo

coordenado está ubicado en el espacio, la secuencia del proceso de excavación y los sucesivos modelos que se generen, siempre que tengan la misma coordinación, se ubicarán en un espacio tridimensional acorde al proceso o secuenciación arqueológica. Es decir, aplican las mismas leyes de estratigrafía de la excavación al proceso de secuenciación tridimensional, generando columnas acumulativas en la línea metodológica marcada por (CABALLERO, 2006).

Finalmente destacar que desde el 2009, año de su fundación, la Asociación Española de Arqueología Virtual ha centrado su razón de ser en el desarrollo y publicación de las diferentes disciplinas que componen las nuevas tecnologías aplicadas a la arqueología. Esta Asociación de carácter internacional conformó en 2012 una carta de principios básicos internacionales de la Arqueología Virtual, basada en la carta de Londres del 2009 (<http://www.london-charter.org>), y que a su vez sigue la línea de la Carta de Nápoles de 1999, e intenta regular y asentar principios y objetivos en el ámbito de las nuevas tecnologías, específicamente en la Arqueología Virtual.

Recientemente se han añadido más herramientas de trabajo asociadas a la fotogrametría para la generación de documentación novedosa aplicada a la documentación arqueológicas. La incorporación de *Drones* o aparatos no tripulados capaces de realizar un vuelo estable y sostenido sobre una superficie establecida, ha generado una documentación comparable a la obtenida por la fotografía aérea, pero mucho más precisa y exacta. Las nuevas generaciones de aparatos, capaces de volar con cámaras digitales de alta resolución HD y capaces de realizar secuencias de fotos regulares de forma autónoma, permiten la obtención de registros fotográficos de zonas muy específicas y en altitudes adecuadas. Al ser ya plataformas muy estables de vuelo, los registros obtenidos son útiles y con resoluciones cada vez más exigentes. Estos aparatos están siendo utilizados para generar fotografías métricas y, muy

recientemente, modelos digitales de los yacimientos y sus entornos (HENDRICKX *et alii*, 2011) y (MOZAS *et alii*, 2012).

Ejemplos de generación de modelos virtuales para su aplicación en excavaciones los encontramos en (CHARQUERO-LÓPEZ, 2011). En la línea de este trabajo debemos destacar la tesis de Kjellman (KJELLMAN, 2012), donde desarrolla la metodología de generación de modelos 3D y avanza en la versatilidad de estos modelos para su uso en arqueología. Expone la capacidad de capturar medidas con precisión y analiza la aplicación conjunta de medidas generadas por estaciones totales y el trabajo con cartografía aérea para generar planos útiles para la investigación arqueológica.

La generación de Modelos Tridimensionales ha abierto una nueva vía en la aplicación de la tecnología para el desarrollo científico y divulgativo de la arqueología. La utilización de ortos generadas a partir de modelos para su aplicación en excavaciones en cueva con niveles funerarios de momentos finales del neolítico, como en la de Can Sadurní, han marcado una línea de trabajo fundamental (NÚÑEZ-BUILL-EDO, 2013). Un ejemplo, de georeferenciación de estructuras arqueológicas, con toma de datos de Estación total y 3D para la generación de información planimétrica en Sistemas de información Geográfica "gvSIG" lo encontramos en el yacimiento neolítico de Mas d'Is en Penáguila (CORTELL-ESCRIBÁ-DIEZ-BERNADEU-OROZCO-LÓPEZ, 2015)

4. AVANCES

El análisis de la aplicación de esta metodología se sustenta, en gran medida por la experiencia adquirida en las diversas intervenciones arqueológicas que hemos realizado, a partir del 2009 (ESQUEMBRE *et alii*, 2013). El inicio de nuestra apuesta metodológica lo realizamos en la excavación de la Cova del Migdia, este proyecto nos permitió probar y mejorar los protocolos de trabajo y el poder valorar los

resultados contrastándolos y corrigiendo los errores. Los resultados finales obtenidos, se diferenciaron de proyectos anteriores, en el trabajo no ya de la aplicación de ortofotografías, para la obtención de documentación gráfica, sino en el desarrollo de los Modelos de superficie que los proyectos tridimensionales generan tras su orientación. Los resultados fueron tan eficientes que nos convenció y nos permitió extender su aplicación a otros yacimientos arqueológicos como el Castillo de Villena, Castillo de Camp de Mirra, Castell d'Eivissa, Cova del Comte en Pedreguer, Cova del Castell de Banyeres, Cova de los Morenos en Requena, yacimiento de la Corona en Villena, etc. los periodos cronológicos que hemos cubierto van desde el Paleolítico Superior a época moderna. Es pues una herramienta que hemos incorporado al proceso de la arqueología de gestión, y se está demostrando como un procedimiento útil y rentable, ya que nos permite bajar los costes de los procesos de excavación y documentación, disminuir el error apreciable en mediciones y toma de datos y aumentar la calidad y cantidad de la información, tanto planimétrica como arqueológica, en intervenciones, ya de urgencia ya de investigación.

Los resultados obtenidos con esta herramienta y los protocolos de trabajo incorporados al proceso arqueológico nos permiten avalar su uso en el campo de la arqueología de gestión. Mejoras técnicas, mayor precisión y abaratamiento de costes son factores fundamentales, que serán muy apreciados por los profesionales en sus proyectos de excavación e investigación. En definitiva este trabajo intenta poner el servicio del arqueólogo de campo y de la investigación, unas herramientas relativamente fáciles de manejar y con vocación de universalidad.

El cambio metodológico y de captura de la documentación arqueológico que se está produciendo de forma tan drástica está motivado por diversas razones:

En primer lugar los soportes tradicionales son estáticos. La plasmación de la reali-

dad como una secuencia arqueológica o un levantamiento del registro óseo de un paquete en un enterramiento colectivo, por ejemplo, se solucionan buscando una proyección adecuada, ortogonal y plana. Los modelos 3D pueden ser observados con visualizadores o con formatos *pdf* permitiendo multiseuencias y, en arqueología, secuencias dinámicas del registro estratigráfico.

Un avance obvio de la tridimensionalidad de los modelos frente a la plasmación bidimensional de los soportes tradicionales es la sencillez. Un análisis más pormenorizado de este atributo nos permite comprobar que la plasmación de datos espaciales y la tridimensionalidad de la realidad es muy difícil de captar y posteriormente trasladar a mano a un plano bidimensional o en un soporte digital dinámico tipo CAD. Se requiere un gran esfuerzo en plasmar atributos tridimensionales o atributos temporales, a un plano bidimensional. A su vez, otra ventaja no menos importante es que, contra más interés en generar un plano bidimensional con una gran cantidad de atributos como relaciones, color, temporalidad morfología etc., más complejo y complicado es el plano resultante y, naturalmente, el coste es mayor. Por el contrario, los modelos tridimensionales coordinados son más intuitivos y sencillos al incorporar, como en la realidad, atributos fundamentales para la interpretación arqueológica como morfología, textura, color etc.

Otro de los factores en juego es la precisión. La incorporación del error asumible es una tarea continua que ha avanzado ostensiblemente en el registro arqueológico conforme se ha desarrollado la profesión y los técnicos arqueólogos han ido mejorando en formación y técnica. Es un debate continuo que nos permite mejorar en la plasmación de la realidad a un soporte cuantitativo. La precisión de los modelos fotogramétricos, gracias a las nuevas soluciones de *softwares*, nos permite presentar unos estándares de error milimétrico inferiores a todos los demás sistemas y métodos de registro espacial y,

por lo tanto, asumible (KJELLMAN, 2012).

En este contexto, un factor importante en la aceptación de este nuevo sistema es la rapidez de la adquisición de cualificación especializada para la realización de las labores técnicas que requiere la fotogrametría. Hay que diferenciar en el uso de estas técnicas la adquisición y tratamiento de datos y su visualización. La fotogrametría es una metodología sencilla e intuitiva y la captura de la información, a base de secuencias de fotos, es algo que ya realizan todos los profesionales dedicados a la arqueología de campo. El uso de los programas para generar los modelos es algo más especializado, pero no mucho, tan sencillo como el manejo de un nivel óptico o una estación total, por ejemplo. A su vez, y es un elemento añadido, los programas que permiten la generación de modelos 3D incorporan informes de calidad de los modelos, lo que nos permite cotejar y corregir errores. Este dato aparentemente sencillo requiere un análisis más detallado.

En la actualidad la documentación que se presenta y se publica está basada, sobre todo, en la plasmación de la intervención del arqueólogo en el proceso de interpretación y visualización de la realidad. Apoyándonos en datos y mediciones, de campo, que son transformadas en planimetrías, los informes arqueológicos presentan, como base del posterior desarrollo científico, una documentación planimétrica y gráfica que sustentan nuestras argumentaciones. El problema es que a diferencia de la mayoría de las disciplinas técnicas, el espacio de estudio indefectiblemente es destruido. Naturalmente asumimos que los registros documentados son en su inmensa mayoría excelentes, pero la realidad es que son imposibles de contrastar y reproducir. ¿Cómo podemos defendernos del hecho que un proceso arqueológico, destructivo por definición, es captado con rigurosidad, fiabilidad y fidelidad?. La plasmación de la realidad arqueológica de una intervención se registra y se divulga tras una planimetría y una exposición del proceso de inter-

vención. Pero ¿por qué esos hechos son los descritos y su secuencia es la real? No se trata de dudar de la preparación de cada técnico o investigador que presente un trabajo, se trata de la imposibilidad de poder fiscalizar el proceso arqueológico. No tenemos ningún informe de errores de ninguna excavación arqueológica. Los errores deben ser asumidos como un elemento fundamental en proceso científico. Las metodologías aplicadas en cada momento histórico nos sitúan ante una realidad objetiva clara, todo es mejorable y, en ocasiones, por motivos diversos, no podemos captar toda la realidad que el registro arqueológico nos presenta.

Por lo tanto, pese a que este problema es real, no disponemos de ninguna herramienta que nos permita con posterioridad corregir los errores cometidos en la toma de datos en los procesos de excavación. Una vez elaborada la memoria científica de una intervención arqueológica es muy difícil corregir defectos de medición, omisiones de referencias, desviaciones en los datos por defectos de las herramientas empleadas o interpretaciones equivocadas, o inadvertencias de datos existentes. Nos basamos en nuestra aceptación de que la arqueología debe ser científica y, sin embargo, la primera razón básica de su carácter científico, la toma de datos, el dibujo arqueológico, las planimetrías y el registro gráfico, que tienen la misión de plasmar y transmitir la realidad, no son verificables.

La fotogrametría aporta la posibilidad de observar y corregir, generando incluso informes de errores de la exactitud de las mediciones y la rigurosidad de las dimensiones capturadas y producidas en los modelos. A su vez y a diferencia de las planimetrías tradicionales los modelos pueden ser nuevamente generados, con posterioridad, según los programas mejores y adquieran nuevas cualidades, ya que la base de los mismos, las fotografías, permanecen inalterables.

Uno de los problemas básicos de la actividad arqueológica ya sea de intervención o

gestión, ya de investigación es la destrucción de los diversos niveles arqueológicos y de sus estructuras. La dinámica de desarrollo de nuestros espacios urbanos y la necesidad de realizar infraestructuras, zonas industriales o urbanizaciones, en los términos municipales, condenan a su destrucción a innumerables restos arqueológicos. En este sentido, la generación de modelos de los diversos yacimientos y la aplicación de una metodología adecuada para la secuenciación arqueológica de las diferentes unidades estratigráficas, de los mismos, de tal manera que permita una interpretación exhaustiva de todo el proceso arqueológico, nos permitirá obtener una documentación capaz de reproducir todo el proceso arqueológico tridimensionalmente, con el consecuente beneficio patrimonial que esto conlleva. Podremos pues reproducir y por tanto recrear espacios que son susceptibles de desaparecer. Este hecho cobrará gran importancia conforme la administración competente capte la potencialidad del método y la posibilidad de adquirir una documentación insustituible generada por la fotogrametría.

Otra de las posibilidades que se generalizarán con la introducción de la fotogrametría en el proceso arqueológico será la generación de modelos de "Fortuna". Es decir, utilizar registros fotográficos antiguos para generar modelos con una información que no estaba prevista para ese uso. Este proceso nos permitirá recuperar espacios, estructuras y objetos únicos y ya perdidos, con el uso de información fotográfica existente, siempre que cumplan ciertas condiciones, claro.

Un punto fuerte de la fotogrametría, es su perfecta armonización con los diferentes sistemas de excavación que se aplican hoy en día, tanto en la arqueología de gestión, como en los proyectos de investigación, en realidad, es un instrumento auxiliar que se acomoda muy bien al método Harris de registro (CABALLERO, 2006).

La versatilidad del sistema se pone a prueba cuando necesitamos, en una rápida se-

cuencia de excavación, obtener, de forma ágil, una toma de registro de un espacio concreto, un levantamiento o unidad estratigráfica específica. Si son secuencias, levantamientos o unidades estratigráficas diversas y continuas, la toma de datos con estación total puede resultar tediosa y el registro que se obtiene genera una gran información que tiene que ser desarrollada y modificada en laboratorio. El protocolo de trabajo que generamos, en la Cova del Migdia, con la intervención de la fotogrametría nos ha permitido sistematizar el proceso, con documentación tridimensional, generando Modelos secuenciales o Modelos de unidades estratigráficas. El modelo puede orientarse y encajarse en el conjunto del registro siempre que existan algunos puntos comunes entre el modelo generado anteriormente, el modelo general y la unidad estratigráfica a procesar. En el momento en que existan puntos comunes podemos convertirlos en puntos de muestreo, PM, marcándolos en el modelo y renombrándolos. Estos nuevos marcadores se exportan en formato *.txt, formato en el que, tras abrirlo en un visualizador normal de texto, podremos recoger sus coordenadas absolutas X,Y,Z y reintroducirlas en el modelo y en el punto preseleccionado. Una vez actualizado el modelo, el punto de muestreo se convertirá en punto base, automáticamente. Naturalmente, sería conveniente marcar el punto en el espacio real para que, a partir de ese momento, en todos los modelos generados pueda ser reconocido el punto secuencial. Podemos, pues, desarrollar una excavación compleja sin necesidad de estar continuamente tomando datos con la estación total, para que los puntos tomados sean útiles y operativos. Es decir, podemos generar modelos secuenciales de unidades arqueológicas, a partir de los modelos de superficie, optimizando recursos, tiempo e información. El sistema de trabajo con modelos tridimensionales para secuencias y unidades arqueológicas lo denominaremos MDUE. (Modelos Digitales de Unidades Estratigráficas). Hasta ahora como en el caso de (CHARQUERO-LÓPEZ, 2012) aplican este concepto en una estructura concreta, con

el uso de ortofotos generadas a partir de Proyectos Tridimensionales. La diferencia estriba en aplicar los Modelos de Superficie, que contienen toda la carga de información métrica del Proyecto y que son susceptibles de ser generados a partir de los proyectos Tridimensionales, como las ortofotos.

Este método para generar secuencias de modelos de unidades estratigráficas perfectamente coordinadas permite una nueva innovación inexistente hasta el momento en el registro arqueológico tradicional y es la de combinar diferentes secuencias arqueológicas, no relacionadas directamente, y que la dinámica de excavaciones impide su interrelación física. Pueden ser estratos o elementos arqueológicos equivalentes, documentados en fases, espacios o campañas diferentes del proceso arqueológico y por tanto no documentados en un mismo plano o secuencia arqueológica, que siguiendo el proceso de ordenación de Modelos Digitales de Unidades Arqueológicas, activadas y dispuestas en un mismo espacio, pueden fusionarse generando nuevos modelos únicos en los que se analicen conjuntamente. En el caso del Migdia fuimos capaces de individualizar el registro tanto material como de restos humanos generados en modelos (MDUE) tras lo cual podemos, a conveniencia, activar diferentes registros como por ejemplo paquetes de restos humanos o partes del registro por sexo, por niveles o levantamientos. Estos registros individualizados pueden ser conjuntados y fusionados generando un modelo específico y particular. Este proceso, derivado de la utilización de MDUE en yacimientos arqueológicos permite obtener a tiempo real modelos mas complejos e imposibles con la metodología anterior. Como ejemplo novedoso de aplicación de MDUE generando modelos de secuencias arqueológicas equivalentes excavadas en campañas diferentes está la excavación de la Cova del Comte en Pedreguer. Excavación dirigida por J. Casavó, J.D. Boronat, P. Costa, X. Bolufer y yo mismo, la excavación siguiendo el método de cuadros y niveles artificiales, nos ha permitido ais-

lar dos niveles o MDUE, excavados en diferentes cuadros y campañas, activarlos en un mismo modelo y generar un modelo nuevo en el que la secuencia que nos interesa destacar esté armonizada y visible, sin menoscabo de las características radiométricas de cada uno de los diferentes niveles. Naturalmente la generación de un modelo individual de diferentes secuencias arqueológicas permitirá aplicar análisis más y mas complejos de dispersión y distribución conforme las secuencias de MDUE se vayan incorporando y los procesos de excavación avancen. Su aplicación no termina en su potencia científica, sino que puede generar ámbitos inéditos, sólo recreados con otras técnicas, como la realidad virtual, para su aplicación en el ámbito de la musealización, la recreación y la didáctica. Desde mi punto de vista esta novedosa aportación basta para justificar una o varias tesis doctorales.

5. OPINIÓN

La fotogrametría es una técnica de captación de la realidad, y en relación a esa capacidad de reproducir un espacio concreto, una secuencia o una unidad estratigráfica, de un yacimiento arqueológico, debe compararse a otros sistemas de medición. Su utilización debe tener un sentido y un objetivo claro y concreto, y como las demás herramientas, está sujeta al uso crítico que el profesional o el arqueólogo quiera darle. Las conclusiones, tanto gráficas como los archivos derivados de su gestión, dependerán en todo momento de la preparación y manejo del técnico que capte la información y la gestione.

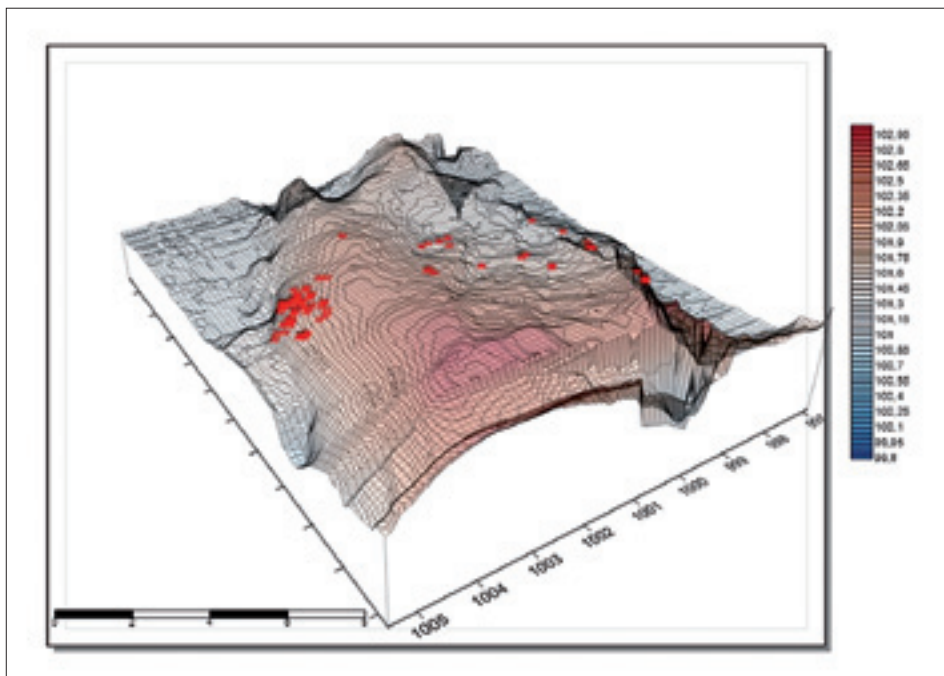
Resulta fundamental el papel del arqueólogo en la toma de datos, la elaboración de modelos tridimensionales y la gestión de la información generada a través de estos modelos. No obstante, a diferencia de otras herramientas de captación de la realidad y de medición, los procesos de generación de modelos tridimensionales de yacimientos arqueológicos, y más concretamente en relación a la generación de

“Modelos Digitales de Unidades Arqueológicas”, nos permiten obtener secuencias de la realidad muy precisa, que aplicando la metodología requerida pueden reconstruir el proceso de excavación, desde su inicio hasta su conclusión. Esto es un concepto novedoso en el proceso científico de interpretación de la arqueología, ya que, por primera vez, seremos capaces de reproducir informáticamente todo un proyecto de intervención arqueológica, de un yacimiento concreto. Cualquier proyecto que incorpore esta metodología podrá ser “verificado” y evaluado por terceros y, si es necesario, corregido y transformado. Punto que no pasará inadvertido, a mi entender, a la administración competente. No hay que olvidar que, a diferencia de otras ciencias, el proceso científico de la arqueología es destructivo, y por consiguiente sus condiciones, más concretamente el sujeto intervenido, el yacimiento, son imposibles de reproducir tras su destrucción “*el acto mismo de construcción de un dato arqueológico es irrepetible y el proceso por el que se obtiene es irreversible*”. (GUTIÉRREZ,1997:122). La importancia del yacimiento excavado como nueva fuente para la interpretación del pasado (GUTIÉRREZ,1997:121) adquiere mayor relevancia al incorporar una metodología, como la que proponemos, que refleja con mayor precisión la realidad.

La aplicación de estas nuevas herramientas está impulsando, a su vez, nuevos protocolos y entornos de trabajo. La nueva tecnología, permite que estos modelos, así como el proceso de trabajo, puedan ser “observados” desde entornos de trabajo distante, analizados y corregidos, revirtiendo en el proceso de excavación. La versatilidad, disponibilidad de los formatos tridimensionales y, sobre todo, su capacidad de comunicación e interacción, supera con creces cualquier otro entorno. Hoy en día podemos estar trabajando en un proyecto y hablar y compartir información en tiempo real, en un entorno virtual, con especialistas y profesionales de diferentes partes del mundo.

Es, pues, comprensible que necesitemos

Figura 1.
Modelo de
Superficie con la
disposición de los
diferentes motivos
en la Sala de las
Pinturas de la
Cova del Migdia.



formatos de trabajo precisos, completos y virtuales para transmitir la información arqueológica, que permitan su *"exportabilidad e interoperatividad"*. La generación de modelos tridimensionales cumple, con diferencia, los parámetros necesarios para su adaptación a entornos virtuales que permitan una rápida migración de un entorno a otro y el trabajo en entornos compartidos. Resulta de gran interés las posibilidades del trabajo en entornos virtuales con los modelos arqueológicos basados en la captura de la realidad y el proceso arqueológico, ya de secuencia, ya de unidades estratigráficas MDUE.

Otra de las posibilidades que permite esta nueva metodología, y que va a marcar un cambio fundamental en el proceso de análisis arqueológico, es la disponibilidad de los modelos a poder ser *"transitados"*. Es decir, se pueden recorrer en todas sus dimensiones, pueden ser medidos y contrastados así como presentados en formatos que permiten su consulta compartida. Esta capacidad de ser revisados o analizados *"colegiadamente"*, por otros profesionales permite mejoras y correc-

ciones en el mismo proceso de trabajo.

Naturalmente, este salto conceptual en la proyección y trabajo del proceso arqueológico obliga a preparar una serie de protocolos que permitan su reproducción en formato virtual. La recreación del proceso arqueológico, en formato virtual, ofrece una inmersión completa en un mundo digital. El arqueólogo no debe perder de vista el mundo físico, al yacimiento, en el proceso de explorar un espacio recreado por imágenes por ordenador. Ese es un peligro, que puede ser importante, en relación al aumento de las capacidades de los ordenadores, las mejoras de los programas y la mayor pericia de los técnicos. No obstante, teniendo muy presente estos riesgos, la capacidad de generar datos, la divulgación de la información y la calidad de la transmisión de la misma, es hoy en día importante y, en comparación con los soportes tradicionales y ayudada por una serie de dispositivos (cascos, gafas, guantes. etc.), inmensa.

En este punto debemos destacar la potencialidad de esta herramienta a la hora

de ordenar la información obtenida en el proceso de excavación. La generación de modelos secuenciales y de *MDUE* de una excavación nos permite, atendiendo al análisis estratigráfico, confeccionar un modelo con un conjunto de secuencias arqueológicas, de diferentes espacios y realizadas en diferentes momentos pero contemporáneas entre si. Es decir generar un modelo tridimensional de un espacio amplio, de un momento de ocupación que atendiendo al análisis arqueológico, es coetáneo pero que ha sido excavado en diferentes catas, cortes, cuadrículas o en diferentes campañas. En la Cova del Migdia hemos podido añadir elementos diferentes de modelos diferentes de campañas diferentes y conformar un cuadro completo de la disposición de los restos humanos en un único modelo tridimensional (figura 1). El resultado es una recreación imposible, hasta hoy, de la disposición de un conjunto de restos humanos en su disposición original. Es importante transpolar este proceso a las necesidades concretas de documentación arqueológi-

ca que queramos recrear como niveles de ocupación de un espacio concreto en excavaciones muy sectorizadas y de difícil interpretación.

Naturalmente, la gestión de la información tridimensional no está exenta de limitaciones. Uno de los problemas a la aplicación de esta metodología de trabajo es la ausencia de software eficiente que trabaje en estructuras tridimensionales. Los entornos y programas actuales no son capaces de gestionar información tridimensional y carecen de opciones para visualizarlas. Pero esta es una limitación que los avances en tecnología subsanarán rápidamente.

Otra de las limitaciones que todavía tenemos es la dificultad de reproducir fielmente la realidad con el registro material e insertarlos en las gráficas tridimensionales. Sobre todo en proyectos complejos. No obstante podemos conferir rasgos de atributos a los diferentes elementos documentados del registro

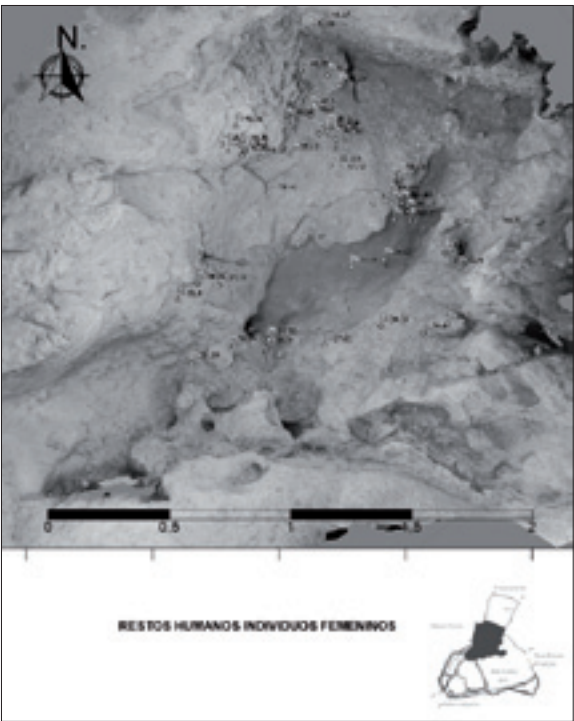
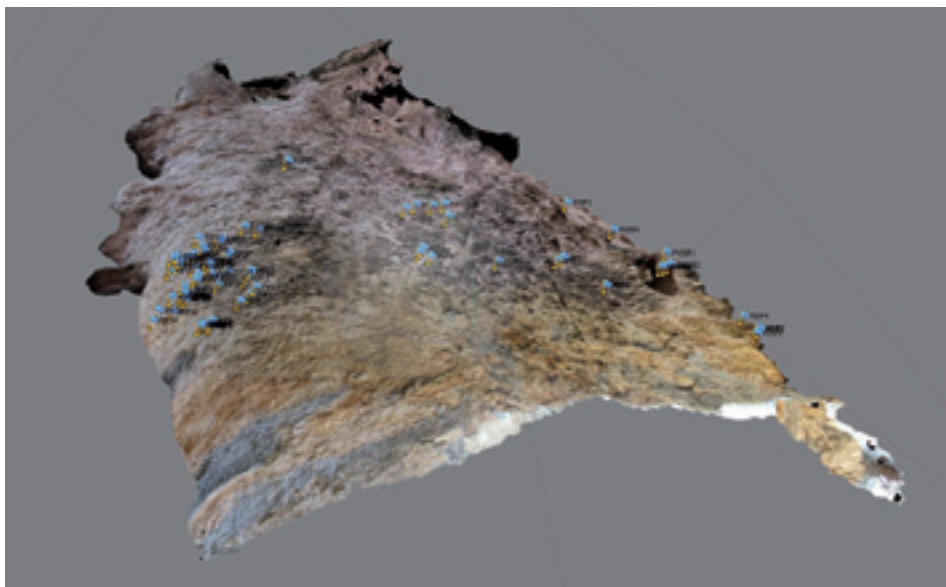


Figura 2.
Registro con marcadores los restos humanos Femeninos de la Cova Migdia.

Figura 3.
Modelo, con
textura, Sala de
las Pinturas de la
Cova del Migdia.



material (figura 2 y 3) o modelizar los elementos deseados e incorporarlos al modelo base.

En conclusión, esta nueva forma de aplicar las nuevas herramientas, que nos brinda la mejora de la tecnología, permite poder enlazar la arqueología y el proceso de investigación científica con la divulgación y la protección del patrimonio. Y de alguna manera, la incorporación de la Fotogrametría, nos permite mejorar nuestra forma de acercarnos al proceso arqueológico con una nueva perspectiva y una metodología más precisa. Ante este proceso de documentación, tan novedoso y revo-

lucionario, resulta paradójico que ciertos sectores de la universidad y la administración se posicionen negativamente, y no vean este recurso como un elemento fundamental para el desarrollo de la arqueología ya sea científica ya de gestión. Esta paradoja resultará más sorprendente cuando, al ritmo de evolución que está tomando en su incorporación al sector profesional, en menos de dos años, la inmensa mayoría de los trabajos de campo se realizarán aplicando en una u otra medida la metodología expuesta en este trabajo. Que esta revolución pueda ser sistematizada de forma adecuada, es uno más de los retos de nuestro sistema académico.



Figura 4.
Disposición del parte
del registro óseo en
calidad 4K. Sección
Longitudinal con
la incorporación
tridimensional de
restos oseos de
diferentes unidades
y excavados en
diferentes campañas.

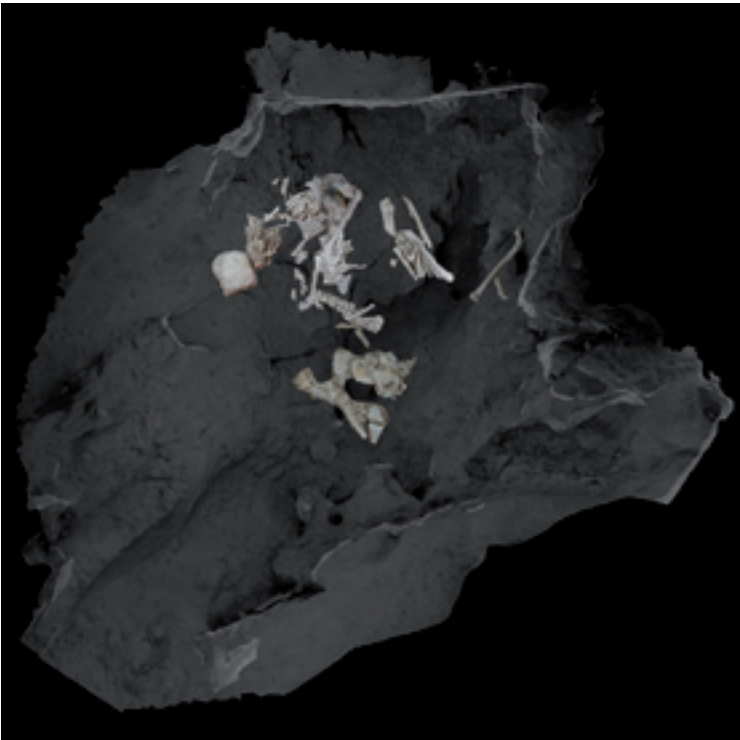


Figura 5.
Disposición del
parte del registro
óseo en calidad 4K.
Plano Cenital con
la incorporación
tridimensional de
restos oseos de
diferentes unidades
y excavados en
diferentes campañas.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSON, R.C., 1982: "Photogrammetry: The Pros and Cons for Archaeology", *Word Archaeology*, Vol 14, pp 200-205.
- ALBIACH, R., BLASCO, J., ESCRIVÀ, I., MOLINA, J., OLCINA, M., RIBERA, A., VAREA, S., 2007: "Paseo real y virtual por la Casa di Arianna de Pompeya", *Catálogos de las exposiciones del MARQ*, VII, 4, 51 y 53.
- ALMAGRO, A., 2003: "De la Fotogrametría a la infografía. Un proceso informatizado de la documentación", *Informática y Arqueología*, pp 47-81.
- ALMAGRO, A., 2004: *Levantamiento Arquitectónico*. Universidad de Granada.
- BLASCO, J., VAREA, S., COTINO, F., RIBERA, A. y GARCIA-PUCHO, O. 2011: "Procesos de documentación arqueológica y generación de modelos virtuales", *VAR*, Vol. 2, No. 3.
- BULL, F., NÚÑEZ, M.A., y RODRÍGUEZ, J.J., 2007: *Fotogrametría Arquitectónica*, Barcelona.
- CARANDINI, A., 1997: *Historias en la tierra. Manual de excavación arqueológica*, Barcelona.
- CHARQUERO-BALLESTER, A.Mª., 2011: *La fotogrametría digital como forma de documentación arqueológica. Aplicaciones de Photomodeler Scanner (EOS System, PMS)*. Trabajo de Investigación Tutelado (TIT) Máster en Arqueología Profesional. Herramientas de gestión integral del Patrimonio Arqueológico, Universidad de Alicante.
- CHARQUERO-BALLESTER, A.Mª. y LÓPEZ-LILLO, J.A., 2012: "Registro Tridimensional acumulativo de la secuencia estratigráfica. Fotogrametría y SIG en la intervención arqueológica de lo Boligni (Alacant)", *VAR*, Vol. 3, No. 5.
- CONOLLY, J., Y LAKE, M., 2009: *Sistemas de Información Geográfica aplicados a la Arqueología*, Barcelona.
- COOPER, M.A.R., y ROBSON, S., 1994: "A Hierarchy of Photogrammetric Records for Archaeology and Architectural History", *ISPRS Journal of Photogrammetry and RemoteSensing*, Vol. 49, No. 5, p 31.
- CORTELL, A., ESCRIBÁ, P., DIEZ, A., BERNABEU, J., OROZCO, T., LÓPEZ, S., 2015: "Arqueometría y georreferenciación con gvSIG en un yacimiento al aire libre. Campaña Mas d'is 2015 Archaeometry and georeferencing in an open air archaeological site using gvSIG. Mas d'Is 2015 campaign", *Revista Mapping*, Vol. 25, 177, pp 12-18.
- COX, G., 2016: "Archaeological Computing Systems: An Investigation into the potential of the Mental Ray engine to artificially represent light in the Neolithic site of Çatalhöyük", *Academia@2016*.
- DIEZ, A., Y BERNABEU, J., 2007: "Recomendaciones de Agustín Diez y Joan Bernabeu para el uso de la estación total en el trabajo arqueológico", *Manual de campo del arqueólogo*, pp. 160-162.
- ESCLAPÉS, J., TEJERINA, D., BOLUFER, J., Y ESQUEMBRE, M.A., 2013: "Sistemas de realidad aumentada para la musealización de yacimientos arqueológicos", *VAR*, Vol. 4, No. 9, pp 42-47.
- ESQUEMBRE, M.A., BOLUFER, J., BORONAT-SOLER, J.D., ROCA DE TOGORES MUÑOZ, C., y SOLER DÍAZ, J.A., 2013: *Art i mort al Montgó. La cova del Barranc del Migdia de Xàbia. Rituals funeraris en un santuari del III mil·lenni a.c.*, MARQ.
- FORUM INTERNACIONAL DE ARQUEOLOGÍA VIRTUAL / INTERNATIONAL FORUM OF VIRTUAL ARCHAEOLOGY 2009: CARTA DE SEVILLA <<http://www.arqueologiavirtual.com/arqueo/historia-history/edicion-2009edition-2009>>
- GUTIÉRREZ LLORET, S., 1997: *Arqueología Introducción a la historia material de las sociedades del pasado*. Alicante.
- HARRIS, E., 1991: *Principios de estratigrafía arqueológica*, Barcelona.
- HENDRICKX, M., GHELYLE, W., BONNE, J., BOURGEOIS DE WULF, A., Y GOOSSENS, R., 2011. "The use of stereoscopic images taken from a microdrone for the documentation of heritage e An example from the Tiekta burial mounds in the Russian Altay", *Journal of Archaeological Science* 38.
- KJELLMAN, E., 2012: *From 2D to 3D: a photogrammetric revolution in archaeology?. Master's Thesis in Archaeology Faculty of Humanities, Social Sciences and Education*. Department of Archaeology and Social Antropology University of Tromso.

- MOZAS-CALVACHE, A.T., PÉREZ-GARCÍA, J.L., CARDENAL-ESCARCENA, F.J. MATA-CASTRO, E., y DELGADO-GARCÍA, J., 2012: "Method for photogrammetric surveying of archaeological sites with light aerial Platforms", *Journal of Archaeological Science* 39, pp 521- 530.
- NÚÑEZ, M^a.A., BUILL, F., y EDO, M., 2013: "3D model of the Can Sadurní Cave". *Journal of Archaeological Science*, 40 , pp 4420-4428.
- LUCARELLI, S., y ALMAGRO-GORBEA, A., 1982: *Levantamiento Fotogramétrico del Templo@, El Santuario de Juno en Gabii*, Roma. pp 33-38.
- TEJERINA-ANTÓN, D., BOLUFER I MARQUÉS, J., ESQUEMBRE-BEBIA, M.A., y ORTEGA-PÉREZ, J.R., 2011: "Documentación 3D de pinturas rupestres con Photomodeler Scanner: los motivos esquemáticos de la Cueva del Barranc del Migdia (Xàbia, Alicante)", *III Congreso de Arqueología, Informática Gráfica, Patrimonio e Innovación*.

FOTOGRAMETRÍA DE RESTOS ARQUEOLÓGICOS SUBACUÁTICOS. EL MODELO DEL PECIO BOU FERRER

José Antonio Moya Montoya¹
Francisco Javier Muñoz Ojeda²

1. Departamento de Comunicación y Psicología Social (Universidad de Alicante)
ja.moya@ua.es

2. Instituto Universitario de Investigación en Arqueología y Patrimonio (Universidad de Alicante)
fjm.ojeda@gmail.com

1. INTRODUCCIÓN

La fotografía es una herramienta bien implantada en la documentación del Patrimonio Cultural Subacuático (PCS), se utiliza con diferentes técnicas y se orienta a tres grandes objetivos: el científico, el documental y el divulgativo. Cada uno de ellos cumple diferentes misiones en la excavación arqueológica subacuática que se pueden resumir de la siguiente forma:

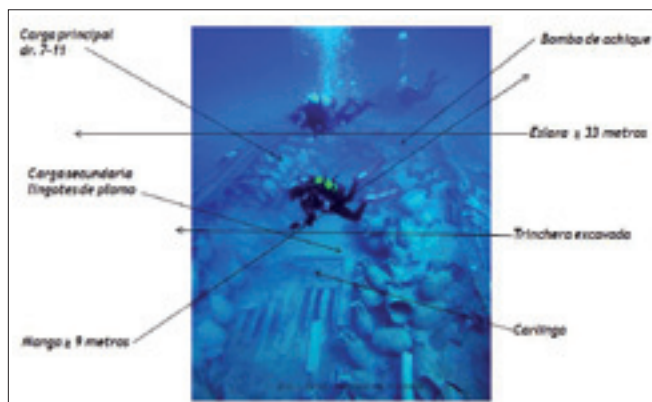
- Fotografía científica: completa la investigación, son imágenes pero se considera un conjunto de datos, ayuda a dar respuesta a las preguntas de investigación y se extiende al trabajo de laboratorio.
- Fotografía documental: completa el diario con más información y documenta la memoria de la intervención, registra datos sobre el color, la forma y la ubicación de los materiales, registra la proporción y la orientación -para lo que incluye una escala gráfica, una flecha de orientación Norte y una carta de color normalizada- muestra el detalle y lo general, los procesos y las etapas de la intervención.
- Fotografía divulgativa: narra el proceso, lo ilustra y lo hace comprensible; destaca el momento, evoca y provoca, invita a pensar y traslada belleza a un público no específico.

La fotogrametría digital participa en estas tres grandes áreas si la metodología es ágil y los equipos asequibles. La evolución de las cámaras digitales ha propiciado un abaratamiento significativo de los equipos y una importante reducción de su tamaño, junto a un aumento de la calidad y la optimización de los formatos de archivo. En este contexto digital, la fotogrametría aplicada al PCS es una técnica reciente que busca agilizar y mejorar el trabajo de documentación del arqueólogo. Actualmente se está generalizando su aplicación en los yacimientos, se aspira a

la sustitución de la planimetría convencional por otro modelo que aporte la misma o mejor información pero de forma más rápida y precisa. La comunicación de los resultados de la investigación empieza a ser una exigencia de la sociedad y la fotogrametría permite extender la documentación científica a otros usos como la divulgación. Para Tejerina (2016) "se está produciendo un cambio de paradigma en la metodología del trabajo de campo que ahora busca una documentación integral de la mano de técnicas que por primera vez nos permiten obtener todo este volumen de información haciendo posible obtener un cuadro completo de toda la escena que tenemos alrededor o de objetos completos en tres dimensiones". La fotogrametría tiene la capacidad de presentar los datos de forma clara, inequívoca y estéticamente agradable.

Para Burke, Smith y Domingo (BURKE-SMITH-DOMINGO, 2007:128) "lo más importante para documentar con precisión un yacimiento es asegurarse de que la localización de cada indicio se puede vincular con el resto, de tal forma que no queden medidas en el aire, reduciendo al mínimo cualquier fuente de error". En esta línea, Caballero (CABALLERO, 2006:75) afirma que "lo que realmente importa como arqueólogos no son los objetos en sí, sino la relación que existe entre ellos (...) excavar es ante todo documentar las relaciones que existen entre contextos". Estas posiciones metodológicas están formuladas para la arqueología en tierra pero son necesariamente extrapolables a la documentación del PCS. Incluso cuando se trata de documentar la excavación de un pecio, considerado como un conjunto único, de un momento exacto, existe una estratigrafía interna que bien documentada puede aportar un valor sustancial. No debería existir diferencia, por tanto, entre la metodología usada en tierra y la usada bajo el agua.

Figura 1.
Fases de la excavación del
Bou-Ferrer en la campaña 2016



La fotogrametría tiene como objeto la obtención de un modelo tridimensional creado a partir de múltiples fotografías tomadas desde diferentes puntos de vista. Las imágenes se procesan con un software específico capaz de detectar puntos comunes que aparecen en varias imágenes, a partir de estos puntos, el programa calcula sus posiciones relativas y los posiciona en un sistema de coordenadas de tres ejes (figura 1).

El yacimiento arqueológico Bou Ferrer es el pecio de un mercante romano de época altoimperial para el que las investigaciones recientes sugieren una eslora superior a los treinta metros. Transportaba una carga principal de ánforas de tipología Dressel 7-11, con cuatro variantes morfológicas, y un cargamento secundario de lingotes de plomo, estibados sobre la línea de crujía, a ambos lados de la quilla. Está localizado frente a la ciudad de La Vila Joiosa, sobre un lecho marino fangoso a 24,5 metros de profundidad, sin presencia de *Posidonia oceanica*, en un ambiente de aguas turbias.

Desde su descubrimiento, en el año 1999, se han realizado diferentes campañas de excavación, todas ellas promovidas por la Generalitat Valenciana. En las intervenciones de los años 2014 y 2015 se realizó un registro tridimensional fotogramétrico para la obtención de modelos 3D y ortofotos de precisión métrica como complemento de las planimetrías y trabajos de documentación. Gracias a la experiencia adquirida y los resultados obtenidos, la planimetría de la campaña 2016 se realizó íntegramente con técnicas de fotogrametría, documentando tres fases de la excavación (figura 2).

Ante cualquier proyecto de restitución fotogramétrica subacuática es necesaria una primera evaluación del yacimiento y de las condiciones físicas reales. Para el caso del pecio Bou Ferrer se dan las siguientes circunstancias: está localizado sobre un fondo a 24,5 metros de profundidad pero la parte inferior del yacimiento supera los 27 metros de profundidad; las aguas son generalmente turbias y la morfología del yacimiento, en su estado



Figura 2.
Calculadoras online TrianCal y
Geogebra

actual, es muy compleja, con importantes desniveles y grandes huecos, que dificultan una captura de imágenes que cubra todos los espacios. La mayoría de autores coincide en señalar que la fase de captura en fotogrametría supone un 70% en el flujo de trabajo completo, frente a un 30% del resto del proceso. En el portal de Internet *Historic England*, especializado en patrimonio cultural, sus autores afirman que “en fotogrametría, la calidad de los resultados depende casi totalmente de la calidad de la captura. La mala fotografía conducirá inevitablemente a resultados inexactos”. Estas recomendaciones se refieren siempre a trabajos de campo realizados en tierra; en el medio subacuático las dificultades obligan a estimar este porcentaje por encima del 90%, teniendo en cuenta la necesidad de planificación, la alta probabilidad de tener que realizar réplicas y los fuertes condicionantes del medio marino. Todas estas circunstancias se acentúan en el caso del pecio Bou Ferrer por las condiciones de su entorno natural.

2. ESTRATEGIA DE CAPTURA

La planificación es imprescindible si se buscan objetivos enfocados a resultados y es necesario optimizar el tiempo bajo el agua para la obtención de unos datos fiables y de calidad. Como hemos citado, es necesario registrar la forma, la textura, las dimensiones y el color, para que se preserve el trabajo de documentación y ofrezca garantías en su estudio posterior.

La realización de una cobertura improvisada registra información insuficiente que repercute en un procesado con errores en el modelo. Autores como Neumann (NEUMANN, 2009), P. Stoermer y Q. Abdullah (STOERMER-ABDULLAH, 2014) han desarrollado métodos para el cálculo del número necesario de fotografías en coberturas fotogramétricas aéreas³, con datos

de la altura de vuelo y distancia focal del objetivo⁴. El ámbito submarino tiene ciertas similitudes con el aéreo ya que las coberturas son, en realidad, vuelos sobre el fondo, y requieren un tipo de cálculo similar al de la fotogrametría aérea, aunque simplificado. En el yacimiento Bou Ferrer hemos utilizado un modelo de Moya (MOYA, 2017:99) modificado y adaptado sobre la base de las recomendaciones de estos autores. Se ha planificado para el registro de la superficie de la trinchera de excavación iniciada en el año 2015, y crear el modelo 3D y las ortofotografías de ese sector. Se trata de un rectángulo perpendicular a la crujía del navío que lo corta a la altura de la carlinga. Las medidas del rectángulo son 6 metros de ancho por 17 metros de largo. A este rectángulo le añadimos 1 metro por cada lado para asegurar el registro de los márgenes, con lo que la superficie a documentar ocupaba una extensión total de 152m².

Es necesario conocer la profundidad del fondo sobre el que está posado el pecio y la profundidad máxima en el interior del sector de excavación para determinar la geometría del yacimiento. En nuestro caso, como ya se ha citado, la profundidad del fondo es de 24,5 metros y la del interior del sector excavado supera ligeramente los 27 metros. Es decir, existe un desnivel interior (eje Z) de 2,5 metros (figura 3).

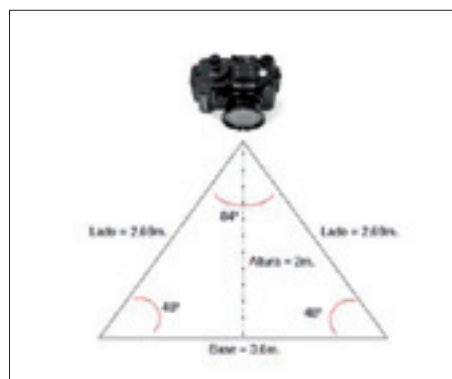


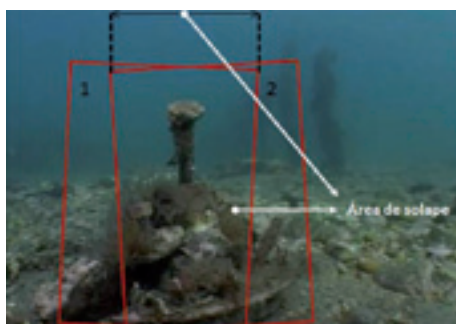
Figura 3.
Vector de
cobertura por
toma fotográfica

3. https://dronemapper.com/uas_photogrammetry_processing

4. <https://support.pix4d.com/hc/en-us/articles/202560249-TOOLS-GSD-Calculator#gsc.tab=0>

El paso siguiente fue decidir el equipo fotográfico que utilizaría para realizar el trabajo, cuál es el tamaño del sensor que incorpora y qué objetivo se va a usar, con los datos de la distancia focal expresados en milímetros. A este cálculo se ha añadido el factor de corrección que produce el índice de refracción del agua de mar que es de 1,33. Para el trabajo que aquí se presenta, el equipo fotográfico incorporaba una lente equivalente en formato completo de 15 mm de DF.

Figura 4.
Representación
gráfica del
concepto de
solape



El paso siguiente fue estimar la porción de superficie del yacimiento que debía cubrir el equipo con el que vamos se pensaba realizar el trabajo en cada toma fotográfica. Conocido el ángulo de visión del objetivo, usamos este dato para resolver el segmento de superficie que cubrirá para una altura dada. La altura se decide en

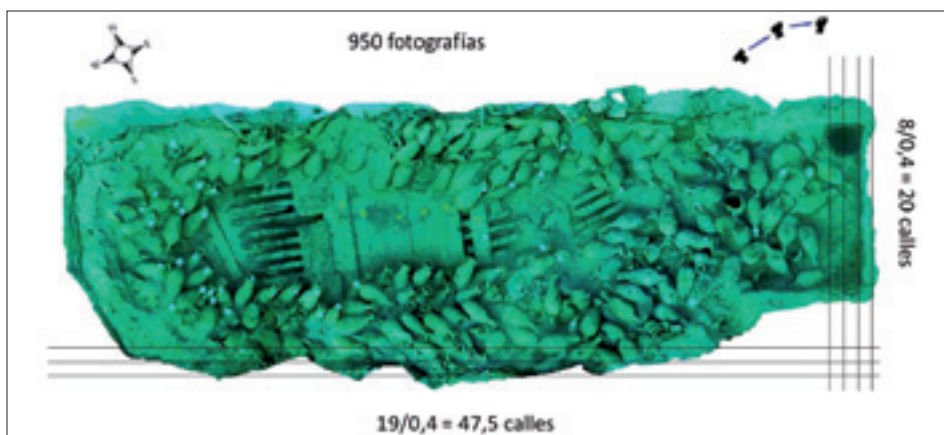
función de la visibilidad del agua, de ahí la importancia de este proceso. El ángulo de visión horizontal de nuestro objetivo bajo el agua es de 84° y un ángulo de visión vertical de 62° .

Se estableció una visibilidad media en el yacimiento de 2 metros, esta distancia será la altura (h) del triángulo formado por el ángulo de visión. Con estos dos datos ya es posible, por trigonometría, despejar el valor de los lados del triángulo teórico que se forma entre el fondo y el sensor de la cámara. Este cálculo se realiza de forma sencilla con la ayuda de alguna de las calculadoras online como *TrianCal*⁵ que nos da como resultado una medida para el lado mayor de 3,6 metros. Una vez realizado el cálculo lo exportamos a una aplicación como *Geogebra*, desde la misma calculadora, para que nos dibuje el triángulo ya resuelto (figura 4).

El resultado es un vector horizontal de 3,6 metros, esta es la longitud que cubrirá cada fotografía que tomemos a una distancia de dos metros del fondo (figura 5).

El proceso se repite para calcular el ángulo vertical y obtener la medida del lado menor del rectángulo (2,4 metros) que se exporta a *Geogebra* para que dibuje el triángulo resuelto, como en el ejemplo anterior.

Figura 5.
Planificación del
número de tomas
para el sector de
excavación



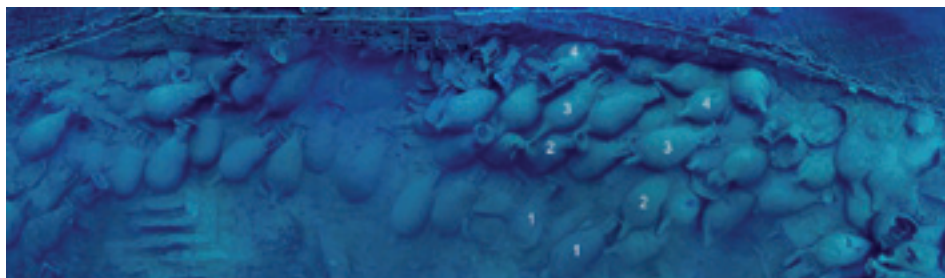


Figura 6.
Alzado
fotogramétrico de
la excavación 2016

El concepto ratio base/altura indica que, para hacer las coberturas fotográficas, debemos tener en cuenta una relación establecida entre la distancia de la cámara hasta el objeto y la distancia que debe desplazarse la cámara para realizar cada fotografía. Se trata de seguir una pauta para generar los ángulos y las distancias necesarias entre tomas fotográficas que permitan obtener una información válida a partir de la cual el software de fotogrametría podrá realizar los cálculos. El desplazamiento entre diferentes tomas fotográficas está relacionado con la distancia entre la cámara y el objeto a documentar y está establecido que este desplazamiento debe situarse entre un 10% y un 20% de la distancia entre la cámara y el objeto.

Sobre cuál debe ser el área de solape hay diferentes opiniones. En fotogrametría aérea se utiliza un valor del 60%, en tierra se intenta trabajar con el mayor solape posible sin alcanzar valores tan altos, son varios los autores que recomiendan un solape del 30%. En cualquier caso, hay que tener presente que con mayores solapes se obtienen, siempre, mejores resultados porque se dispone de más puntos coincidentes, lo que se traduce en una nube de puntos de mayor resolución y un modelo final de más calidad. El concepto de solape se ilustra en la figura 6.

Para el yacimiento Bou Ferrer se estableció un solape del 50% con el fin de asegurar las coberturas en todas las condiciones de visibilidad. El paso siguiente fue planificar un trazado que permitiese obtener las imágenes suficientes para levantar el modelo, la siguiente tabla resume todos los datos con los que se realizó

la planificación de las coberturas.

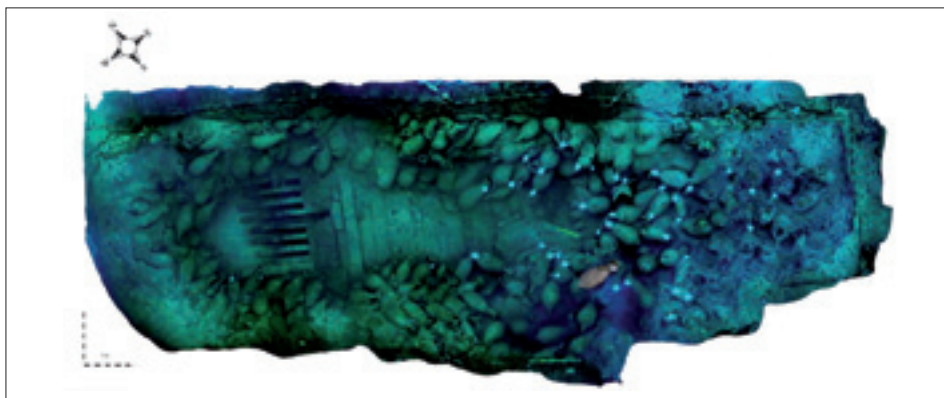
Para la documentación de objetos de bulto redondo se suelen realizar las coberturas fotográficas describiendo círculos alrededor de la pieza pero en la documentación de un yacimiento en extensión es más apropiado realizar las tomas fotográficas en recorridos rectilíneos por calles, de forma similar a como se hace en fotogrametría aérea, porque permite un mejor control tanto de la planificación como de las posiciones de cámara.

Para nuestro caso, si respetamos una ratio base/altura del 20%, y se fotografía a 2 metros de distancia del fondo, será necesario desplazarse, en cada toma fotográfica, unos 40 centímetros en ambos sentidos, a lo largo y a lo ancho de la zona.

El cálculo del número de fotografías necesarias para documentar el sector de excavación se obtiene dividiendo las dos distancias que corresponden al largo por el ancho del rectángulo (19x8m.) entre 40cm. que da como resultado una cuadrícula de 47,5 calles de largo por 20 calles de ancho. El número de tomas necesario para cubrir la zona excavada es de 940 fotografías (figura 7).

Aunque Agisoft Photoscan es un software muy potente en la identificación de puntos comunes entre imágenes, el medio acuático, como ya hemos visto, homogeniza el ambiente: la luz es muy difusa y el color tiende a la monocromía azul a partir de cierta profundidad. Esto se traduce en un aumento de la dificultad para que la aplicación sincronice imágenes identificando colores, texturas y formas idénticas.

Figura 7.
Reposicionado
digital del
ánfora 707 en el
yacimiento



Por ese motivo, el uso de los *targets* o dianas únicas, que genera puntos de control reconocibles por el software, es muy recomendable para ganar fiabilidad en la documentación del PCS.

Las dianas son generadas por el mismo programa y están codificadas con un número y una forma únicos que no deben repetirse en la documentación de un mismo yacimiento, o al menos de un mismo sector claramente diferenciado del resto. Se pueden imprimir en varios tamaños, en nuestro caso se han utilizado dos tamaños, 5x5 cm. y 8x8 cm. Las primeras son útiles para documentar espacios pequeños o materiales, y las segundas funcionan muy bien para el marcado general del yacimiento.

Las dianas impresas en papel blanco, se

recortaron y plastificaron dejando un margen amplio de plástico sobre el papel para que suelde bien y no entre el agua por efecto de la presión. En los márgenes del plástico se realizaron varios taladros para pasar las bridas de plástico con las que se fijan las dianas sobre los elementos del fondo. Se colocaron una serie de dianas fijas en el yacimiento, manteniendo cierta uniformidad y anclándolas sobre materiales que no serían extraídos.

En determinados sectores de interés, la documentación debe proporcionar el mayor número de datos posible. Se suele tratar de zonas de especial relevancia que en nuestro caso corresponden a la estiba de una serie de lingotes de plomo a ambos lados de la quilla, el primer nivel de ánforas sobre la bodega o un colchón de abarrote de sarmientos de vid bien conservado.

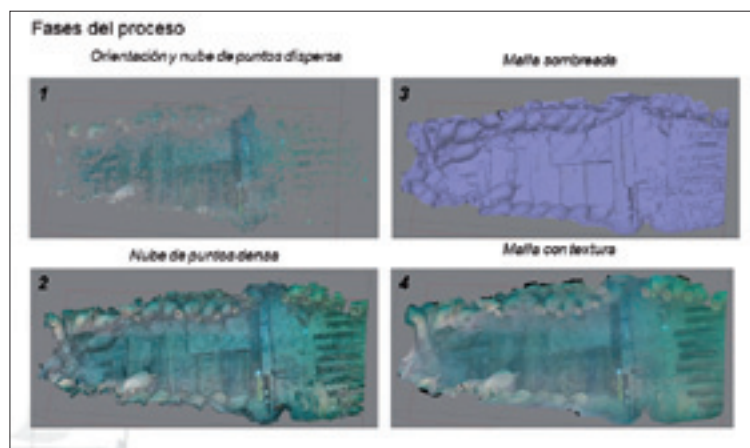


Figura 8.
Fases del
procesado en
fotogrametría con el
software PhotoScan
de Agisoft

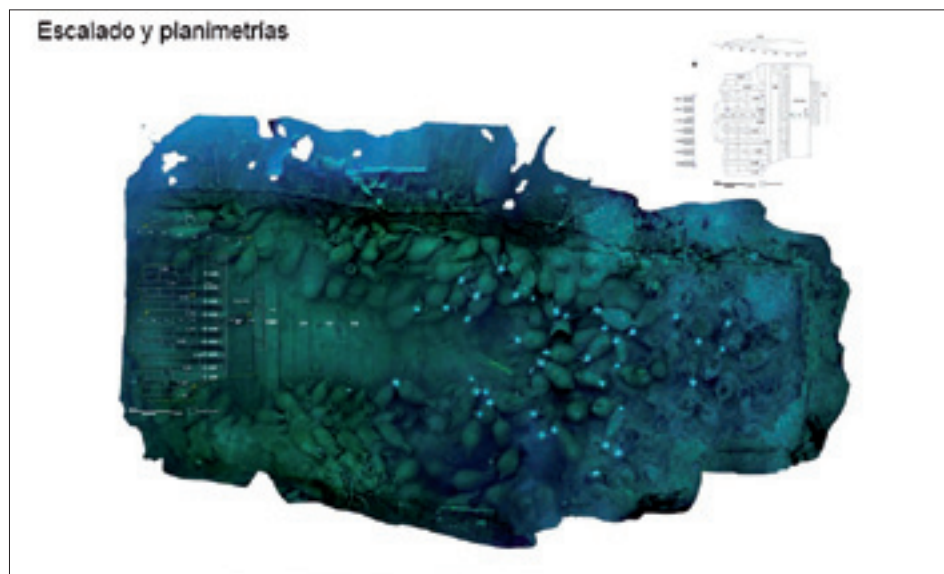


Figura 9.
Introducción
de medidas y
escalado de
ortoimagen

En estos casos se intensificó la captura tomando las fotografías en cruz, con cuatro disparos por cada posición, orientando la cámara a ambos lados, hacia el frente y hacia atrás, siguiendo los consejos de Wackrow y Chandler (WACKROW-CHANDLER, 2011), para quienes “las imágenes oblicuas (horizontal y vertical) y convergentes minimizará los errores sistemáticos causados por la distorsión de la lente”.

La realización de un alzado por fotogrametría ha sido un complemento muy sencillo de ejecutar (figura 8). Se trata de un perfil realizado en la 1ª campaña 2016 para el que solo se necesitaron unos minutos de inmersión, fue realizada por una sola persona, con una cámara GoPro H4. El modelo fotogramétrico se generó con 26 fotografías para confirmar la existencia de, al menos, cuatro pisos de ánforas conservadas en la bodega del navío.

La adopción de la fotogrametría como base de la documentación se extendió a todas las ánforas extraídas del yacimiento con el fin de obtener un modelo tridimensional de cada una de ellas y su correspondiente dibujo arqueológico, métricamente correcto. Con el uso de este sistema la fotogrametría general mejora

porque aumenta el número de dianas de referencia. Durante el procesado, la aplicación detecta las dianas en su ubicación exacta dentro del modelo. Como cada diana está asociada a un número, y este número a un objeto, podremos saber en cualquier momento el lugar exacto que ocupaba, originalmente, dentro del yacimiento.

Cuando las piezas se extrajeron del yacimiento, se fotografiaron individualmente para crear su modelo digital, siempre conservando su diana/etiqueta en la misma posición. Los objetos digitalizados conforman la colección 3D del yacimiento.

Cuando se realizaron las fotografías de cada objeto se aprovecharon las condiciones de control de que se disponía (figura 9) para obtener una documentación completa. Además del modelo, se tomó y archivó también una fotografía con escala, con carta de color y en formato RAW, aunque toda la cobertura fue realizada en formato JPG.

De esta forma está siendo posible analizar, individualmente, los rasgos formales de cada pieza y compararlos con las demás. Cada modelo tridimensional puede reubicarse en su posición original dentro

del yacimiento y relacionarlo con el conjunto (figura 10).

3. PROCESADO DE FOTOGRAFÍAS PARA LA CONFECCIÓN DEL MODELO FOTOGRAMÉTRICO

Previamente al procesado de las imágenes para obtener el modelo fotogramétrico debemos valorar el tamaño de los lotes fotográficos a procesar, evaluando tanto los recursos de nuestro equipo como las posibilidades de alineación ante un lote con gran cantidad de fotografías. Puesto que el software utilizado, como se ha indicado, es Agisoft PhotoScan, tomaremos como referencia la propia tabla de rendimiento y consumo de recursos que nos proporciona la marca⁶.

Aunque inicialmente los lotes fotográficos a procesar no solían exceder de las 100 fotografías, conforme el yacimiento se ha ido ampliando en las sucesivas campañas, el número de imágenes necesarias para obtener ortoimágenes también ha crecido. De este modo, los lotes de imágenes en la última campaña podían superar fácilmente las 500 imágenes, elevando por tanto las exigencias de nuestro equipo en cada uno

de los pasos que a continuación describiremos.

En primer lugar se realiza un procesado a una calidad baja o media, algo que permitirá, con el equipo que contamos en campaña, poder verificar que las imágenes tomadas durante la cobertura son suficientes para obtener un modelo óptimo. Este paso es determinante para notificárselo al equipo responsable de la captura por si fuese necesario repetir la cobertura, total o parcialmente, en función del resultado preliminar obtenido.

Superada esta primera fase, iniciaremos el procesado definitivo, que nos permitirá generar la ortoimagen que servirá a los arqueólogos como base del trabajo de registro y documentación. Teniendo en cuenta la red de dianas dispersa en el yacimiento, cuya importancia y uso ya hemos comentado con anterioridad, el primer paso consiste en la detección de estos puntos por el software. Al tratarse de *targets* codificados por PhotoScan, éste dispone de una función de detección automática, donde el propio software posiciona un marcador con el número específico de cada una de las dianas. Esta información será fundamental como

Figura 10.
Fases del
procesado en
fotogrametría
de un ánfora
procedente del
pecio Bou-Ferrer
con PhotoScan de
Agisoft



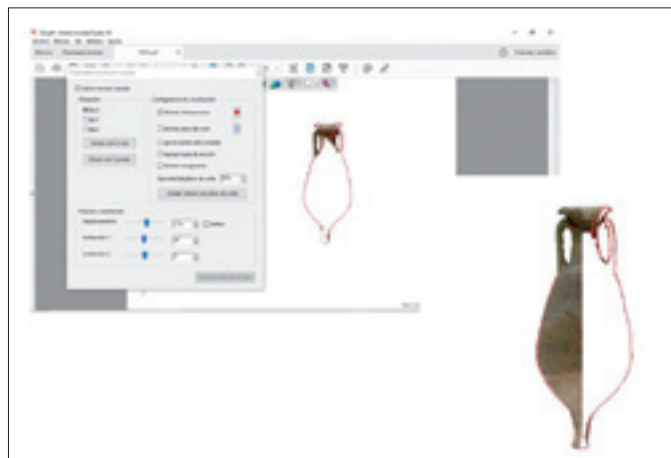


Figura 11.
Visualización del modelo 3D
y su sección en PDF 3D

apoyo a la alineación de las imágenes y la creación de la nube de puntos densa, base para ir creando, en sucesivos pasos, el modelo tridimensional. De esta forma, el software, en el caso de no encontrar suficiente información estereopar entre las imágenes aportadas recurrirá a las propias dianas como puntos válidos en la alineación de imágenes.

Una vez detectada la red de *targets* se inicia el proceso de alineación (figura 11), que dará lugar a una primera nube de puntos, que servirá de base para la posterior creación de una nube de puntos densa y los mapas de profundidad. Durante esta primera fase, además, obtendremos una ubicación del punto de captura para cada una de las fotografías, algo que resulta de gran ayuda a la hora de visualizar la propia estrategia de captura. En el caso de localizar zonas donde la cantidad de puntos obtenidos no es del todo suficiente, la posición de las cámaras nos ayuda a comprobar en posteriores capturas donde incrementar el número de fotografías, o como orientar la propia captura. Es también en este momento cuando introducimos los valores métricos que proporcionan una escala al modelo fotogramétrico. Para ello nos valemos de la red de dianas ya detectadas durante la primera fase de trabajo, puesto que conocemos la distancia entre puntos proporcionamos al software medidas parciales entre cada una de las

dianas, algo que acaba proporcionando una escala global al espacio de trabajo.

El segundo paso consiste en la obtención de una nube de puntos densa (figura 11), que servirá de base para la creación de una malla. Aunque existen otras aplicaciones capaces de gestionar las nubes de puntos y continuar con el proceso, tal vez con mayor eficacia, en nuestro caso se ha trabajado todo el flujo con el mismo programa. Esta decisión se basaba esencialmente en ofrecer al resto del equipo participante un flujo basado en la sencillez a la vez que en la eficacia. Dábamos así la posibilidad a que cualquier integrante del equipo pudiese completar todo el proceso hasta obtener la ortoimagen desde un mismo software siguiendo unos sencillos pasos.

Finalizado el proceso de creación de malla, se aplica la textura sobre la superficie para obtener un modelo con aspecto fotorrealista, y que permitirá la creación de una ortoimagen. Esta imagen, que nos ofrece una visión cenital del yacimiento, está libre de toda aberración óptica y tiene la misma validez que un plano cartográfico. Tras generar la ortoimagen, esta se imprime y plastifica para proporcionársela al equipo que trabaja bajo el agua, que la utilizan a modo de planta de estrato o como base para las anotaciones necesarias para proseguir con los trabajos de excavación.

Tras generar la imagen, se exporta a un software de diseño vectorial, en nuestro caso AutoCAD de Autodesk. En este tipo de software podemos realizar el dibujo vectorizando todo aquello que se crea especialmente reseñable para llevar a cabo la documentación del nivel documentado: recuento de individuos anfóricos, carpintería naval, etc.

En las últimas campañas hemos incorporado, además, el flujo de fotogrametría descrito con anterioridad a la documentación de piezas. De este modo, hemos iniciado la creación del modelo fotogramétrico de cada una de las ánforas extraídas del yacimiento arqueológico con el doble objetivo de poseer un modelo tridimensional de cada una y su dibujo arqueológico tradicional para completar su estudio tipológico.

Debido al gran número de piezas ya extraídas ideamos un sistema que agilizase en la medida de lo posible la captura de cada una de las ánforas. Para ello, nos ayudamos de un soporte que nos permitiese colocar el ánfora de forma vertical, con su pivote en la parte inferior y el borde en la superior. Tras la captura del objeto en esta posición, realizando hasta tres anillos que asegurasen la total cobertura de la pieza se procedió a realizar

una segunda toma, en esta ocasión invirtiendo la posición del ánfora. Esta segunda captura ayuda enormemente a documentar elementos como borde, asas y pivote, que en la posición anterior quedaban parcialmente ocultos. Para finalizar la fase de captura se tomaban medidas parciales del objeto, indicando como referencia elementos naturales fácilmente identificables.

Tras la creación del modelo correspondiente se identifican los puntos de referencia que nos han servido para coger las medidas parciales, y a cada uno se le otorgó un punto o vector dentro de la nube de puntos. El software utilizado permite en este punto establecer medidas parciales entre puntos, proporcionando así un escalado automático al modelo, escala que se mantiene tras su exportación al formato PDF 3D, desde el cual podemos hacer todas las consultas necesarias e incluso capturar una sección perfecta de la pieza. Este proceso nos ha permitido obtener tanto el modelo 3D de las piezas así como su dibujo tradicional para una detallada clasificación. Toda esta información es procesada y almacenada en la base de datos correspondiente para una futura consulta y estudio detallado de los objetos hallados durante la excavación del pecio Bou-Ferrer.

BIBLIOGRAFÍA

- ALMAGRO, A., 2000: "Fotogrametría para arquitectos. El estado de la cuestión", *Actas del VIII Congreso de Expresión Gráfica Arquitectónica*, EGA 2000, Barcelona.
- BALLETTI, C., BELTRAME, C., COSTA, E., GUERRA, F. y VERNIER, P., 2015: "Underwater photogrammetry and 3D reconstruction of marble cargos shipwreck", en *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XL-5/W5*, 2015 *Underwater 3D Recording and Modeling*, (16–17 April 2015, Piano di Sorrento, Italy), pp. 7-13
- BURKE, H., SMITH, C., y DOMINGO, I., 2007: *Manual de campo del arqueólogo*, Barcelona.
- CABALLERO, L., 2006: "El dibujo arqueológico. Notas sobre el registro gráfico en arqueología", *Papeles del Patal: Revista de restauración monumental*, 3, pp. 75-95.
- CHARQUERO, A., 2016: "Práctica y usos de la fotogrametría digital en arqueología", *DAMA Documentos de Arqueología y Patrimonio Histórico*, Universidad de Alicante.
- CIBECCHINI, F., BERNARD, H., BONAIUTI, R. y DRAP, P., 2006: "Il relitto mediorepubblicano di Cala Rossa", *Archaeologia Marittima Mediterranea: an international journal on underwater archaeology*, Pisa.
- CONTE, G. et alii, 2008: *Underwater Vehicle Technology in the VENUS project in Proceedings of the Unmanned Underwater Vehicle Showcase*, Southampton.
- DRAP, P., 2012: *Underwater Photogrammetry for Archaeology, Special Applications of Photogrammetry*, <<http://www.intechopen.com/books/special-applications-of-photogrammetry/underwater-photogrammetry-forarchaeology>>
- KAPOTAS, L. C., 2009: *Fotogrammetria subacquea in archeologia*, Padua.
- KARRAS, G. E. y MAVROMMATI, D., 2002: "Simple calibration techniques for non-metric cameras", *XVIII International Symposium of CIPA (Postdam, September 18-21, 2001)*, Berlín.
- LINDER, W., 2003: *Digital Photogrammetry*, Berlín
- LLORÉ, T., 1999: "Arqueología virtual, arqueología audiovisual: una nueva propuesta en la difusión del conocimiento arqueológico", *Revista de Arqueología*, año XX nº 213, pp. 12-20
- LÓPEZ, S., 2015: La infografía 3D como sistema de documentación y divulgación, <https://www.academia.edu/1361731/La_infograf%C3%ADa_3D_como_sistema_de_documentaci%C3%B3n_y_divulgaci%C3%B3n>
- MARTÍNEZ, J., 2014: Colección de tutoriales sobre Photoscan de Agisoft <https://www.youtube.com/playlist?list=PL_cDdjQPbX1GXV4AC3Y3dYVwTPh4kxnx>
- MCCARTHY, J., 2014: *Multi-image photogrammetry as a practical tool for cultural heritage survey and community engagement*, Wessex.
- MENNA, F., NOCERINO, E., DEL PIZZO, S., BRUNO, F. y REMONDINO, F., 2015: *Underwater 3D Recording and Modeling*, Piano di Sorrento.
- MIÑANO, A., FERNÁNDEZ, F. y CASABÁN, J.L., 2012: "Métodos de documentación arqueológica aplicados en arqueología subacuática: el modelo fotogramétrico y el fotomosaico del pecio fenicio Mazarrón-2 (Puerto de Mazarrón, Murcia)", *Saguntum*, (PLAV) 44, pp. 99-109.
- MOYA, J. A., 2017: *Fotografía y fotogrametría subacuática aplicadas al patrimonio cultural sumergido*, Alicante.
- ORTIZ, M. J. y MOYA, J. A., 2015: "The "action cam" phenomenon: a new trend in audiovisual production", *Communication & Society*, 28-3, pp. 51-64.
- SANTOS, C., 2014: *Aplicación arquitectónica de la fotogrametría digital para levantamiento gráfico y fotogramétrico de fachadas en palacetes* Prytz, Trabajo Fin de Grado de la Escuela Politécnica Superior, Universidad de Alicante.
- SEINTURIER J., 2007: *Fusion de connaissances: Applications aux relevés photogrammetriques de fouilles archeologiques sous-marines*, Tesis Doctoral, Université du Sud Toulon Var, Francia.
- WACKROW, R. y CHANDLER, J.H., 2011: "Minimising systematic error surfaces in digital elevation models using oblique convergent imagery", *The Photogrammetric Record*, 26 (133), pp. 16-31.
- Photogrammetric Applications for Cultural Heritage, <<https://historicengland.org.uk/>>

DETECCIÓN, REGISTRO Y ANÁLISIS DE YACIMIENTOS MEDIANTE EL USO DE DRONES: LAS ALQUERÍAS ISLÁMICAS DE ALBACETE

José Luis Simón García¹

Ignacio Segura Martínez²

Fernando Simón Oliver

1. INTRODUCCIÓN

Durante las dos últimas décadas hemos venido desarrollando investigaciones en el ámbito de la arqueología medieval de la Provincia de Albacete, cuyos resultados se han ido plasmando en una serie de trabajos científicos (SIMÓN, 2011 a y b, 2013, 2014 a y b, 2016, SIMÓN-HERNÁNDEZ, 2013 y 2015; SIMÓN-SEGURA, 2011), que abarcan tanto las fortificaciones como el poblamiento, especialmente las alquerías, en un ámbito que se extiende a toda la provincia de Albacete. Los resultados obtenidos hasta la fecha no solo han enriquecido el panorama que se había obtenido desde el análisis de las fuentes documentales, sino que han matizado o descubierto aspectos que hasta la fecha al no estar plasmados en los documentos escritos quedaban al margen del conocimiento científico o a la mera especulación histórica, en muchas ocasiones fruto del traslado de datos de otros ámbitos geográficos, por lo general distantes y muy diferentes al territorio objeto de estudio, la provincia de Albacete (figura 1).

El modelo del poblamiento supuesto para la provincia -al igual que para otros territorios poco estudiados- era el planteado por Bazzana, Cressier y Guichart (1988) en el estudio de áreas concretas de SE peninsular, el cual giraba desde el despoblamiento casi absoluto desde el mundo tardorromano, hasta los cambios acontecidos en los siglos X-XI con la *fitna* del califato, en la cual se producía una serie de cambios substanciales con motivo de la llegada de poblaciones del Norte de África y la profundización en el proceso de islamización de las sociedades mozárabes de la zona. Se suponía que se daba una intensificación del hábitat que se iría configurando mediante territorios castrales enmarcados en unidades de poblamiento más pequeñas condicionadas por las posibilidades de explotación económica de la zona (GUTIÉRREZ, 1996).

El desarrollo de un elevado número de cartas arqueológicas en la mayoría de los municipios de la provincia de Albacete, de las cuales hemos sido codirectores en las comarcas del Corredor de Almansa Monte Ibérico, la Sierra del Segura y los municipios de Peñas de San Pedro, San Pedro, Munera y Alcaraz, nos han permitido catalogar un considerable número de alquerías islámicas, muchas de las cuales, y por muy diversas circunstancias, pueden ser topografiadas casi en su totalidad al apreciarse la mayoría de sus rasgos constructivos, circunstancia muy poco habitual en el resto de la Península Ibérica.



Figura 1. Área de mayor intensidad de prospección de las comunidades medievales en la provincia de Albacete y emplazamiento de los yacimientos localizados por tipos.

2. LA DETECCIÓN

En la actualidad, y tras una década de prospecciones, disponemos de la localización de medio centenar de alquerías islámicas en las cuales son ampliamente visibles las estructuras que la conforman, una decena de poblados en altura, de la misma época en los que igualmente

se documentan los restos constructivos, una quincena de casas cueva y graneros fortificados en altura y aproximadamente unas cinco atalayas formadas por estructuras de refugio que no se pueden adscribir al concepto de torre fortificada.

El análisis de los datos recabados en el campo mostraba en el caso de las alquerías una serie de pautas constantes en su emplazamiento y unas características en su grado de conservación que posibilitaban su detección desde una visión aérea. Estas búsquedas inicialmente se centraron en el análisis de las fotografías aéreas, mediante los visores cartográficos del Instituto Geográfico Nacional (IBERPRIX y Fototeca Digital) y de otras plataformas

cartográficas, como la de la Confederación Hidrográfica del Río Segura y posteriormente, tras la selección de espacios con altas probabilidades, se utilizaron diversos medios aéreos y terrestres.

El fruto de todo ello es la detección de yacimientos que podemos considerar como alquerías (qarya/s) desde una perspectiva genérica del término. Se trata de un conjunto relativamente numeroso, especialmente en el sector oriental, en las tierras del Corredor de Almansa y Montearagón (SIMÓN, 2014b), emplazadas generalmente en laderas de suave pendiente o el llano de los fondos de valle, pero con la característica habitual de buscar en sus emplazamientos la protección de los

Figura 2.
1. Prospección de la Vega de Alpera, ruta prefijada y detección de yacimientos.
2-3. Vistas aéreas del Castillo de San Gregorio (Alpera, Albacete).

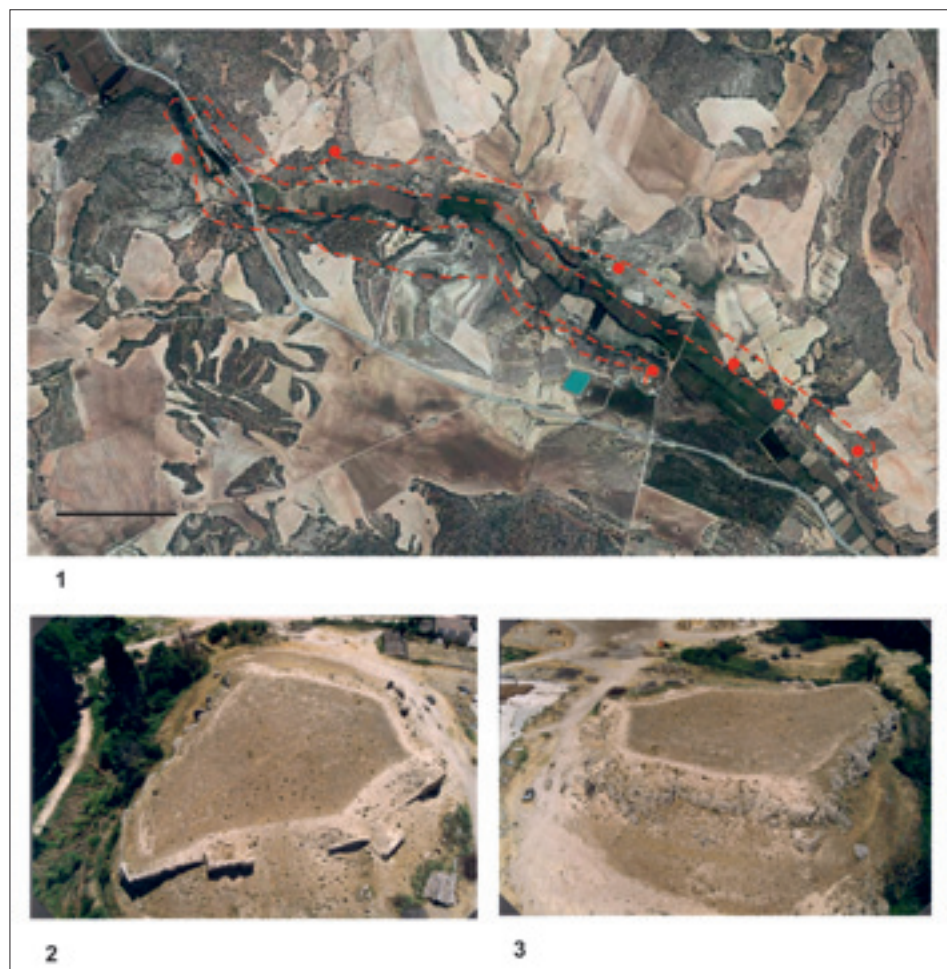


Figura 3.

1. Prospección y documentación mediante globo cautivo (1999).
2. Prospección y documentación mediante dron (2015).
- 3-4. Topografía terrestre mediante señal digital (2009). Topografía terrestre mediante estación total (2010).



vientos dominantes, el abastecimiento de agua dulce y situarse cerca de las rutas ganaderas que cruzan la comarca y que han llegado hasta nuestros días en forma de cañadas, veredas y cordeles. Estos tres factores marcan una pauta que hizo posible su detección de forma rápida y eficaz, mediante una prospección terrestre, aérea o combinando ambas.

En un primer momento se seleccionaron las vegas más fértiles agropecuariamente y sus márgenes más significativos, con especial atención a aquellas que siguen siendo cruzadas por ríos de cauce más o menos constante, como la Vega de Alpera (figura 2), el valle del Córcoles o la Vega de Bogarra, o los valles situados junto a las cañadas ganaderas trashumantes, trasterminantes y locales, con especial atención al entorno de los pozos de agua dulce, los estrechos o contaderos de ganado y las tierras de pastos cuyos topónimos señalaban su uso comunal. Entre estos espacios destacan el conjunto

montañoso de las sierras de Chinchilla e Higuera, las de las Peñas y El Sahuco, las de Alcaraz y las cumbres medias del Calar del Mundo.

El paso siguiente era su búsqueda mediante medios aéreos. Primero se usó aparatos como alas delta con motor y los ultraligeros, con unos resultados poco efectivos dado su alto coste económico, la velocidad mínima de tránsito y las condiciones necesarias de altitud mínima y meteorología. Posteriormente se emplearon globos cautivos, de difícil desplazamiento y con unas necesidades de vuelo muy estrictas respecto a las condiciones climáticas y finalmente, tras su generalización en la última década, el uso de drones (figura 3), mucho más eficaces, baratos y efectivos, al poder prefigurar el vuelo y la posibilidad del análisis de los datos fotográficos recabados mucho más detallado (RUIZ *et alii*, 2015).

Como ya hemos señalado el resultado

hasta la fecha es la detección de casi un centenar de yacimientos islámicos en la provincia de Albacete, a los cuales se vienen sumando las cuevas ventana detectadas en el Cañón del Río Júcar y en los valles de los ríos Cabriel y Mundo (SIMÓN e.p.).

3. EL REGISTRO

Dada la extensión superficial de las zonas de trabajo, la generación de las cartografías tenía que combinar las técnicas fotogramétricas y la topografía clásica (PELNADO *et alii* 2014). Para ello obtuvimos los fotogramas necesarios para cubrir las áreas de estudio, dichos fotogramas pertenecen al PNOA (*Plan Nacional de Ortofotografía Aérea*). El PNOA tiene como objetivo la obtención de ortofotografías aéreas digitales con resolución de 25 ó 50 cm y modelos digitales de elevaciones (MDE) de alta precisión de todo el territorio español, con un período de actualización de 2 ó 3 años, según las zonas; en nuestro caso las fotografías son del año 2009.

El levantamiento topográfico se iniciaba con los trabajos de campo mediante la utilización de un Receptor GPS con GNSS (GPS+GLONASS) de la marca TOPCON modelo GRS-1. Este receptor tiene una precisión RTK, Horizontal de 10 mm+1.0 ppm y Vertical de 15 mm + 1.0 ppm; estas características nos garantizan precisiones centimétricas en todo el ámbito del levantamiento. El sistema GPS GNSS está basado en estaciones GPS de referencia fijas que envían las correcciones necesarias al receptor.

La resolución fotogramétrica de medición de coordenadas 3D, mediante el uso de fotografías junto con puntos de referencia topográficos sobre el terreno, como medio fundamental para la medición, que en nuestro caso se efectúa mediante un restituitor digital con software digi21 3D, permite una precisión de restitución de 25 cm (SEGURA *et alii*, 2016).

En el caso del uso del dron para el levantamiento topográfico es necesario la utili-

zación de una misma cámara fotográfica tanto para la toma aérea como para las terrestres: en esta primera fase, la captura de datos se realizó con una cámara “Canon Powershot SX 700”. Para la toma aérea se utiliza el cuadricóptero “Phantom 2” de DJI, mientras que para la toma terrestre se usa una pértiga de 4 metros de altura.

4. EL ANÁLISIS

Las alquerías documentadas hasta la fecha se emplazan generalmente de las vegas más significativas desde el punto de vista agropecuario. Algunas, como Tobillos en Alpera (SIMÓN, 2011a), pueden que estuvieran vinculadas a espacios agrícolas con un cierto desarrollo de los sistemas de riego con azudes, acequias, albercas y molinos, tal y como ya han apuntado otros autores para lugares como Liétor (NAVARRO, 1995 y NAVARRO-ROBLES 1996). Las orientadas a actividades ganaderas, como el Villar de Hoya Honda y La Graja, ambas en Higuera (SIMÓN, 2014b), muestran las pautas y características más habituales de las alquerías en Albacete, como la conservación de estructuras habitacionales de planta cuadrangular o rectangular, dispuestas irregularmente en la ladera y perfectamente organizadas de forma lineal a una serie de calles o zonas de paso en la parte alta. La gran mayoría de las construcciones cuentan con vanos constituidos mediante dos piedras en vertical a modo de jambas y una de zócalo o umbral. Los muros están contruidos mediante dos hiladas de piedras de mediano y gran tamaño, en ocasiones rellenas por ripio o piedras de pequeño diámetro, y en otras mediante un zócalo construido con piedras a dos caras. Muchas de las estancias rectangulares presentan una compartimentación en el último tercio del espacio, o una construcción, hoy macizada por los derrumbes, de planta cuadrangular en una de sus esquinas. No se aprecian niveles de adobes, tapiales o cualquier otro tipo de acumulación procedente de la descomposición de las estructuras, por lo que todo parece apuntar a que se trata de paramentos realizados

en piedra seca, con cubierta de vigas de pino, ramaje y tierra.

El tamaño de algunas estancias imposibilita su techado, por lo que todo parece indicar que se trata de corrales, mientras otros espacios de menor tamaño parecen formar parte de unidades complejas constituidas por dos o más estancias.

Se trata de una arquitectura completamente uniforme, extremadamente sencilla y tradicional, pues emplea los materiales de la zona, la piedra caliza, y evita, al menos en los restos que se conservan, el adobe y el tapial, sea cual sea su tipo: de tierra, cal o calicostrado, a diferencia de la arquitectura del mundo ibérico o romano que realiza los alzados con un zócalo de piedra y unos muros de adobes.

Sus similitudes no finalizan en su arquitectura, sino que continúan en el campo de la cultura material, especialmente en las cerámicas, donde los tipos y decoraciones las sitúan de forma mayoritaria entre la segunda mitad del siglo XI y la conquista en el primer tercio del siglo XIII. Muy pocas, y en su mayoría en el sector oriental de la provincia, en el Corredor de Almansa, contaron en algún momento con una torre defensiva, con o sin cerca, circunstancia que parece relacionarse con las tensiones entre las taifas de Murcia y Valencia y el proceso de conquista de la zona por parte de los cristianos.

Entre las alquerías emplazadas en los llanos cabe hacer una diferenciación entre las que finalmente, o desde sus orígenes, contaron con una torre defensiva, con o sin cerca que abarcara las estructuras en torno a ella desarrolladas, y las alquerías que carecieron de ella.

Ejemplo de estos tipos serían las alquerías de Burjazarón o Torre Grande (Almansa), Bugarra (Caudete), Pechin (Montealegre) y el Torrejón de Carcelén, las tres primeras se sitúan en el sector meridional del Corredor de Almansa (SIMÓN, 2014). Dos de ellas en pasos o vías de comunicación: la Torre de Burjazarón está en la

bifurcación hacia el Puerto de Almansa y por el mismo hacia Valencia, y por el Cerro de El Rocín; o La Encina hacia Villena en dirección Alicante, Orihuela o Murcia, y en segundo lugar la Torre de Pechin en Montealegre, junto al viejo camino de la Vía Augusta que desde Caudete y Yecla asciende hacia los Llanos de Albacete por Pétrola (SIMÓN, 2002).

La ubicación de las alquerías con torre junto a caminos y vías de comunicación, nos lleva a plantear la posibilidad de que desempeñaron un papel de manzil o posada. Muchas de estas postas contaban con infraestructuras fortificadas, como los casos aquí tratados, y cuyos paralelos cercanos podemos encontrar en la vía que unía a Murcia con Valencia, en concreto en el tramo de Elche a Murcia, donde se ubicaba el al-manzil de Al-Butayra, identificada con la Venta de Albatera (FRANCO, 1995). Para alquerías fortificadas como la de Pechin de Montealegre, también puede suponerse una función de rutba, entendida como lugar donde se cobra un impuesto sobre los ganados en tránsito, circunstancia que no sólo pudo darse en el mundo islámico, sino que se ve confirmada en época cristiana, momento en el cual se emplea la zona como lugar de trashumancia de los ganados de la serranía de Cuenca hacia los pastos de invierno del Campo de Cartagena.

El sentido de autoprotección de estas alquerías con torres queda patente en el caso de El Torrejón de Carcelén, ubicado el asentamiento a la entrada de la pequeña vega que se desarrolla a ambos márgenes de un barranco que desciende de los altos de la serranía (SIMÓN, 2011b). Su posicionamiento muestra claramente su intención de observar el llano que se abre en el sector septentrional, lugar de tránsito y del cual se encuentra alejado y un tanto escondido. Por otra parte, defiende a la población que en su entorno habita, siempre y cuando se trate de contingentes pequeños, como los que desarrollan cabalgadas, razias o el bandolerismo, pues al estar al pie de una elevada sierra, el ataque de un contingente mayor con



Figura 4.
Vista aérea del yacimiento de los Villares de El Bachiller (Chinchilla, Albacete) y topografía obtenida mediante el uso de medios terrestres y satélite.

maquinaria de guerra la posición se hace indefendible.

El registro de las alquerías en llano, sin elementos defensivos, es cada vez más numeroso. Muchas se emplazan en tierras que aún hoy en día son espacios baldíos, bien por situarse sobre lomas donde el afloramiento del sustrato rocoso y la escasez de suelo no han servido para el cultivo, por tratarse de zonas de monte bajo, tradicionalmente dedicadas al pastoreo, o por encontrarse en los límites de grandes fincas que han usado sus restos como majanos o ejidos como lugar de acumulación de las piedras de los terrenos de cultivo.

En muchas de las alquerías, especialmente las que no han sido afectadas por las tareas agrícolas, se aprecian claramente las plantas de las edificaciones, su compartimentación interna y su distribución. Los casos estudiados hasta la fecha, como Los Villares de El Bachiller (figura 4) La Toyosa y El Boquerón en Chinchilla (SIMÓN, 2011a), Las Grajas, el Villar de Hoya Honda (SIMÓN, 2014b) u otras en fase de estudio como los Pocicos de Higuera, la Carrasquilla, el Vallejo de la Casa de la Vega y el Cerrico de los Conejos en Corral Rubio, la Casa del Sol I y II, la Casa de la Zorra y Malefatón en Alpera, Hoya Matea en Almansa, La Rambla del Charco de El Bonillo y Lechina en Munera, nos muestran las pautas comunes entre ellas.

En todas ellas se aprecian las plantas de las casas que forman la alquería, una estructura cuadrangular que en su interior se organiza mediante un espacio abierto a modo de patio que ocupa dos tercios del recinto, y una o dos alas de estancias rectangulares con un vano cada una de ellas, en ocasiones interconectadas entre sí. Los vanos se abren al sur y la traseña de las estancias se orienta al norte o noroeste para protegerse de los vientos dominantes. Se agrupan de forma longitudinal, dejando espacios a modo de calles, creando agrupaciones a modo de barriadas. En algunos casos, como Los Villares de El Bachiller (Chinchilla) y La Graja (Higuera) parece que existe un muro o cerca exterior y algunos edificios parecen tener un uso o significación singular, por su emplazamiento respecto al resto, tipología y orientación, como se aprecia en La Toyosa de Chinchilla y La Graja (Higuera) (SIMÓN, 2011a).

Todas las alquerías se encuentran en la actualidad cerca o junto a las tierras de cultivo, hecho que pudo no ser así durante la Edad Media, pues un gran número, especialmente en el sector oriental de la provincia, se emplazan en las proximidades de lo que posteriormente será la Cañada de los Serranos, vía que al parecer ya era empleada en época islámica, quizás en trayectos más locales o comarcales, pero claramente relacionado con las necesidades de pastos a lo largo de las diferentes estaciones del año.

BIBLIOGRAFÍA

- BAZZANA, A., CRESSIER, P. y GUICHARD, P. 1988: *Les châteaux ruraux d'al-andalus. Histoire et archéologie des Husun du sud-est de l'Espagne*. Publications de la Casa de Velázquez. Série archéologie XI.
- GUTIÉRREZ LLORET, S. 1996: *La Cora de Tudmîr de la antigüedad tardía al mundo islámico. Poblamiento y cultura material*, Madrid-Alicante.
- NAVARRO PALAZÓN, J. y ROBLES FERNÁNDEZ, A. 1996: *Liétor. Formas de vida rural en sarg al-Andalus a través de una ocultación de los siglos X-XI*, Murcia.
- NAVARRO ROMERO, C. 1995: "El Inacyil de Liétor (Albacete): un sistema de terrazas irrigadas de origen andalusí en funcionamiento". *I Congreso de Arqueología Peninsular*, Oporto, pp. 365-378
- PEINADO, Z., FERNÁNDEZ, A. y AGUSTÍN, L., 2014: Combinación de fotogrametría terrestre y aérea de bajo coste: el levantamiento tridimensional de la iglesia de San Miguel de Ágreda (Soria), *Virtual Archaeology Review*, vol. 5, núm. 10, pp. 51-58.
- SIMÓN GARCÍA, J.L. 2002: "Estructuras defensivas medievales en el corredor de Almansa (Albacete)". *II Congreso de Historia de Albacete*. Vol. II Edad Media. Instituto de Estudios Albacetentes, Albacete, pp. 31-42.
- SIMÓN GARCÍA, J.L. 2011a: "El poblamiento islámico en el Corredor de Almansa y en las tierras de Montearagón: los andalusíes olvidados". *XVI Jornadas de Estudios Locales*, 2010, Almansa, pp. 167-266.
- SIMÓN GARCÍA, J.L. 2011b: *Castillos y Torres de Albacete*, IEA. nº 200, Albacete.
- SIMÓN GARCÍA, J.L. 2013: "Del hisn al-Karas al castrum de Alcaraz: una aproximación desde la arqueología". *Alcaraz: del Islam al concejo castellano*, Albacete, pp. 55-76.
- SIMÓN GARCÍA, J.L. 2014a: "El poblamiento islámico de las tierras de Alcalá del Júcar (siglos VIII al XIII). *Alcalá del Júcar: piedra, tierra, agua y sus gentes*. I.E.A. Albacete, pp. 53-84.
- SIMÓN GARCÍA, J.L. 2014b: "El poblamiento islámico en Albacete. Las alquerías andalusíes del Villar de Hoya Honda y la Graja (Higueruela, Albacete)", *Al Basit* 59, pp. 191-252.
- SIMÓN GARCÍA, J.L. 2016: "El poblamiento islámico en Albacete: alquerías y castillos". *Actas de la I reunión científica de arqueología de Albacete*. Instituto de Estudios Albacetentes, Albacete, pp. 659-682.
- SIMÓN GARCÍA, J.L. e.p. "El poblamiento islámico en Villamalea y la margen derecha del Cabriel (Albacete), Instituto de Estudios Albacetentes, Albacete.
- SIMÓN GARCÍA, J.L. y HERNÁNDEZ CARRIÓN, E. 2013: "Trashumancia y arquitectura de piedra en seco en Albacete", *Zahora*, 57, pp. 67-89.
- SIMÓN GARCÍA, J.L. y HERNÁNDEZ CARRIÓN, E. 2015: *Ciudades perdidas/Ciudades encontradas: El Santo de Alcaraz*. *Zahora* 62. Albacete.
- SIMÓN GARCÍA, J.L. y SEGURA HERRERO, G. 2011: "El poblamiento tardoantiguo y emiral en la Sierra de Alcaraz", *Antigüedad y Cristianismo XXVIII*, pp. 327-353
- RUIZ, J.A., GALLEGO, D., PEÑA, C., MOLERO, J.M. y GÓMEZ, A., 2015: "Fotogrametría aérea por drones en yacimientos con grandes estructuras. Propuesta metodológica y aplicación práctica en los castillos medievales del Campo de Montiel", *Virtual Archaeology Review*, vol. 6, núm. 13, Valencia, pp. 5-19.
- SEGURA, N, PAREDES, E.A. y BUSQUIER, J.D., 2016, "Fotogrametría aérea y terrestre para la documentación. 3D del Castillo de Barxell (Alcoi, Alicante, España)". *Proceedings of the 8th International Congress on Archaeology, Computer Graphics, Cultural Heritage and Innovation 'ARQUEOLÓGICA 2.0'*, Valencia, pp. 388-391.

EL EMPLEO DE LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS COMO HERRAMIENTA MULTIDISCIPLINAR EN EL MUSEO PALEONTOLÓGICO DE ELCHE

Ainara Aberasturi Rodríguez¹

Ignacio Fierro Bandera²

Daniel Vidal³

José Manuel Marín Ferrer⁴

1. Fundación Cidaris-Museo Paleontológico de Elche
ainara@cidarismpe.org

2. GeaLand Patrimonio

3. Grupo de Biología Evolutiva de la UNED

4. Fundación Cidaris-Museo Paleontológico de Elche

1. INTRODUCCIÓN

El patrimonio, en su sentido más amplio, ha encontrado en los últimos años una gran herramienta que facilita acciones encaminadas a su investigación, conservación y divulgación y que se encuentra ligada al empleo de las nuevas tecnologías.

En el ámbito de la paleontología, el uso de fósiles originales para una exposición, en actividades didácticas o para préstamo entre instituciones no siempre es posible. Los fósiles pueden ser escasos, no accesibles o delicados, por ello es habitual utilizar una réplica física de los mismos que facilita de manera considerable el trabajo a los investigadores o museos (ARRIBAS, 2004).

Las técnicas más habituales hasta hace poco tiempo para la obtención de réplicas era la realización de un molde, generalmente de silicona o productos afines. Mediante estas técnicas existe un contacto directo de los productos con los fósiles y los moldes realizados tienen una durabilidad limitada. Sin embargo, con el uso del modelado en 3D se evita ese contacto, minorizando los posibles riesgos de deterioro de los bienes y permitiendo obtener modelos que pueden ser incorporados a las bases de los museos y emplearlos cuantas veces sean necesarios. Así, si bien las réplicas paleontológicas en 3D ya son empleadas desde la década de 1980, es en la última década del siglo XX cuando han experimentado un avance considerable, fundamentalmente en el campo de los vertebrados, tanto en yacimientos como sobre materiales muebles (DAR- DON *et alii*, 2010), en parte debido al abaratamiento en las técnicas.

El Museo Paleontológico de Elche (MUPE), gestionado por la Fundación Cidaris, trabaja en el ámbito del patrimonio paleontológico y desde hace seis años ha incorporado el uso de la tecnología 3D para el desarrollo de tres proyectos de investiga-

ción, conservación y difusión.

2. EL MUPE: ÚNICO EN SU ESPECIE

El MUPE abrió sus puertas en el año 2004 y desde entonces se ha convertido en un referente al ser el único museo de Paleontología de toda la provincia que desarrolla importantes proyectos de investigación (FIERRO, 2008), conservación (ABERASTURI y FIERRO, 2005) y difusión del patrimonio geológico y paleontológico, tres pilares básicos sobre los que se sustenta todo museo.

El MUPE es un museo de titularidad privada, gestionado por la Fundación Cidaris y perteneciente a la Red de Museos de la Comunidad Valenciana, que alberga cerca de 60000 fósiles. Además, posee un excelente fondo de 7000 ejemplares minerales y 5000 conchas actuales de primer orden, contando con un edificio, propiedad del Ayuntamiento de Elche, separado en dos plantas dedicadas a la Paleontología, con aulario, almacén, biblioteca y laboratorio de preparación fósil (ABERASTURI *et alii*, 2014).

El museo se encuentra inmerso desde hace diez años en un ambicioso proyecto de comunicación y difusión de la Paleontología que recibió el nombre de "Proyecto didacPAL". Dicho proyecto tenía como principal objetivo diseñar y desarrollar talleres junto a otro tipo de actividades (conferencias, noches temáticas...), encaminadas en un principio a la comunidad escolar y tomando como base los contenidos del museo y sus colecciones. Desde entonces, didacPAL se ha ido afianzando y a lo largo de estos años el proyecto se ha ampliado, llegando a todos los sectores de la sociedad e intentando difundir el extenso marco de las Ciencias de la Tierra, aspecto que ha permitido que el museo haya sido incorporado en la plataforma de "Museos+sociales" del Ministerio de Edu-

cación, Cultura y Deporte y que haya sido reconocido por la Fundación *Design for all* como “Buena práctica 2016”.

3. MATERIALES Y MÉTODOS, TECNOLOGÍAS APLICADAS

Son tres los proyectos en los que se han empleado las nuevas tecnologías y cuyos resultados han sido utilizados con diferentes objetivos:

LAS MANOS QUE VEN

Entre los objetivos e intereses del Proyecto didacPAL se incluye la atención a la diversidad y a las personas con necesidades educativas especiales. Así, en el 2011 se inició un proyecto basado en el uso de réplicas en 3D destinado a la realización de actividades didácticas con personas con ceguera o con restos de visión parcial, potenciando el acercamiento de este colectivo a las ciencias de la Tierra y favoreciendo a su vez un turismo accesible (ABERASTURI *et alii* 2014).

Bajo la denominación de “Las manos que ven” surgía en el museo la primera iniciativa de estas características en un museo ilicitano. En colaboración con la ONCE se seleccionaron 8 fósiles que por su morfología y características resultaban más fácilmente identificables y se realizaron réplicas mediante digitalización 3D.

Estas, se encuentran dispuestas a lo largo de las salas expositivas en vitrinas específicas, acompañadas de texto en *braille*, ofreciendo la posibilidad de acercarse mediante una experiencia táctil alguno de los fósiles más representativos que se encuentran en las vitrinas del museo. Además, se realizan visitas guiadas y talleres de excavación e identificación mineral adaptadas para este colectivo.

La técnica utilizada para la obtención de las réplicas se basó en el empleo de luz blanca estructurada (figura 1) gracias a un convenio de colaboración con la Funda-

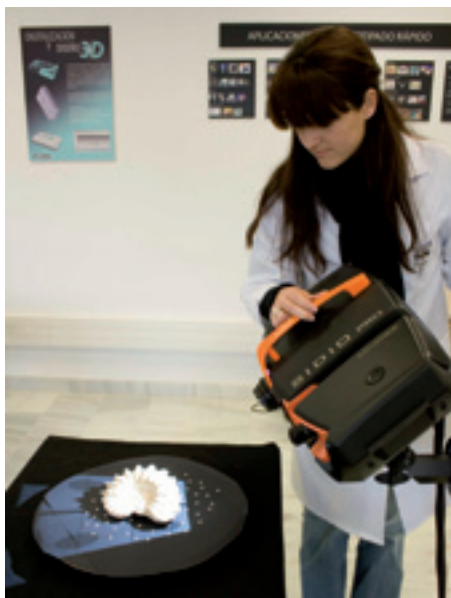


Figura 1. Proceso de digitalización mediante luz blanca estructurada.

ción Andaluza de Imagen, Color y Óptica (FAICO).

Como paso previo y una vez colocados los fósiles en una base para su digitalización fue necesario evitar zonas de sombra, ya que al emplear luz blanca no se consigue información en aquellas zonas cuyo color sea negro.

La consecución de la malla de puntos se obtuvo a partir de la proyección de franjas luminosas blancas y negras secuenciadas y la toma de imágenes de la superficie. Como resultado se obtiene una nube de puntos que posteriormente es unida en una única malla mediante un proceso de triangulación.

Las nubes de puntos exportadas desde el software de adquisición de información tridimensional, Triple v.2.1, se post-procesaron en el software de tratamiento de datos, Polyworks v11, y tras ello se obtuvieron los modelos tridimensionales.

Con estos datos se procedió a obtener la copia física de cada uno de los modelos virtuales mediante un prototipado rápido basado en la impresión 3D en una impresora ProJet™HD3000.

El material de construcción empleado fue el VisiJet® HR200 y como material de soporte VisiJet® S100, material de cara soluble. La eliminación del material soporte se realizó por calor, pasando a estado líquido este material y manteniendo en estado sólido y perfectamente curado, el material constructivo.

El resultado obtenido fueron ocho réplicas con un alto detalle de calidad y no tóxicas para su manipulación, disponibles para todos los visitantes del museo.

FOPALI-EL PORQUET

La digitalización 3D también ha sido empleada en un bien inmueble, concretamente en uno de los yacimientos paleontológicos más importantes de la provincia de Alicante como es "El Porquet", un yacimiento con huellas de mamíferos de hace aproximadamente 5'5 millones de años.

En el año 1990, fruto de un hallazgo casual en una cantera abandonada, se localiza el yacimiento paleontológico actualmente conocido como "El Porquet 1", en la Sierra de Los Colmenares, a escasa distancia del centro urbano de Alicante. Poco después, investigadores de la Universidad de Alicante (LANCIS y ESTÉVEZ, 1992) consultados por el Ayuntamiento de la ciudad, realizaron el primer estudio preliminar del yacimiento que permitió determinar la existencia de un rastro de oso compuesto por seis icnitas y dos rastros atribuidos inicialmente a équidos, así como abundantes pisadas de aves.

El Museo Paleontológico de Elche (MUPE) - Fundación Cidarís, en colaboración con el Patronato de Cultura del Ayuntamiento de Alicante (COPHIAM), la Fundación Andaluza para la Imagen, el Color y la Óptica (FAICO) y el Departamento de Ciencias de la Tierra y del Medio Ambiente de la Universidad de Alicante abordaron la primera intervención paleontológica sistemática en el yacimiento a lo largo de junio de 2011.

Los principales objetivos que se plantea-

ron durante la intervención consistían en documentar el estado de conservación del yacimiento, recuperar nueva información paleobiológica en un sector hasta ahora no estudiado –comprobando el potencial y extensión del yacimiento– y establecer una estrategia para la gestión del sitio de cara al futuro.

La excavación sistemática realizada en el yacimiento "El Porquet 1" permitió documentar una extensión aproximada de 80 m², ampliando de esta manera el conocimiento del mismo y poniendo de manifiesto un número importante de huellas y rastros de mamíferos hasta ahora no conocidas, un total de 96, alguna de ellas asociadas a 7 rastros diferentes (FIERRO *et alii*, 2014) y con una dirección común, que es aproximadamente paralela a la línea de costa durante el Mioceno-Plioceno. Sin embargo, el sentido de la marcha es opuesta en diferentes casos.

Durante los trabajos de excavación, además de las técnicas habituales de recuperación de información y documentación como son la toma de fotografías o la realización de un dibujo de la superficie excavada, se realizó un escaneo del yacimiento (figura 2).

El sistema empleado se basó en la captura de múltiples puntos de la superficie escaneada mediante láser, los cuales se combinan con imágenes georreferenciadas a color y a partir de ahí se obtiene el modelo tridimensional.

Con el modelo tridimensional se realizó una réplica que es empleada fundamentalmente en jornadas de formación en el museo (figura 3) y talleres didácticos.

PALDE-SPINOPHOROSAURUS

Uno de los proyectos más ambiciosos del museo es el Proyecto PALDES, un proyecto de paleontología y desarrollo llevado a cabo en Níger y que entre los resultados obtenidos se encuentra la definición de un nuevo género y especie de dinosaurio:

Figura 2.
Superficie excavada
con la instalación del
láser escáner durante la
investigación del yacimiento
en junio de 2011.



Spinophorosaurus nigerensis. Actualmente, el ejemplar se encuentra depositado temporalmente en las instalaciones del MUPE y se está empleando la fotogrametría digital para obtener modelos tridimensionales a partir de fotografías estereoscópicas. Con todo, se están obteniendo fósiles virtuales precisos que complementan el registro descriptivo y fotográfico, minimizando al máximo el riesgo de daño sobre el ejemplar tipo original tanto de cara a su exposición como estudio. Las reconstrucciones virtuales están permitiendo desarrollar análisis biomecánicos que de otra manera no serían posibles y disponer de archivos que pueden ser impresos en 3D a cualquier escala.

Spinophorosaurus nigerensis es un dinosaurio saurópodo (cuello y cola larga) que fue definido en el 2009 como nuevo género y especie (REMES et alii 2009), siendo uno de los saurópodos más primitivos y completos del mundo conocido hasta la fecha.

Actualmente se está trabajando en una descripción detallada del ejemplar y al tratarse de un ejemplar tan completo lo hace ideal para el análisis de su biomecánica, para la cual se están empleando técnicas de digitalización, concretamente fotogrametría que consiste en la superposición de imágenes que permiten calcular la profundidad a partir de puntos homólogos.

Para obtener el modelo de *Spinophorosaurus* se está empleando el software comercial Agisoft Photoscan, si bien, existen

más de 40 programas informáticos en los que a partir de fotografías se generan modelos tridimensionales (MALLISON-WINGS, 2014)

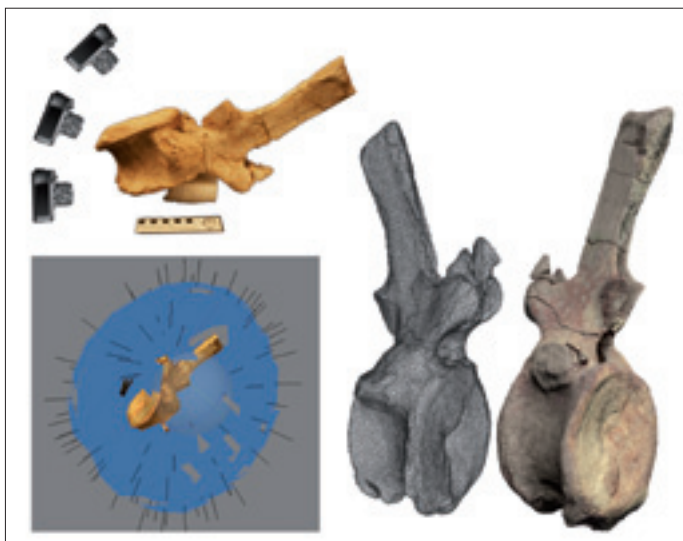
El protocolo seguido es sencillo (figura 4), cada una de las piezas a digitalizar se dispone en una peana giratoria, con un fondo negro y una escala, iluminación con difusor y cámara fija. En un primer barrido, separando la peana en 12 partes iguales, se toman fotografías a tres alturas (20, 45 y 70 grados de inclinación de la cámara respecto del elemento a digitalizar). En un segundo barrido se fotografía de la misma manera la superficie que está apoyada en la base durante el primer barrido.

Las imágenes son cargadas en el software anteriormente mencionado, eliminando el fondo de color negro y se procede a un primer alineamiento para inicialmente obtener una nube de puntos poco densa y en un segundo paso obtener la nube más



Figura 3
Detalle de la
réplica obtenida
del yacimiento
"El Porquet 1".
Además de
interés científico
la réplica se
utiliza con fines
divulgativos y
didácticos.

Figura 4.
Proceso de digitalización
de una vértebra de
Spinophorosaurus.



densa. A partir de esta última se calcula la malla poligonal de alta resolución y se aplica una textura fotorrealista. Con todo se obtiene el elemento virtual. A partir de aquí se está trabajando en los modelos tridimensionales para realizar análisis biomecánicos, a esto y teniendo en cuenta cómo sería el animal en vida se han reconstruido los huesos faltantes y se han restaurado las deformaciones, con Geomagic Studio, Blender y Meshlab.

4. CONCLUSIONES

El uso de las nuevas tecnologías está permitiendo el desarrollo de una paleontología virtual que ha experimentado un gran avance en los últimos años, pasando a formar parte de un apoyo a la metodología tradicional de investigación, conservación y divulgación del patrimonio geológico y paleontológico.

Los errores de escalado detectados en los modelos tridimensionales obtenidos mediante fotogrametría, son prácticamente los mismos que pueden existir si medimos un hueso con un calibre y si se compara con la digitalización mediante láser (FALKINGHAM *et alii* 2014), de manera que pueden ser empleados perfectamente en investigación.

La obtención de colecciones paleontológicas virtuales permite su acceso a todos los investigadores, además de permitir análisis biomecánicos que de otra manera serían imposible llevar a cabo, o estudiar estructuras internas como el oído a partir de modelos obtenidos por TAC (KNOLL *et alii* 2012).

El patrimonio paleontológico es un patrimonio frágil. Si tenemos en cuenta los fósiles dispuestos en los museos, estos requieren de seguimientos periódicos de conservación que aseguren su permanencia en el tiempo ya que los cambios de temperatura y humedad fundamentalmente en los almacenes o salas de exposición pueden provocar daños irreparables, tanto en los minerales como en productos empleados en la preparación. Asimismo, las revisiones de las colecciones por parte de investigadores pueden conllevar alguna rotura. De manera que el empleo de modelos 3D para el caso de elementos muy importantes como puede ser el caso de holotipos favorece su conservación.

En el caso de las icnitas, el empleo de siliconas y otros productos, se están viendo sustituidos, sin necesidad de inferir con la superficie del yacimiento. Además, se da la circunstancia que la ubicación de determinados yacimientos como el caso por ejemplo de la playa de la Griega (Asturias)

donde las huellas están siendo barridas continuamente por el oleaje, la digitalización 3D viene a asegurar la conservación de la información en el caso de la destrucción del yacimiento.

Con respecto a la difusión, tanto en exposición como apoyo en la realización de materiales didácticos resultan ser un

complemento extraordinario, más aún cuando existen técnicas sencillas y asequibles como la fotogrametría.

El empleo de las nuevas tecnologías en el ámbito del MUPE está permitiendo una mejora para la investigación, conservación y difusión del patrimonio paleontológico que alberga.

BIBLIOGRAFÍA

- ABERASTURI, A., SÁNCHEZ, E.J., FIERRO, I., MARÍN, J.M. y NAVARRO, J., 2014: "El proyecto didáctico del Museo Paleontológico de Elche: didacPAL", en SANZ, ZAMALLOA, USKOLA y APRAIZ, XVIII *Simposio sobre la enseñanza de la geología*, Bilbao, pp. 165-174.
- ARRIBAS, A. B., 2004: "Nuevos registros paleontológicos de grandes mamíferos en la Cuenca de Guadix-Baza (Granada), aportaciones del proyecto Fonelas al conocimiento sobre las Faunas continentales del Plioceno-Pleistoceno europeo", *Boletín Geológico y Minero*, 567-582.
- CARACUEL, J.E., CARDENAL Y DELGADO, J., 2002: "Aplicaciones fotogramétricas digitales en el análisis morfométrico de fósiles", *Boletín Geológico y Minero*, 113 (1), pp. 85-95.
- CUNNINGHAM, J.A., RAHMAN, I.A., LAUTENSCHLAGER, S., RAYFIELD, E.J. y DONOGHUE P.C., 2014: "A virtual world of paleontology", *Trends in ecology & evolution*, 29 (6), pp. 347-357.
- DARDON, U., DE SOUZA, R. S., ABRANCHES, C. T. S. y BERGQVIST, L. P., 2010: "Modelagem 3D e suas aplicações na pesquisa paleontológica", *Gaea-Journal of Geoscience*, 6(2), pp. 76-89.
- FIERRO, I., ABERASTURI, A., CORBÍ, H., MARÍN, J.M., ESTÉVEZ, A., LANCIS, C., SORIA, J.M. y ROSSER, P., 2014: "Resultados de la primera excavación sistemática en el yacimiento de icnitas "El Porquet 1", Mioceno superior-Plioceno, Alicante (España)", en ROYO TORRES, R., VERDÚ, F.J. y ALCALÁ, L., 2014: XXX *Jornadas de la Sociedad Española de Paleontología*, 24, Teruel, pp. 107-109.
- FALKINGHAM, P.L., BATES, K.T. y FARLOW, J.O., 2014: "Historical photogrammetry: Bird's Paluxy River Dinosaur Chase Sequence Digitally reconstructed as it was prior to excavation 70 years ago", *Plos One*, 9 (4).
- KNOLL, F., WITMER, L.M., ORTEGA, F., RIDGELY, R.C. y SCHWARZ-WINGS, D., 2012: "The braincase of the basal dinosaur Spinophorosaurus and 3D reconstructions of the cranial endocast and inner ear", *Plos One*, 7 (1).
- MALLISON, H., WINGS, O., 2014: "Photogrammetry in paleontology", *Journal of Paleontological Techniques*, 12, pp. 1-31.

RECURSOS VIRTUALES PARA MOSTRAR EL PATRIMONIO ARQUEOLÓGICO Y MONUMENTAL DE PETRER (ALICANTE)

Fernando E. Tintero Fernández¹
Eloi Poveda Hernández²

1. Museo Arqueológico y Etnológico Dámaso Navarro
Ayuntamiento de Petrer
museo@petrer.es

2. Arqueólogo profesional y especialista en virtualización del patrimonio

1. LAS TIC EN LOS MUSEOS

Desde la década de los noventa del siglo pasado se ha producido un desarrollo espectacular en el ámbito informático y de la tecnología audiovisual, lo que ha supuesto una renovación importante a la hora de suministrar la información a los usuarios empleando la tecnología de la información y la comunicación (TIC) (Santacana y Hernández, s. f.). Esta tendencia no iba a ser ajena al hablar de los museos, ya que a los visitantes se les ofrece (y demandan) nuevos recursos con los que hacer más comprensibles y atractivos los contenidos de los museos.

Es indudable que estamos inmersos en la era digital en la que los avances tecnológicos no dejan de sorprendernos, con el aliciente de que este desarrollo se aplica a los más diversos sectores de nuestra sociedad (comunicaciones, sanidad, educación, consumo, entretenimiento) y que se van incorporando a nuestro día a día intentando mejorar nuestra percepción de la realidad. Los más jóvenes están acostumbrados a recibir constantemente todo tipo de información y recursos escritos, visuales o musicales a través de diversos soportes tecnológicos al alcance de todos como son los smartphones y tablets, gafas de VR, videomapping, ordenadores o videoconsolas.

Todos estos elementos, aplicados al ámbito museístico, son un medio, cada vez menos novedoso -y entendido actualmente como habitual-, con el que transmitir y divulgar los contenidos históricos, teniendo sus pros y sus contras.

En el primer caso el uso de las tecnologías de la comunicación permite el reforzamiento de los objetivos previstos en el discurso museológico. Lo novedoso radica en que esos recursos tecnológicos ayudan a superar esa barrera tradicional de exposición estática de las co-

lecciones museográficas, mejorando su interpretación histórico-funcional, convirtiéndolas en verdaderas experiencias de conocimiento sensitivo que ayudan a transformar al clásico visitante pasivo y contemplativo en una nueva generación de público activo y participativo (AZUAR, 2005: 47-56).

Por el contrario, el uso de las TIC también ha generado ciertas reticencias, sobre todo en el ámbito educativo, al indicar que pueden generar distracciones como pueden ser: el uso excesivo de internet con sus contenidos inabarcables y, en ocasiones, poco rigurosos; los procesos de aprendizaje se pueden volver impersonales al centrarse en los recursos tecnológicos; o que la capacidad crítica de la persona se vea mermada porque prácticamente todas las respuestas están en la red (Universidad de Yacambú, 2015).

2. EL MUSEO DÁMASO NAVARRO Y EL PATRIMONIO HISTÓRICO PETRE-RENSE

El museo es el encargado de investigar, conservar y divulgar el patrimonio histórico petrerense desde el ámbito municipal y también de promover la aplicación de las nuevas tecnologías y conseguir implicar al visitante en la historia que rodea a los monumentos, yacimientos y piezas arqueológicas conservadas a través del empleo de una serie de recursos cada vez más usuales en el campo patrimonial (fotogrametría, impresión 3D, códigos QR, vistas 360º, etc.).

Dada la naturaleza de los bienes patrimoniales culturales, muchos de ellos frágiles y con un alto grado de deterioro, entre otras características, en la digitalización de los mismos solo se pueden emplear tecnologías no invasivas ni destructivas que aseguren su integridad e inalterabilidad. Es por ello que están cobrando cada vez mayor importancia las tecnologías

de digitalización 3D basadas en técnicas ópticas como la fotogrametría digital y el escáner láser (DÍAZ *et alii*, 2015: 30). Los modelos 3D que se generan con estos sistemas son el inicio de una gran variedad de aplicaciones, entre las que destaca la visualización 3D que permite manipular desde piezas pequeñas hasta monumentos, comprobando el detalle que se consigue con esta técnica. La generación de modelos digitales facilita gestionar la información de una forma más completa, pudiendo facilitar el trabajo en diferentes ámbitos como la investigación, restauración, gestión y difusión del patrimonio histórico.

En este contexto, en el año 2015 se incorporó a la beca de formación del Museo Dámaso Navarro el arqueólogo y especialista en virtualización del patrimonio Eloi Poveda, lo que supuso una oportunidad para poder poner en práctica los recursos tecnológicos aplicados al patrimonio y al ámbito de los museos que se están generalizando en las últimas décadas.

Para ello, la técnica de virtualización del patrimonio que ha sido más utilizada aplicada al patrimonio petrerense ha sido la fotogrametría digital, una técnica que consiste en la generación semiautomática de modelos tridimensionales a través de fotografías digitales (POVEDA, 2015: 123). Con esta técnica se han podido documentar virtualmente varias piezas arqueológicas singulares de diversa cronología que forman parte de la exposición

permanente del museo como son:

- un exvoto ibérico prácticamente completo, al que le falta únicamente los dos antebrazos, realizado en bronce y datado entre los siglos IV al III a. C. (ABAD, 1995).
- un fragmento de molde de lucerna de disco del tipo Dressel 18 o 19, concretamente de la mitad superior, procedente del complejo alfarero de Villa Petraría y con una datación fechada entre el del siglo I d. C. y comienzos del siglo III d. C. (GARCÍA, 2016).
- un candil de piquera prácticamente completo procedente de la alquería andalusí de Puça y datado en el siglo XII, siendo donado por la persona que lo encontró en el año 2015 (Museo Dámaso Navarro) (figura 1).
- un fragmento del cuello de una jarra islámica con decoración esgrafiada con motivos epigráficos (primera mitad del siglo XIII) y que se recuperó durante las excavaciones realizadas en el castillo de Petrer a finales de la década de los ochenta del siglo pasado.
- un fragmento del cuerpo de una tinaja con decoración epigráfica con escritura cúfica, de mediados del siglo XIII, también recuperado de manera casual y donado al museo por el descubridor.

El registro, como se ha indicado, ha consistido en elegir unas piezas representativas de distintos periodos históricos de la arqueología petrelense y fotografiarlas mediante un estudio fotográfico portátil (Museo Dámaso Navarro) (figura 2). Debi-



Figura 1.
Representación en 3D de un candil de piquera de Puça (Petrer).

do al reducido tamaño de las mismas, se ha empleado un croma para poder post-procesar las imágenes y facilitar al software Agisoft Photoscan la generación de los modelos 3D.

Esta digitalización se ha realizado con un doble sentido: por un lado al disponer de las piezas en 3D hemos podido realizar reproducciones exactas con una impresora 3D; y por otro podemos disponer de una selección de piezas virtuales en la web Sketchfab y en el blog del museo¹, accesibles a todo el mundo desde internet.

La virtualización de estos objetos nos ofrece múltiples posibilidades, tales como adaptar esos modelos 3D a la propia didáctica del museo y utilizarlo como recurso en exposiciones, actividades y en el propio discurso museográfico, todo ello añadiendo otro punto de vista para los estudiantes o para los visitantes que deseen conocer la cultura material de las sociedades que han habitado en Petrer.

Los restos inmuebles que se han documentado con la fotogrametría digital corresponden a una balsa de opus signinum que pertenecía a la villa romana altoimperial de Caprala y el recién restaurado horno romano para la cocción de material de construcción de Villa Petraría, situada en el subsuelo del centro histórico de Petrer.

El objetivo de estas digitalizaciones, como hemos indicado a lo largo del artículo, no es otro que difundir y divulgar el patrimonio arqueológico mediante todas las posibilidades que esta herramienta puede aportar. La digitalización de estos bienes permite un acercamiento total a los restos de forma que se pueden aplicar sobre ellos numerosas técnicas sin que peligre su integridad. La fotogrametría, una vez ha generado el modelo en 3D, va a ofrecernos la posibilidad de llevar a cabo diferentes análisis científicos para ayudarnos a mejorar la comprensión y el estudio del



Figura 2. Proceso de fotografía del candil en el estudio fotográfico portátil.

mismo, como la obtención de ortofotos escaladas con las que poder registrar a la perfección el bien. La ortofoto debe ser un complemento al dibujo arqueológico ya que proporciona una base documental objetiva, revisable y abierta a futuras reinterpretaciones, obteniéndose el detalle y la precisión necesaria (CHARQUERO, 2016: 147).

Atendiendo al ejemplo del horno romano, datado entre los siglos II y III d. C., esta técnica ha permitido un registro arqueológico imposible de obtener mediante otras técnicas tradicionales, ya que ha generado un modelo 3D con el que poder aplicar numerosos análisis estructurales, restauraciones virtuales, animaciones, proyecciones de videomapping, impresiones 3D destinadas a la didáctica y otras tantas posibilidades (Poveda, 2015). Todo esto se entiende mejor teniendo en cuenta que el espacio donde se ubica el horno no es accesible a los visitantes al nivel de la estructura con el fin de protegerla, por ello se han de adoptar otras posibilidades, sobre todo en el ámbito de la didáctica (figura 3).

El caso de la balsa de Caprala es diferente, pero con los mismos objetivos. Se trata de una balsa romana datada entre la segunda mitad del siglo I y el siglo II d. C. que se localiza en una propiedad privada a varios kilómetros de la población y en

1. <<https://skfb.ly/669K9>> [Consulta: 30-05-2017] y <<http://museodamasonavarro.blogspot.com.es/p/prueba.html>> [Consulta: 5-06-2017]

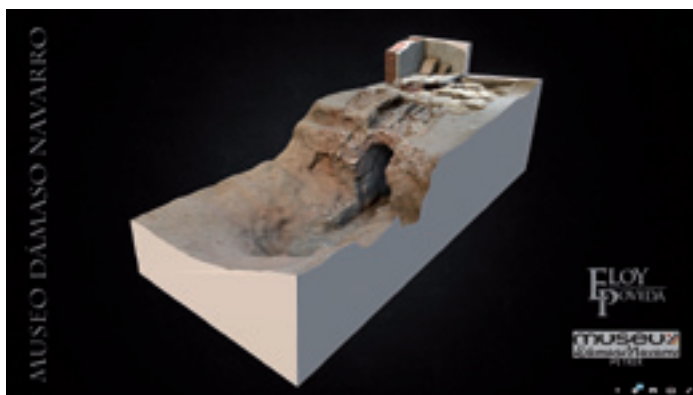


Figura 3.
Representación en 3D
del horno romano de Villa
Petraría.

un estado de conservación bastante precario. La problemática que presenta este resto arqueológico es obvia, por lo que su registro fotogramétrico ha permitido, en primer lugar, registrar la balsa con total precisión para poder realizar los estudios necesarios posteriores y, en segundo lugar, poder visitarse virtualmente a través de un visor web sin necesidad de ponerlo en peligro ni de acceder a una propiedad privada. Por otra parte, lo más importante es acercar este bien patrimonial desconocido para la mayoría de la gente con el fin de ponerlo en valor a través de las numerosas posibilidades anteriormente citadas.

Como podemos observar, la aplicación de la virtualización del patrimonio generalmente mejora la forma en la que percibimos la información que se nos ofrece como visitantes, incluso lo que es más importante, ayuda al arqueólogo, que va a poder trabajar con más recursos de los que anteriormente tenía a su alcance.

Otro recurso que se ha empleado ha sido el código QR (Quick Response code). A mitad del año 2015 se creó en el Museo Dámaso Navarro una vitrina en la que exponer piezas donadas por vecinos denominada "Todos hacemos el museo", dando importancia a ciertos materiales que se incorporaban a los fondos del mismo y a

los propios donantes. Con ello se hizo una primera vitrina con el candil anteriormente citado hallado en el yacimiento de Puça, en la que se expuso la pieza junto a un panel explicativo y un código QR mediante el cual el visitante podía acceder a su visualización en 3D en la web de Sketchfab². Mediante estos códigos QR se puede llevar a cabo un proyecto de Realidad Aumentada (AR), pudiendo ofrecer al visitante un complemento didáctico como es el poder tener en sus propias manos una diana que se escanea mediante un smartphone o una tablet y tras el reconocimiento del código se reproduce la pieza previamente digitalizada. También se pueden emplear los modelos para crear una aplicación de Realidad Virtual (VR), en la que el visitante pueda tener una experiencia inmersiva mediante unas gafas de realidad virtual.

En esta línea se busca captar la atención de los más jóvenes y así incentivar su relación con el patrimonio histórico que están visitando en el museo. Así, mediante el escaneo con su dispositivo del código situado en la vitrina del objeto en cuestión, pueda visualizarlo en 3D a la misma vez que lo tiene delante, pero sin necesidad de que éste corra peligro de rotura o degradación.

También con el código QR, cuando incluimos en la vitrina una romana para pesar

fechada en la segunda mitad del siglo XIX, hemos incluido un vídeo elaborado por el personal técnico del museo para explicar, a modo de tutorial, cómo se empleaba este elemento de precisión a la hora de pesar en libras, arrobas y kilogramos (Museo Dámaso Navarro).

Por último, también se ha empleado el código QR para mostrar en la vitrina de las donaciones el dirham de plata de Abd al-Rahman I (785/6), empleando otro recurso distinto al 3D del candil y al vídeo de la romana. En concreto incluimos un artículo científico en formato pdf elaborado por la profesora de la Universidad de Alicante Carolina Doménech, y los técnicos del Museo Dámaso Navarro, Fernando E. Tendero y Antonio Sánchez, explicando de modo amplio las características de la moneda hallada casualmente en las proximidades del núcleo urbano y su contexto histórico (DOMÉNECH *et alii*, 2016).

Otra posibilidad que nos ofrecen las nuevas tecnologías aplicadas al patrimonio es el empleo de visores web de modelos y escenas en 3D. Con el paso de los años han ido surgiendo nuevas plataformas online de visualización 3D en internet que podemos usar para difundir y divulgar los objetos y modelos virtualizados. En este sentido, una de las múltiples posibilidades es el poder realizar un museo virtual o una colección museográfica accesible a cualquier persona de forma online. Este tipo de museos parecen consolidarse como excelentes plataformas de difusión del patrimonio cultural, especialmente en países con pocos recursos o con dificultades para asumir la conservación y difusión de su patrimonio. Lo más llamativo de un museo virtual es que resulta posible visualizar en 3D algunas de las piezas, al mismo tiempo que exploramos sus detalles gracias a la inclusión de fotografías de alta resolución (LÓPEZ-MENCHERO *et alii*, 2014: 109-111).

De las piezas arqueológicas digitalizadas

del Museo Dámaso Navarro, han sido impresas tres de ellas mediante una impresora 3D Mankati Fullscale XT en ABS (Acrilonitrilo Butadieno Estireno), un material plástico relativamente barato y muy empleado en la impresión 3D por su definición y por la posibilidad que tiene de ser postprocesado para alisar las imperfecciones del modelo mediante vapor de acetona. Las piezas impresas a escala 1:1 han sido el exvoto ibérico, el candil de piqueta de la alquería de Puça y el fragmento de tinaja con decoración epigráfica, que ya han sido descritas anteriormente.

El motivo de la fabricación de estas impresiones ha sido totalmente didáctico, ofreciendo al visitante otro punto de vista de los objetos, más intuitivo y que lo acerca más a la cultura material. Con ello, la pieza original no corre ningún tipo de peligro y, además, por lo que puede ser utilizada en entornos educativos, incluso por invidentes. Otro de los usos que tradicionalmente se le han dado a estas reproducciones ha sido el de la restauración de partes perdidas, empleando materiales muy caros, pero gracias a las nuevas impresoras 3D de bajo coste se pueden imprimir fragmentos de piezas o monumentos, creando réplicas exactas e incorporarlas sin ningún problema (DE LA TORRE-CANTERO *et alii*, 2015: 429-446).

Si toda esta virtualización del patrimonio ha corrido a cargo del propio personal del museo, concretamente en la persona de E. Poveda, es la empresa Aerofoto 360³ la que se ofreció en el año 2014 para realizar una fotografía panorámica del principal monumento de la población: el castillo (figura 4). Contando con la autorización del Ayuntamiento, se dedicaron a fotografiar exhaustivamente todas las salas y espacios abiertos de la fortaleza, tanto al interior como al exterior, obteniendo una secuencia de fotografías inmersivas que con el tratamiento posterior digital se convirtieron en fotografías panorámicas

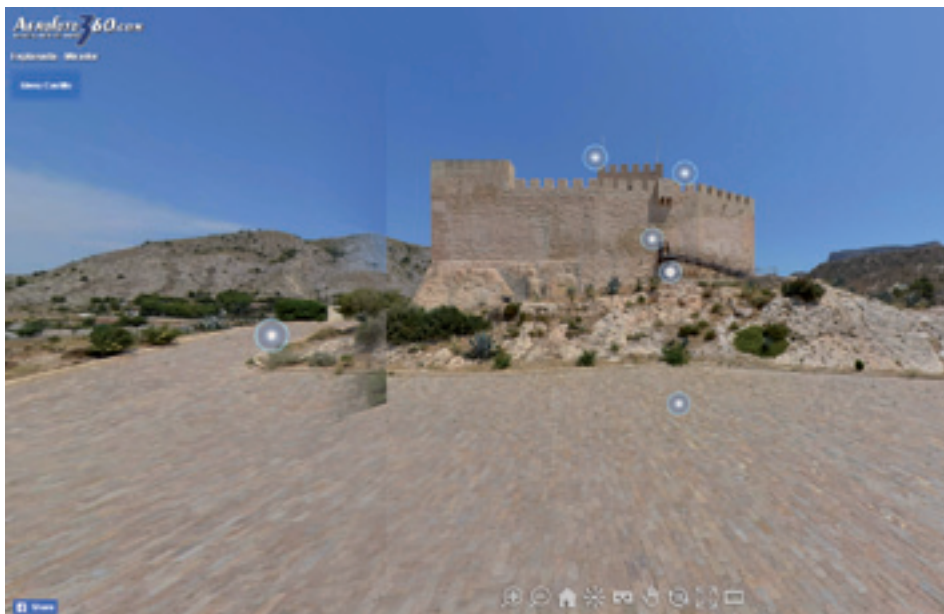


Figura 4. Fotografía en 360° del castillo de Petrer (Fuente: Aerofoto 360).

que permitían un giro de 360°. De este modo se pudo obtener una visión diferente del castillo con la que realizar una visita virtual, entrando en lugares como el calabozo donde están los grafitos de los presos del siglo XVI en donde habitualmente no se puede acceder.

Comprobando el buen resultado obtenido se realizó el mismo proceso con las casas-cueva de la muralla y con la planta de etnografía del Museo Dámaso Navarro, siendo espacios de difícil acceso -como ocurre con el castillo- y que permite que personas con dificultad motora puedan acceder a estos espacios monumentales y museográficos.

También en Petrer, directamente a través de la Mayordomía del Santísimo Cristo del Monte Calvario y la Mayordomía de San Bonifacio, Mártir, se realizó la vista panorámica de ambas ermitas, de construcción primigenia del siglo XVII y que han tenido ampliaciones en siglos posteriores, para poder conocer el interior de las mismas, ya que el horario de visita es reducido, y de este modo su acceso es total a cualquier hora y desde cualquier lugar.

Con todo esto no significa que con la vista infográfica ya no sea necesaria la visita al monumento, sino todo lo contrario, ya que pensamos que la experiencia real que supone la visita a estos lugares no se puede sustituir por la visita virtual. En todo caso es un recurso complementario muy interesante que refuerza el conocimiento y la apreciación de detalles que en una visita al uso, tal vez, pueden pasar desapercibidos.

3. VALORACIONES

Gracias a la virtualización de los diversos elementos del patrimonio mueble e inmueble llevada a cabo en Petrer en los últimos años hemos podido crear unos nuevos recursos de las piezas y monumentos que son más accesibles a todo tipo de público entrando en el blog del Museo Dámaso Navarro (museodamasonavarro.blogspot.com) o en futuros puntos de información colocados en el propio museo.

Si bien los recursos virtuales se realizaron con los propios recursos del museo y con la colaboración de la empresa externa, deberíamos de poder disponer de

una partida presupuestaria con el que seguir realizando virtualizaciones de otras piezas depositadas en el museo y los monumentos (en este caso para realizar la fotogrametría de los mismos), ya que ello permitiría poder visualizar el patrimonio petrelense a los visitantes y vecinos de una forma mucho más interactiva, haciéndolos partícipes de su manipulación al poder interactuar con estos elementos.

No obstante hay que tener en cuenta dos aspectos que consideramos básicos: el primero es que no se deben realizar grandes inversiones en materia tecnoló-

gica que puedan quedarse obsoletas en poco tiempo debido a lo rápido que avanza actualmente este campo. La tecnología debe estar adaptada a los cambios que puedan llevarse a cabo en un futuro y que no impliquen un gran gasto, es decir, que sea adaptable y reversible, sobre todo para un museo pequeño como el Dámaso Navarro. El segundo es incidir en el valor intrínseco que tienen las piezas arqueológicas originales y los propios monumentos que no pueden ser sustituidos por las virtualizaciones, siendo estas un buen instrumento para favorecer su interactividad.

BIBLIOGRAFÍA

- ABAD CASAL, L., 1995: "Un exvoto ibérico del valle del Vinalopó", *Festa*, pp. 19-20.
- AZUAR RUIZ, R., 2015: "El MARQ. La tecnología al servicio de la museografía", *MARQ, arqueología y museos*, 0, pp. 47-56.
- CHARQUERO BALLESTER, A., 2016: *Práctica y usos de la fotogrametría digital en arqueología*. <<http://rua.ua.es/dspace/handle/10045/59158>> [Consulta: 05-06-2017]
- DE LA TORRE-CANTERO, J. et alii, 2015: *Creación de réplicas de patrimonio escultórico mediante reconstrucción 3D e impresoras 3D de bajo coste para uso en entornos educativos*. <<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5355712>> [Consulta: 05-06-2017]
- DÍAZ GÓMEZ et alii, 2015: *Modelado 3D para la generación de patrimonio virtual*. <<https://polipapers.upv.es/index.php/var/article/view/4150/4278>> [Consulta: 05-06-2017]
- DOMÉNECH BELDA, C., TENDERO FERNÁNDEZ, F. E. y SÁNCHEZ VERDÚ, A., 2016: "Novedades sobre el pasado andalusí de Petrer. El hallazgo de un dírhama del emir omeya Abd al-Rahman I (785-6 d. C.)", *Festa*, pp. 12-15.
- GARCÍA BARRACHINA, A., 2016: "Nuevas evidencias de la producción de lucernas en el valle del Vinalopó: un molde procedente de Villa Petraria (Petrer, Alicante)", *MARQ, Arqueología y museos*, 7, pp. 67-72.
- LÓPEZ-MENCHERO et alii, 2014: *El museo virtual de los misteriosos Steccii*. <<https://polipapers.upv.es/index.php/var/article/view/4188/4348>> [Consulta: 05-06-2017]
- POVEDA HERNÁNDEZ, E., 2015: "Museología, didáctica y divulgación de Villa Petraria", en TENDERO FERNÁNDEZ, F. E., 2015: *Villa Petraria. Síntesis del pasado romano de Petrer (Alicante)*, Petrer, Ayuntamiento de Petrer, p. 123.

Recursos electrónicos

<<http://aerofoto360.com/>> [Consulta: 05-06-2017]

<<http://museodamasonavarro.blogspot.com.es/p/vitrina-donaciones.html>> [Consulta: 05-06-2017]

DEMOSTRADORES TECNOLÓGICOS EN EL MUSEO DE LA TELECOMUNICACIÓN VICENTE MIRALLES SEGARRA

Carmen Bachiller Martín¹

1. Museo de la Telecomunicación Vicente Miralles Segarra.
Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación.
Universitat Politècnica de Valencia.
mabacmar@dcom.upv.es

1. INTRODUCCIÓN

Los museos y los especialistas en la gestión de los mismos han comprobado como el perfil del público que acude a ellos ha cambiado. No se trata solo de un cambio generacional, sino que otros aspectos como la globalización o la implantación de las nuevas tecnologías han modificado nuestra conducta y modo de percibir la realidad, ya que en muchos casos, podemos tener acceso a ella gracias a la información que facilitan los medios digitales. Por lo que hoy en día la experiencia de lo real adquiere cuotas cada vez más altas de virtualidad. Esta sustitución de modelos no supone una cuestión excluyente, sino que favorece la transmisión de la cultura y la ciencia, entendida como registro de nuestra memoria colectiva. Desde sus orígenes hasta nuestros días los museos científicos continúan con la misma dinámica que propició su desarrollo: conservar y mostrar objetos de carácter extraordinario y fomentar el interés por la cultura científica entre los visitantes. Pero al estar en contacto con los avances tecnológicos este tipo de museos ha contado desde sus inicios con herramientas adicionales para mejorar la experiencia del visitante: al principio fue la edición de los catálogos como la hoja de sala que permitían acceder a sus contenidos registrados en publicaciones impresas, tanto por parte del público no especializado como por parte de los expertos. Estos inventarios editados generan un registro archivístico y documental de la muestra con un elevado grado de portabilidad. Poco a poco se incluyeron experimentos y guías didácticas que mejoraron la experiencia y contribuyeron a que el visitante pudiera interactuar con las piezas que observaba. El avance natural es que el visitante pueda obtener información portable, interactuar y experimentar con las piezas del museo esté o no en el mismo.

Por todo lo expuesto, consideramos que la tecnología digital permite activar otra serie de mecanismos para favorecer esa transmisión de conocimientos que se generan en los museos científicos. A priori, el componente lúdico actúa como un elemento que favorece esa comunicación entre institución y espectador, pero también intervienen otros aspectos como la interactividad, un incremento de los elementos visuales, desarrollo de tecnologías novedosas como la realidad aumentada o la realidad virtual y si añadimos el diseño de un hardware adaptado a las necesidades del museo, se puede favorecer la experiencia científica que ofrece.

2. CONTEXTO

El Museo de la Telecomunicación Vicente Miralles Segarra se encuentra en la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de la Universitat Politècnica de València. Este centro educativo lleva 28 años formando Ingenieros de Telecomunicación, siendo la Escuela decana de la Comunidad Valenciana y una de las más importantes de España.

Actualmente el centro cuenta con unos 1000 alumnos y 150 profesores. La actividad es tanto docente como investigadora, con un perfil claramente científico y tecnológico en el campo de las telecomunicaciones, incluyendo electrónica, tecnología fotónica, comunicaciones ópticas, telemática, procesamiento de señal, radiocomunicaciones. Hay que entender que la conservación del patrimonio tecnológico no constituye una prioridad para la institución, pero se ha hecho un notable esfuerzo durante los últimos 6 años por ordenar, catalogar, restaurar y aumentar la colección del Museo.

Figura 1.
El Museo se integra en el día a día de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Telecomunicación de la UPV.



3. LA COLECCIÓN

La colección está compuesta por más de 350 piezas de telecomunicación de finales del s. XIX, s. XX Y S.XXI, siendo la más importante de estas características de la Comunidad Valenciana. Se organiza en cinco áreas temáticas: Telegrafía, Telefonía, Equipos audiovisuales, Radio-comunicaciones e Instrumentación. Además cuenta con objetos relacionados de alguna manera con el mundo de la telecomunicación y con una Biblioteca donde existen libros, grabados, apuntes, revistas y material diverso.

El Museo se ubica en el mismo edificio de la ETSIT, compartiendo espacio con la docencia y la investigación. La exposición permanente presenta un recorrido por ámbito y cronológico, con más de 200 piezas expuestas en 38 vitrinas adecuadas al contenido.

Además el personal del Museo se ha dedicado a dotar de una amplia documentación a la misma: carteles de vitrina y de pieza, escaneado de libros antiguos, el catálogo de la colección, publicaciones, folletos, vídeos, guías didácticas y por supuesto una amplia página web amplían e ilustran la visita. (figura 1)

4. EL PROYECTO

El objetivo del proyecto fue el desarrollo de una aplicación de Smartphone que permitiera a los jóvenes acercarse a la tecnología de las telecomunicaciones a través de los objetos que propiciaron el desarrollo de las mismas. Este proyecto contempla varios propósitos: enriquecimiento de la visita al museo, aumento de la interactividad con el visitante y búsqueda de nuevos lenguajes de comunicación, en particular con el público joven.

Hasta ahora se ha desarrollado parte de la aplicación que integra información audiovisual e interactiva en un recorrido dual por la historia de las telecomunicaciones y por el Museo. Los módulos o subproyectos que se han desarrollado son 3:

- Aplicaciones de audio en la nube (Audio-on-the-Cloud)
- Realidad aumentada
- Visita virtual del Museo de la Telecomunicación Vicente Miralles



Figura 2.
Con la aplicación de Audio en la Nube un visitante podrá reproducir el funcionamiento de equipos de audio antiguos.

5. AUDIO EN LA NUBE

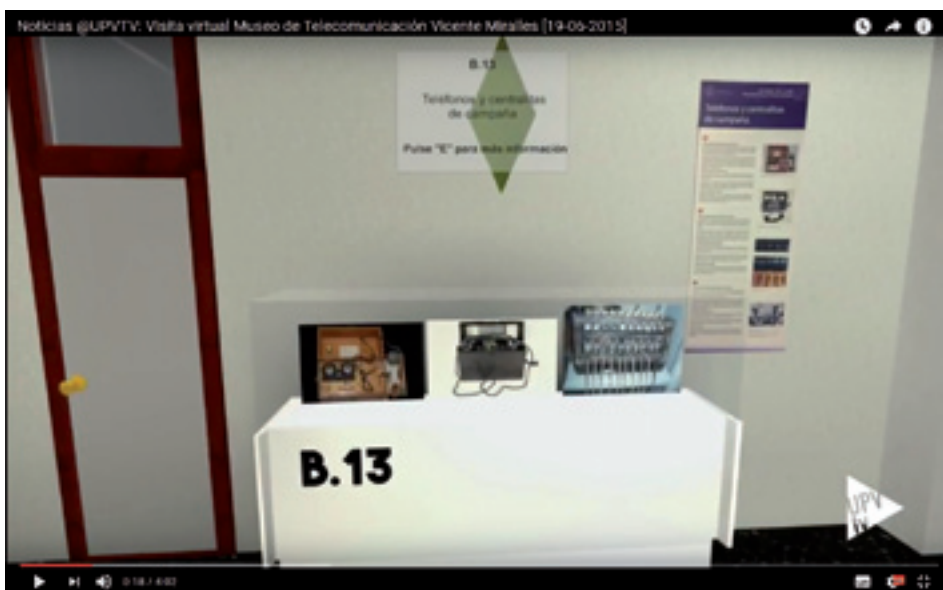
El proyecto de audio en la nube pretende mostrar cómo sonaban diferentes equipos de transmisión, grabación y reproducción de audio que están presentes en el Museo. Para ello se utiliza el procesado de señal en tiempo real sobre la pista de audio que el usuario elija. De esta forma podremos escuchar el sonido que reproducía un teléfono de baquelita, un fonógrafo, un gramófono, un magnetófono de hilo, un manipulador morse o un equipo de radiocomunicaciones antiguo. (figura 2)

Se puede encontrar una descripción completa de la funcionalidad en: <https://www.youtube.com/watch?v=aC33F5BXx2E>

Figura 3.
La realidad
aumentada
permite completar
piezas faltantes
de los diferentes
equipos y darles
vida de nuevo.



Figura 4.
La visita virtual
permite realizar un
recorrido previo
por el Museo.



6. REALIDAD AUMENTADA

El proyecto de realidad aumentada pretende explorar las posibilidades que ofrecen los dispositivos móviles y tablets, mediante el desarrollo de un software interactivo de manejo intuitivo que permita una relación entre los elementos del museo y el espectador. Se busca una combinación equilibrada entre lo real y lo virtual gracias a la Realidad Aumentada, que se caracteriza por insertar objetos o gráficos virtuales en un entorno real, es decir, podemos ver al mismo tiempo, los objetos virtuales en movimiento con el que interaccionaremos en tiempo real en el contexto expositivo. En el proyecto se elige una pieza de las expuestas en el Museo, un fonógrafo, que está incompleto y se amplía y se "completar" gracias a la realidad aumentada o incluso se hace que funcione en el entorno de la aplicación. (figura 3)

Se puede encontrar una descripción completa de la funcionalidad en: <https://www.youtube.com/watch?v=uoxkv-EC4bU>

7. VISITA VIRTUAL

En el proyecto de visita virtual se obtiene un modelo del Museo, tanto del edificio como de su contenido, utilizando como herramienta de trabajo un software de diseño 3D de código abierto. El sistema de navegación se pretende que sea lo más universal posible, y que dé soporte a la multiplataforma. Para ello se planteó la posibilidad de emplear Unity como motor gráfico y de física. Esto permite obtener compilaciones de un mismo producto para distintas plataformas, sistemas operativos y navegadores. De este modo, las visitas virtuales podrían realizarse a través de una web, pero también ofrecerse como una app en las tiendas virtuales habilitadas al efecto. (figura 4)

Se puede encontrar una descripción completa de la funcionalidad en: <https://www.youtube.com/watch?v=vPUnwDZAQw4>

8. CONCLUSIONES

Los proyectos se desarrollaron en fase de demostrador y queda pendiente su implantación en fase operativa por falta de financiación.

Existe un equipo humano que trabaja voluntariamente pero no es suficiente. Se posee el "know-how" y la infraestructura, pero se requiere muchas horas de programador y diseñador gráfico para que las aplicaciones sean viables.

Se ha solicitado un proyecto al FECYT en dos ocasiones consecutivas. Ha obtenido la máxima puntuación en cuanto a interés, innovación y competencia del equipo, pero se consideró su coste demasiado elevado para la convocatoria.

PATRIMONIO Y REDES SOCIALES: UNA ALTERNATIVA PARA LA DIVULGACIÓN

Mario Agudo Villanueva¹

El protagonismo del patrimonio en los medios de comunicación ha sido tradicionalmente discreto. El Centro Internacional para el Estudio de la Preservación y la Restauración del Patrimonio Cultural (ICCROM), fundado por la UNESCO en 1956, analizó en 1987, dentro del proyecto "Media Save Art", las noticias publicadas en los diarios nacionales de Italia y Francia respecto al patrimonio cultural y su preservación. Los resultados fueron desalentadores: solo el 1,7% y el 5% de los artículos en las secciones de arte y cultura trataban sobre la preservación del patrimonio cultural (MONJAS ELETA, 2012).

Más reciente, de 2006, es un estudio temático realizado en Acceso sobre 2052 noticias emitidas en informativos de televisión de ámbito estatal y autonómico, en los que solo el 5,75% de las informaciones tenían temática cultural y las relacionadas con el patrimonio no llegaban al 0,1%¹. Pese a que el panorama mediático ha cambiado desde entonces, el incremento de canales de televisión y emisoras de radio no se ha enfocado mayoritariamente a contenidos culturales.

Esta situación no deja de ser preocupante desde el punto de vista de los gestores del patrimonio, máxime si tenemos en cuenta planteamientos teóricos como los de Walter Lippman (LIPPMAN, 1922) o McCombs (MCCOMBS, 1996), en los que se muestra claramente cómo la sociedad se preocupa y genera opinión en base a los temas que se introducen en la agenda mediática. La invisibilidad en los medios condena a una inexistencia en la práctica, incluso para la administración pública, pues también condicionan la agenda política (ROGERS-DEARING, 1988).

Este panorama es propio de un modelo en el que el canal de comunicación era controlado por los medios, que tenían el monopolio del mensaje masivo. Sin embargo, estamos ante un nuevo paradigma provocado por la irrupción de las redes sociales. La posibilidad de conexión de los públicos entre sí ha propiciado un modelo de comunicación nodal, una situación en la que el canal está abierto para toda aquella institución, grupo o persona que quiera dirigir sus mensajes a una comunidad determinada. Estamos, por tanto, ante una alternativa de enorme potencial para afrontar la tarea de la divulgación.

1. DIVULGACIÓN FRENTE A VULGARIZACIÓN

Ahora bien, antes de profundizar debemos hacer una precisión terminológica. Señala la Real Academia de la Lengua Española que divulgar es "publicar, extender, poner al alcance del público algo" (<<http://dle.rae.es/?id=E1q9Jgy>> [Consulta: 10-05-2017]). Sin embargo, para hacerlo se suele rebajar el tono o distorsionar el mensaje sobre la falsa concepción de que así será entendido de mejor manera por la audiencia. Cuando caemos en esta tentación entramos en el terreno de la vulgarización, es decir, si acudimos de nuevo a la Real Academia, "exponer una ciencia, o una materia técnica cualquiera, en forma fácilmente asequible al vulgo" (<<http://dle.rae.es/?id=c5YWSUZ>> [Consulta: 10-05-2017]). Defender una propuesta de valor para la divulgación del patrimonio es una responsabilidad de todos los que, en alguna medida, estamos comprometidos con él.

1. Acceso es la compañía líder del mercado español de análisis de medios de comunicación. El estudio se basó en los informativos de mediodía y noche de televisión española, Antena 3, Tele 5, Cuatro, TV3, TVG, ETB, Canal Sur, Telemadrid y Canal 9, emitidos entre el 8 y el 14 de mayo de 2006. No se encuentra publicado, pues se realizó en un contexto interno bajo la dirección del autor de este artículo.

En este sentido, periodistas como José Ángel Montañés, redactor de cultura del diario El País, califican la información sobre arte y patrimonio en los medios como “siempre positiva, poco crítica y nada valorativa, limitándose a explicar y difundir lo que ocurre en el mundo cultural”, aunque le reconoce, como señalábamos antes, la capacidad de influir en la agenda política, ya que puede llevar a las administraciones y agentes culturales a “rectificar y tener que matizar y dar unas explicaciones que ellos no querían dar en primera instancia” (MONTAÑÉS, 2016)

2. LOS RETOS DE UN NUEVO PARADIGMA

Ahora bien, el nuevo paradigma también plantea importantes retos. El incremento de la accesibilidad a los canales de comunicación ha multiplicado exponencialmente la exposición a estímulos informativos, fenómeno que Alfons Cornella bautizó hace ya unos años, de forma lúcida, como infoxicación (CORNELLA, 2003). Se da la paradoja de que cuanto más información tenemos, cuando más conectados nos encontramos, más desinformados estamos. Conviene detenerse brevemente en las causas de esta situación.

Los medios de comunicación han tenido la inmediatez como referente a lo largo de su historia. Aproximar el acontecimiento informativo a su relato era el gran anhelo de la profesión periodística. Tras la prensa escrita apareció la radio; tras la radio, la televisión y después llegó Internet. Cada avance tecnológico permitía acercarse al objetivo del tiempo real, algo que ya hemos conseguido gracias a las redes sociales. Pero la sucesión de informaciones transmitidas sin solución de continuidad impide que se investiguen de una manera adecuada, por lo que se pierde profundidad en el tratamiento. Se producen contenidos más superficiales, pero también se consumen de manera menos crítica. Como agravante, la imagen ha derrotado al texto y las opiniones se forjan sobre simples apariencias. Estamos ante la sublima-

ción del mito de la caverna de Platón.

Por otro lado, la permanencia de los acontecimientos en la agenda es más efímera. La actualidad de un mundo global hace que las informaciones se agolpen, entren y salgan de nuestras pantallas con una gran celeridad. La consecuencia más evidente es que se pierde la memoria. Estamos ante otra paradoja: en el mundo del boca a boca por escrito y viral, donde podemos rastrear el testimonio de cualquier persona conectada a las redes, la memoria se diluye ante la avalancha de acontecimientos.

Si agitamos la coctelera de la sobreinformación, la superficialidad y la falta de memoria nos encontramos con uno de los principales problemas de la divulgación: la falta de rigor (<http://www.tecnonews.info>; <http://www.mediterraneoantiguo.com>).

3. LA GESTACIÓN DE UN PROYECTO DIVULGATIVO: MEDITERRÁNEO ANTIGUO

Mediterráneo Antiguo comenzó su andadura en 2006, como proyecto online de divulgación que pretende aprovechar la potencialidad de alcance de las redes sociales para realizar una labor que permita proporcionar una visión profesional de la historia y de la arqueología a todos los sectores de la sociedad interesados en estas disciplinas. Se trata del traslado a la web de algún proyecto divulgativo en papel en el que habíamos participado previamente, como es el caso de la revista ROMÁNICO.

Esta experiencia nos permitió descubrir la enorme distancia que existía entre el mundo académico y profesional y la sociedad, un abismo que era necesario cubrir en la medida de lo posible. Así se definió nuestra misión: conectar el mundo profesional y académico con el público generalista mediante las redes sociales para concienciar sobre la importancia de la Antigüedad mediterránea a través de su patrimonio histórico material e inmaterial.

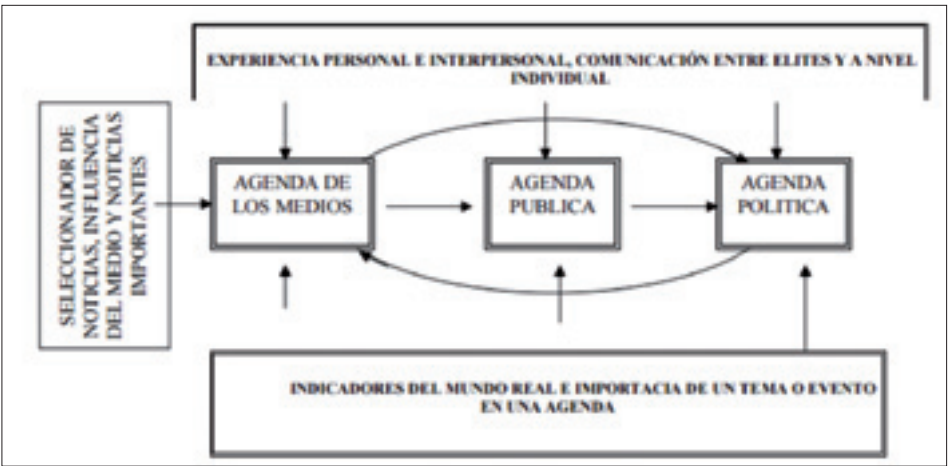


Figura 1.
Modelo de la
teoría de la
agenda setting
(ROGERS-
DEARING 1988)

Todo proyecto de redes sociales debe comenzar por sus cimientos y estos no son otros que la misión. Es la brújula que va a orientarnos a la hora de fijar nuestros objetivos, debe ser nuestra mirada a largo plazo, el referente que nunca debemos perder y el que dará coherencia a toda nuestra acción (BARLETT, 1988).

A partir de la formulación de la misión, que es necesariamente abstracta, debemos pensar en establecer unos objetivos concretos, realizables en el corto y medio plazo. Preferiblemente cuantificables, aunque las líneas generales sean teóricas. En Mediterráneo Antiguo nos propusimos cuatro metas:

1- Conectar con el mundo académico y profesional, estableciendo lazos de colaboración con diferentes agentes.

2- Aportar nuevos contenidos para romper el efecto de repetición viral. Somos conscientes de que para tener éxito hay que generar nuevos contenidos. Si solo se distribuyen contenidos de otros, la audiencia acaba siguiendo a la fuente principal.

3- Generar conversación de interés huyendo de la carrera por el número de seguidores y crear debate que propicie conocimiento. Para ello es fundamental la independencia económica, que permite reducir la tiranía de la búsqueda de impactos.

4- Trascender las redes sociales para alcanzar otros colectivos, es decir, tangibilizar la acción divulgativa. Las redes no son nuestro fin último, solo una herramienta.

4. LA REFLEXIÓN ESTRATÉGICA

Todo este proceso de formulación debe surgir tras una profunda reflexión, que se basa en un ejercicio que se ha de plantear en un necesario horizonte cronológico. Pensar la estrategia –largo plazo–, diseñar la acción –medio plazo– y hacer y medir los efectos –corto plazo–. Si pretendemos lanzar un proyecto sólido, de garantías y con vocación de permanencia, lo más recomendable es partir desde una posición meditada.

Precisamente, un ejercicio interesante para pensar nuestra estrategia es analizar cómo nos encontramos en relación con nuestros posibles competidores. Para ello hay muchas herramientas, pero una de las más sencillas e interesantes es la matriz de posicionamiento. Se basa en escoger dos ejes de coordenadas, en nuestro caso optamos por el eje Alta divulgación-vulgarización y por el eje temático-general. En los cuatro espacios comprendidos por los ejes estarán representados todos los actores analizados y podremos ver, de una manera visual y práctica donde nos encontramos.

Figura 2.
Modelo práctico
de análisis DAFO
(elaboración
propia)



El posicionamiento es un concepto de marketing que hace referencia al lugar que ocupamos en la mente de los consumidores (RIES- TROUT, 1981). Para ello es necesario hacer complejos estudios. No es lo que estamos planteando en este ejercicio. Simplemente, tomando como base este concepto, tratamos de proponer una experiencia similar basada en nuestro criterio. Sería absurdo engañarnos, puesto que se trata de hacer una valoración realista para enfocar nuestras acciones posteriores. (figura 1)

Algunas herramientas online facilitan la tarea a la hora de conocer cuál es nuestro posicionamiento en relación con otros perfiles. Klout, por ejemplo, atribuye un índice de relevancia que asigna por sectores e identifica a otras web o plataformas que tienen una actividad semejante a la nuestra. Nos permite conocer qué contenidos publican otros proyectos parecidos al nuestro, cómo son valorados y en qué ámbitos hemos causado mayor impacto.

A partir de esta prospección inicial, estamos en condiciones de poder plantear un análisis DAFO: debilidades, amenazas, fortalezas y oportunidades. Se trata de una herramienta de análisis estratégico muy recomendable, pues permite diagnosticar diferentes aspectos en nuestro

punto de partida. Las debilidades y fortalezas son internas, mientras que las amenazas y oportunidades son externas. En la siguiente imagen se muestra un ejemplo de DAFO basado en la experiencia de Mediterráneo Antiguo. (figura 2)

Definir la acción: comenzar a hacer

Una vez acometido el proceso de reflexión estratégica que, por otra parte, debería de ser continuo, comenzamos a definir cuáles serán las líneas generales de acción. Cuando lo hicimos en Mediterráneo Antiguo, consideramos fundamentales los siguientes aspectos:

1- Definir la identidad corporativa, entendida como el conjunto de atributos, valores o características que la organización asume como propios, y con los que la compañía se autoidentifica y autodiferencia de las demás (CAPRIOTTI, 2004). Dentro de la identidad corporativa debemos incluir no solo la imagen física, sino también aspectos intangibles. (figura 3)

2- Dotarnos de un equipo de trabajo compuesto por personas cuyos perfiles profesionales contribuyan a la consecución de nuestros objetivos. En proyectos complejos, la interdisciplinariedad es irrenunciable.

Figura 3.
Definición de
identidad corporativa
e imagen corporativa.
(elaboración propia)



3- Definir los canales a través de los que nos vamos a comunicar con nuestros públicos. No es necesario estar en todas las redes. Deberemos tener presencia sólo en aquellas que consideramos que contribuyen a cumplir con nuestros objetivos y, sobre todo, en aquellas en las que podamos mantener el nivel de presencia y de calidad que nos hemos fijado. No hay que estar por estar. Tenemos que ser conscientes de que si abrimos un canal determinado es para hacerlo de acuerdo con los objetivos que nos hemos marcado. Por otro lado, las redes sociales no deben ser un fin en sí mismas, sino una herramienta para conectar con nuestros públicos.

En este sentido, un elemento que no de-

bemos descartar es el de la tangibilización de la acción, es decir, trascender el universo virtual para realizar actividades que nos permitan conectar físicamente con nuestros seguidores. Es una manera muy importante de mejorar la experiencia que nuestra audiencia vive en su relación con el proyecto que defendemos.

La tangibilización de nuestra acción en redes sociales es uno de los principios que mueven a Mediterráneo Antiguo. En 2015 organizamos la I Jornada de Conferencias Mediterráneo Antiguo en Madrid, que fue el punto de partida de una gran cantidad de actos en los que hemos participado como organizadores o como protagonistas. En este sentido, hemos



Figura 4.
Carteles de actos
organizados por
Mediterráneo
Antiguo.
(elaboración
propia)

Figura 5.
Carteles del
programa de
acercamiento de
la arqueología
y la historia
a centros
escolares
organizado por
Mediterráneo
Antiguo.
(elaboración
propia)



participado en conferencias organizadas por Casa Árabe, la Universidad de Alcalá de Henares, la Universidad Complutense de Madrid, la Universitat Oberta de Catalunya, la Real Academia de Bellas Artes de San Fernando, el Museo del Teatro Romano de Cartagena o el Museo Arqueológico Nacional. (figura 4)

En paralelo, dado que nuestra misión era la de conectar el mundo profesional y académico con la sociedad, hemos trasladado nuestra acción a centros escolares a través de un programa de charlas divulgativas sobre arqueología, patrimonio e historia. Este programa se extiende también a centros de mayores y centros culturales de la Comunidad de Madrid. Experiencias todas ellas de un gran valor, pues muchos de estos públicos no tienen acceso a redes sociales. (figura 5)

4- Definir qué contenidos generaremos y cómo lo haremos. Este aspecto está muy ligado a la identidad corporativa, pues a través de los contenidos publicados o emitidos los públicos a los que nos dirigimos se harán una imagen determinada de nosotros. El contenido es el principal punto de conexión entre nuestro proyecto y la sociedad. En este sentido cabría tomar decisiones sobre el enfoque que le vamos a dar a nuestras publicaciones: qué tono

tendrán, en qué registro vamos a comunicar, a qué fuentes nos vamos a dirigir, con qué frecuencia vamos a emitir, qué política seguiremos para compartir contenidos de otros, de qué manera vamos a generar contenido –por ejemplo, investigación propia– y otros aspectos más operativos. Todo ello bajo la premisa fundamental de que para abrirse hueco en un universo tan fecundo como el de las redes sociales es necesario generar nuevos contenidos.

En este ámbito es fundamental la innovación, pero también la medición. Analizar el impacto de nuestras acciones comunicativas es lo que nos va a permitir conocer si estamos o no cumpliendo con los objetivos que nos hemos marcado lo que, en último término, determinará si estamos o no cumpliendo con nuestra misión y, por tanto, si podemos considerar que nuestro proyecto es exitoso. Estaríamos cometiendo un error si en el ámbito de la divulgación sólo nos fijamos en el número de seguidores. El alcance en términos numéricos es relevante, pero no debe ser nuestra única guía. Hay otros tres factores importantes que deben ser tenidos en cuenta: la participación, la movilización y la fidelización.

Un proyecto web como Mediterráneo Antiguo podría darse por satisfecho con obtener muchos seguidores, en una carrera

absurda por engordar la cifra en comparación con otros proyectos semejantes. Sin embargo, el propósito divulgativo debe de ir mucho más allá. No solo basta con tener seguidores, hay que conseguir que esos seguidores lean nuestros contenidos, que asistan actos culturales o que visiten sitios arqueológicos. Por tanto, conviene ir más allá del alcance y, en términos de mercadotecnia, hablar de conversión, lo que supone un paso más allá. Los seguidores implicados se convertirán, a su vez, en prescriptores de nuestros mensajes.

En definitiva, las redes sociales, lejos de ser una herramienta de ocio y encuentro virtual, pueden resultar de gran utilidad para, a través de una estrategia de comunicación bien reflexionada y ejecutada, llegar a públicos especializados, detectar personajes influyentes y comunidades de interés que puedan participar en la necesaria tarea de la alta divulgación. No es una tarea sencilla, pero ahora, a diferencia de tiempos pasados, tenemos control sobre el canal de comunicación y la pelota está sobre nuestro tejado.

BIBLIOGRAFÍA

AGUDO, M.

-La caverna mediática, las redes sociales y la opinión pública, [Consulta: 11-05-2017]
<<http://www.tecnonews.info>>

-Arqueonet – hacia una propuesta de valor en divulgación, [Consulta: 11-05-2017]
<<http://www.mediterraneoantiguo.com>>

BARLETT, H.C., 1988: *Cases in Strategic Management for Business*, Chicago.

CAPRIOTTI, P., 2004: "La imagen corporativa", en *La gestión de la comunicación en las organizaciones*, Barcelona.

CORNELLA, A., 2003: *Infoxicación, buscando un orden en la información*, Barcelona.

LIPPMAN, W., 1922: *Public Opinion*, Nueva York

MCCOMBS, M., 1996: "Influencia de las noticias sobre nuestras imágenes del mundo", en *Los efectos de los medios de comunicación. Investigaciones y teorías*, Barcelona.

MONJAS ELETA, M., 2012: *El patrimonio cultural y su tratamiento periodístico. Un análisis de la edición regional de El Mundo de Castilla y León y El Norte de Castilla*, Tesis Doctoral, Universidad de Valladolid.

MONTAÑÉS, J.A., 2016: "Medios de comunicación y patrimonio: Una relación de amor y odio condenada a entenderse", en *Transformació, destrucció i restauració dels espais medievals*, Barcelona.

RIES, A. y TROUT, J., 1981: *Positioning, The battle for your mind*, Nueva York.

ROGERS, E.M. y DEARING, J.W., 1988: "Agenda-setting research: Where has it been? Where is it going?", *Communication yearbook*, 11, pp. 555-594.

Recursos electrónicos:

<<http://dle.rae.es/?id=E1q9Jgy>> [Consulta: 10-05-2017]

<<http://dle.rae.es/?id=c5YWSUZ>> [Consulta: 10-05-2017]

ACCESIBILIDAD AL PATRIMONIO EN LAS NUEVAS TECNOLOGÍAS

Paula Doncel Recas¹

Ya está fuera de discusión que el patrimonio cultural debe ser accesible a todas las personas. No vamos a argumentar razones de igualdad, justicia o responsabilidad social que tanto aparecen hoy en día en todos los medios y que, aunque de derecho, pueden no llegar a convencer hoy a quienes sin duda las esgrimirán mañana; pero sí vamos a echar mano de un argumento que suele convencer a los más reacios: el económico.

En España, el porcentaje de personas con derecho al certificado de discapacidad es de un 8,6% ¹. Sin embargo, contabilizando las personas de edad avanzada, los menores, los afectados por discapacidades temporales o los posibles familiares y amigos sin limitaciones funcionales que los acompañan en sus momentos de ocio, las cifras se disparan hasta cerca de la mitad de la población. El impacto económico que supone renunciar a estos potenciales visitantes repercute no solo en los museos y lugares patrimoniales, sino también en las ciudades en las que se encuentran, que al carecer de una oferta cultural accesible se ven relegadas como destinos turísticos a favor de las que sí contemplan las necesidades de las personas con discapacidad. Con el progresivo envejecimiento de la población debido al aumento de la esperanza de vida, este factor es cada día más importante, pero pocos gestores culturales lo toman realmente en serio.

De acuerdo con la definición del Diseño Universal, los productos y entornos deben estar diseñados "de manera que sean utilizables y comprensibles por todas las personas, en la mayor medida posible, sin necesidad de una adaptación o un diseño especializado".

Ni el diseño universal, inclusivo o "para

todos" es conocido en general por los gestores del patrimonio a que nos referíamos, ni mucho menos sus principios. Ello se debe, entre otras razones, a la escasa formación sobre la materia en la docencia universitaria de grado y de posgrado.

La tecnología está indiscutiblemente vinculada a la mayor parte de los aspectos de la vida moderna, y la museografía y la gestión patrimonial actuales tienen un perfecto aliado en ella, puesto que permite aprovechar los avances del conocimiento científico para llegar de manera efectiva e individualizada a todos los usuarios según sus capacidades. Dicho de otro modo, la tecnología abre nuevas, maravillosas oportunidades a la inclusión, pero, como veremos, no podemos dejarnos deslumbrar por ella y abandonar o sustituir otros medios y recursos físicos y sensoriales.

En esta línea, hay una tendencia generalizada a utilizar las TIC en museos y yacimientos con la creencia de que únicamente con su uso se obtienen visitas de mejor calidad; ha sido esta una discusión recurrente en congresos sobre accesibilidad al patrimonio cultural en los que hemos participado en los últimos años. No obstante, la experiencia indica que las herramientas tecnológicas solo serán realmente efectivas si forman parte de un programa bien planificado, no como un fin en sí mismas; y si están concebidas según parámetros del diseño universal.

Además, los dispositivos tecnológicos en su mayor parte tienen un uso individual, pero normalmente las experiencias patrimoniales se realizan en grupos de mayor o menor tamaño, y no podemos dar por supuesto que las personas con discapacidad tienen que acercarse al patrimonio de forma individual, aislada, especial, como

1. Porcentaje de un 33% de discapacidad reconocida. Cifra extraída de la Base estatal de datos de personas con valoración del grado de discapacidad publicada por el Ministerio de Sanidad, Servicios Sociales e Igualdad en diciembre de 2016 con valoraciones de 2015.

consecuencia de sus limitaciones funcionales: más bien al contrario, las personas con alguna discapacidad no reclaman la accesibilidad o la integración, sino la inclusión. Conviene desterrar los “gabinetes tifológicos” en los que la experiencia sensorial queda reclusa en un lugar “especial” del museo, e integrarla a lo largo de los recorridos y discursos patrimoniales.

Cualquier elemento interpretativo que encontremos en un museo o en un yacimiento debe servir para hacernos entender y disfrutar de lo que estamos viendo, desde los paneles explicativos a la más moderna de las tecnologías. Por eso, no es simplemente cuestión de introducir dispositivos, puesto que si no están bien concebidos en su diseño pueden ser tan poco efectivos como las viejas herramientas, o incluso contraproducentes.

Quando el diseño empezó a tener en cuenta a los usuarios con discapacidad, la entrada y circulación de las personas con movilidad reducida (PMR) a los recursos parecían suficientes para que un recurso fuera considerado como accesible. Después llegó el turno de la discapacidad visual, y disponer de información en braille y de algunos elementos táctiles era sinónimo de una oferta inclusiva. Con el tiempo, la accesibilidad auditiva parece el grado sumo de la inclusión; y la discapacidad cognitiva sigue siendo la asignatura pendiente a la hora del diseño para todos, si exceptuamos cada vez más museos de arte contemporáneo². Pero la museografía inclusiva tiene muchas facetas que a la gran mayoría de nuestros gestores de patrimonio también les resultan ajenas o desconocidas, cuando no les producen rechazo (así las tipografías accesibles, la lectura fácil, la comunicación aumentativa, el subtítulo, la audiodescripción, la suficiente iluminación de las salas, etc.).

La discapacidad es una realidad poliédrica, y dado que la diversidad es la norma

y no la excepción de la dimensión humana -como declaraba el I Plan Nacional de Accesibilidad 2012-2014-, actualmente el objetivo de los museos debe ser adaptarse al usuario, y no al revés: cada persona debe poder diseñar su visita en función de sus capacidades, su nivel intelectual, su cultura, su idioma. Cada vez más los museos son a la carta, y los visitantes, autónomos. Y las tecnologías inteligentes (*Smart*) caminan en esa dirección, permiten personalizar la experiencia, con lo que, si se diseñan bien, son genuinamente inclusivas. Ello, insistimos, no debe necesariamente significar una experiencia individual en relación con el patrimonio.

A raíz de un proyecto AVANZA I+D del Ministerio de Industria, Turismo y Comercio llevado a cabo entre otros por el Centro Español de Subtitulado y Audiodescripción, la Fundación CNSE y la Fundación ONCE, a partir de 2008 el Ministerio de Cultura comenzó a sustituir las antiguas audioguías por las modernas GVAM en algunos de los mayores museos nacionales y Reales Sitios. Estas Guías Virtuales Accesibles para Museos (GVAM) tienen como objetivo mejorar la accesibilidad a través de dispositivos portátiles dotados de altas prestaciones basadas en el diseño universal.

Los beneficios que estas herramientas aportan en el ámbito de la accesibilidad son amplios gracias a la diversidad de menús que ofrecen, como recogen Pajares y Solano; Reig Redondo; Puyuelo, Cazorla y otros; así como los blogs MediaMusea. Museos, patrimonio cultural y tecnología, o el Horizon Report del New Media Consortium, que de forma bianual realiza una prospectiva de las tecnologías en los museos.

El tamaño adaptable de la tipografía, el contraste, la audiodescripción o la audionavegación son algunas de las posibilidades que facilitan la visita de las perso-

2. En el II Congreso Internacional de Educación y Accesibilidad en Museos se pudo percibir con claridad una auténtica explosión de programas dirigidos a personas con discapacidades mentales (intelectuales o psíquicas) en museos españoles de arte.

nas con discapacidad visual. Los sordos cuentan con recorridos guiados en lengua de signos; los oralistas pueden acceder a esos contenidos con la ayuda de subtítulos, y la diversidad de idiomas amplía la accesibilidad a los extranjeros.

Actualmente hay algunos museos que tienen guías multimedia con contenidos específicos para niños, pero se echa de menos alternativas en lectura fácil que son igualmente útiles para una amplia gama de usuarios, entre los cuales están las personas con discapacidades mentales, bajo nivel cultural o extranjeros que conocen el idioma, pero no tienen un buen dominio del mismo. Si la usabilidad de los dispositivos es muy alta, incluso personas con discapacidad cognitiva o que están del otro lado de la brecha digital podrían usarlos.

A pesar de que la accesibilidad en los recursos culturales empezó considerando la discapacidad motriz, muchas guías multimedia de este tipo no la han tenido suficientemente en cuenta. La incorporación del posicionamiento geográfico del visitante dentro del museo o del yacimiento arqueológico se ofrece a la persona con discapacidad visual para guiarle en el itinerario a seguir; sin embargo, con frecuencia no aparece la oferta de una ruta más corta (sí existe en tiempo, pero no en metros recorridos) o totalmente libre de barreras físicas, que sería de enorme utilidad para las PMR.

El soporte de estas guías es habitualmente es el de la tableta digital, por el mayor tamaño de la pantalla y el manejo táctil de los menús, si bien son igualmente descargables en teléfonos inteligentes. Un reciente informe de la Fundación Telefónica desvela que España es un país volcado a sociedad de la información, y en el que la brecha digital se está reduciendo por el importante avance de los teléfonos inteligentes y las tabletas, incluso en edades avanzadas: así que aquí tenemos, indudablemente, una oportunidad.

No obstante, según la Fundación Orange, el público no conoce ni aprovecha todas

las prestaciones de sus propios dispositivos, lo que dificulta que se integren de manera exclusiva en los planes digitales de los museos. No estamos muy de acuerdo con esta afirmación: muchas personas ciegas, por ejemplo, explotan al máximo las posibilidades que les ofrece su propio teléfono inteligente; y, por otro lado, la usabilidad del diseño de las aplicaciones es la clave: son estas las que deben ser muy sencillas de utilizar por todas las personas, no solo los dispositivos.

El desarrollo de la antigua técnica de la estereoscopía ha puesto a disposición de la museografía recursos casi infinitos. Gracias a la digitalización se consiguen imágenes de un detalle imperceptible al ojo humano, que se pueden voltear, aproximar y alejar. En cuanto a la accesibilidad, esto es de gran utilidad en los museos porque una imagen puede adentrar al visitante en salas cerradas por restauración; acercarle objetos que están distantes; mostrar partes ocultas.

Esta tecnología está cada vez más al alcance de todos los públicos. En 2016, el proyecto Graphos, desarrollado por la Universidad de Salamanca, presentó una herramienta de código abierto que permite a cualquier usuario pasar del 2D al 3D con cuatro imágenes tomadas desde el teléfono móvil. De este modo, el público del museo tiene la posibilidad de crear sus propias imágenes tridimensionales, medirlas y compartirlas en redes sociales.

El contenido de los museos es principalmente accesible a través de la vista, y la combinación de las imágenes 3D con el perfeccionamiento y el abaratamiento de la tecnología láser de impresión facilitan que las estaciones táctiles estén presentes en más museos y contribuyan a mejorar la accesibilidad para todas las personas. La impresión en 3D tiene ya pocas limitaciones en cuanto a los materiales: plásticos, metales, yesos. Lo mismo ocurre con las aplicaciones: podemos recrear tridimensionalmente una pieza o un cuadro entero.

La fotogrametría tiene un magnífico aliado en los drones aéreos, terrestres y subacuáticos. En este mismo foro ya se ha hablado de las aplicaciones para las que se ha utilizado en yacimientos arqueológicos y complejos arquitectónicos de difícil acceso. A nivel de accesibilidad al público, el proyecto Bou-Ferrer es pionero en las visitas subacuáticas al patrimonio, con el valor añadido de que se trata del mayor barco antiguo en proceso de excavación en el Mediterráneo, una auténtica joya de la arqueología romana. Desde 2013 el pecio es visitable por buceadores deportivos que tienen la titulación adecuada para bajar a 26 metros de profundidad, y entre ellos han bajado buceadores con gran discapacidad física, entre ellos la conocida bloguera Elena Prous. El personal del proyecto y la empresa que organiza las inmersiones, en Centro de Buceo Ali Sub, han ido progresivamente adaptando sus medios para favorecer esta accesibilidad. En 2017 el proyecto 'Un naufragio romano para la sociedad, el pecio Bou Ferrer' de Villajoyosa es uno de los siete primeros bienes del mundo reconocidos por la UNESCO en su Registro de Buenas Prácticas del Patrimonio Cultural Subacuático. Las visitas guiadas al yacimiento, que fueron pioneras en España y que permiten abrir la ciencia y compartirla con el público en general, han tenido mucho que ver en esta declaración.

La realidad aumentada y la virtual son un mundo de recreación sin límite de espacios reales o no. Uno de los ejemplos más comentados actualmente es la exploración los mares del período cámbrico con David Attenborough en el documental First Live que se proyecta en el Museo de Historia Natural de Londres y Sidney, pero estas tecnologías se están abaratando y volviendo algo común a nuestro alrededor, también en museos más modestos y en entornos patrimoniales, en los que puede ayudar a conocer in situ el estado original o la evolución de un monumento, por ejemplo.

Los museos tienen un gestor de contenidos para ir acrecentando o modificando

su oferta, pero al final son las empresas tecnológicas las que se encargan de los cambios de versión. Desde 2014, el Museo Arqueológico Nacional ha tenido tres versiones diferentes de guía multimedia: por ejemplo, las locuciones comenzaron siendo automáticas, pero se detectó que los visitantes las encontraban monótonas después de oír cuatro o cinco de ellas y las sustituyeron por locuciones humanas.

En el mundo de la arqueología, proyectos espectaculares fueron la recreación de los colores del Ara Pacis en 2015, y, en 2016, la Domus Aurea de Nerón.

En España se puede destacar el proyecto Imageen, de Digivisión, una aplicación que busca explicar la historia de Tarragona de manera didáctica, basándose en la arqueología y la ingeniería. Cuenta con realidad virtual con tableta y móvil, accesible a cualquier usuario. Ofrece espacios recreados y poblados digitalmente: circo, foro, anfiteatro y templo, imágenes que se utilizaron en la serie de TVE "Ingeniería romana. El ingenio de Roma al servicio del pueblo". En una ciudad como Tarragona, el acceso no es siempre posible a los lugares arqueológicos (por ejemplo, la Torre del Pretorio); sin embargo, hay acceso hasta determinados puntos desde los que se pueden ver los vídeos con las recreaciones de los espacios a personas que tienen problemas de movilidad.

Las simulaciones facilitan la comprensión de la metodología arqueológica y de la temporización de los procesos de formación de un yacimiento. Trascienden las paredes del museo porque muestran la realidad que no puede ser contenida en ellos, tal como paisajes, casas, excavaciones, etc. También permite entender cómo funcionaban máquinas y mecanismos. En el yacimiento, la reconstrucción arqueológica virtual ofrece asistencia continua a los visitantes, ya que sirve como guía espacial y ofrece una información variada en tiempo real.

Y en eso de traspasar los muros del museo y del yacimiento, la tecnología, como

ya veíamos en Tarraco, nos permite llevarnos el museo a casa. Los museos de la Red Nacional tienen posibilidad de visitas virtuales, como el Sefardí de Toledo, el de Cerámica de Valencia o la Casa de Cervantes de Valladolid; pero también yacimientos como Valeria, en Cuenca. Para la accesibilidad, es una opción muy importante, para la preparación de la visita o para el disfrute de personas que no pueden acercarse, como enfermos, personas privadas de libertad, etc. Así, las guías multimedia y otros recursos en línea permiten el acceso de nuevos públicos reales y virtuales, de gente que no va (o no puede ir) al museo habitualmente.

El Metropolitan Museum of Nueva York tiene 6,3 millones de visitantes presenciales anuales y 31 millones online. Los gestores saben que muchos de estos visitantes on-line nunca podrán acceder físicamente al museo, pero generan 180 millones de impresiones en redes sociales y cumplen ampliamente su función social de forma virtual, además de presencial. Los recursos didácticos y juegos tecnológicos favorecen el aprendizaje con los objetos para tener un descubrimiento personal, incrementando el factor lúdico que es clave para el acceso intelectual a los contenidos. Lo que no nos entretiene o emociona de alguna manera no nos atrae, y por tanto es menos accesible.

Aplicar toda esta tecnología quizá no esté al alcance de todos los museos. La mayoría disponen de poco presupuesto y relegan su uso por considerarla inasequible. Además, la tecnología no se instala y dura indefinidamente; necesita un mantenimiento, con frecuencia costoso. No hay más que comprobar cuántos dispositivos tecnológicos no funcionan habitualmente en los museos.

Además existe la brecha digital, a pesar de que se niegue o pretenda minimizar su importancia. Por otra parte, no todas las personas están dispuestas o se atreven a usar dispositivos tecnológicos, por muy sencillos que estos sean. En 2015, las encuestas que se hicieron en el Museo Arqueológico Nacional sobre el uso de las

audioguías revelaban que el 15% nunca había usado ese tipo de dispositivos y los mayores de 60 lo encontraban algo complicado.

Por ello es importante que los canales de comunicación al público con discapacidad no sean únicamente tecnológicos, sino que los soportes visuales, auditivos o táctiles más básicos (paneles, cartelas, hojas de sala, maquetas, braille...) estén también disponibles en parámetros accesibles. "Sería kamikaze prescindir de lo antiguo", es decir, de recursos no tecnológicos, según afirma Marta García Muñoz responsable de comunicación de GVAM. No nos gusta el adjetivo "antiguo", porque cualquier recurso "tradicional" o "no tecnológico" se beneficia de las nuevas tecnologías de alguna manera (pensemos en las maquetas y réplicas realizadas con impresoras 3D), pero también porque son recursos imprescindibles, que también tienen sus propios criterios de accesibilidad, en los que se innova e investiga continuamente y que, por tanto, también son actuales. Obviamente, la tecnología es una herramienta de comunicación, pero no una herramienta exclusiva ni infalible.

Al hablar de información, creo que nos deberíamos centrar en el contenido, no solo en la manera de transmitir la información. Y aquí entra la importancia del mensaje accesible, que necesita no solo de canales accesibles sino también del uso de técnicas de interpretación.

Utilizar una tecnología cara no garantiza la calidad de la información. Obviamente, las empresas de tecnología están interesadas en que dependamos de sus servicios, como es lógico desde un punto de vista comercial. Sin embargo, los museos y yacimientos tienen tecnologías gratuitas a su alcance que quizá no aprovechan suficientemente. Hay museos que le están sacando un buen partido a tecnología sencilla como los QR. Es el caso de Vilamuseu, que es el centro de una serie de rutas que unen los puntos más singulares y destacados del término municipal de Vilajoyosa, interpretados mediante sesenta

paneles accesibles con contenidos online descargables mediante códigos QR. La mitad de estos paneles, instalados hace algunos meses, son de alta accesibilidad, y se han diseñado con la empresa Quodlibet, S. L. de Barcelona. Los códigos redirigen a una webApp donde suben contenidos audiodescriptivos en lengua de signos y otros idiomas, así como información más amplia utilizando un enlace a páginas de Wikipedia que mantienen como editores particulares, mapas de recorridos accesibles en Google Maps, videos descargables en el canal propio de YouTube y otros recursos gratuitos.

Los QR, que inicialmente se consideraron una tecnología “de paso”, son un medio sencillo y muy versátil de dar accesibilidad a contenidos. Vilamuseu evita también el uso de aplicaciones descargables por el usuario, más allá de la que abre los QR, lo cual es valorado positivamente por los usuarios, ya que las descargas ocupan más espacio de memoria y consumen muchos datos.

Por otra parte, la información se refiere también a un eslabón clave de la cadena de la accesibilidad: la comunicación de los recursos en línea. Y en este sentido hay que reclamar una pestaña fija de “accesibilidad” en el menú principal de cualquier web de patrimonio, y también queremos mencionar que existen cada vez más medios en línea que nos permiten dar a conocer nuestra oferta inclusiva: así, en el ámbito europeo, la Red Europea de Turismo Accesible (AENAT), con su portal de información turística Pantou, y en España, la aplicación Tur4All de PREDIF, asumida por el Ministerio de Turismo de España como sitio de referencia para información sobre recursos turísticos accesibles.

No queremos acabar sin hacer algunas reflexiones: la tecnología deslumbra, pero cuando se va la corriente eléctrica, no hay señal wifi o fallan los dispositivos, las maquetas, textos accesibles, piezas táctiles, los guías personales y otros recursos mal llamados “antiguos” o “tradicionales” siguen ahí.

No se requiere invertir demasiado dinero para disponer de recursos tecnológicos sencillos, pero muy potentes. En museos que no cuentan con un alto presupuesto, conviene no depender excesivamente de las empresas de recursos tecnológicos en cuanto al mantenimiento y la subida de contenidos: es mejor disponer de gestores de contenidos lo más autogestionables posible que ser cautivos de terceros.

Un dispositivo tecnológico mal diseñado o con contenidos no accesibles ni interpretativos (amenos, breves, claros, interesantes...) es tan poco recomendable como cualquier recurso “tradicional” malo. La paciencia del usuario es escasa, de modo que necesitamos una usabilidad altísima, y en muchos ejemplos de guías multimedia que conocemos, esta deja bastante que desear.

En fin, la tecnología es necesaria en un mundo tecnológico. Nuestros visitantes (especialmente los más jóvenes) nos la demandan. Nos abre un universo magnífico de posibilidades; pero no necesitamos un universo en nuestro museo, parque natural o cultural, visita guiada, etc.: necesitamos unas cuantas soluciones buenas, usables, sostenibles, lo más autogestionables posible, sólidas (resistentes al uso) y adaptables por el usuario (inteligentes).

BIBLIOGRAFÍA

- DE JUAN, C., CIBECCHINI, F., MATAMOROS, C., MOYA, J.A., MOLINA, J., FERRER, A., BOU, J. y ESPINOSA, A., 2016: "Proyecto Bou Ferrer. Jornada «El pecio Bou Ferrer de Villajoyosa: un yacimiento romano extraordinario», *Boletín del Museo Arqueológico Nacional* 34, pp. 457-474.
- ESPINOSA RUIZ, A. y BONMATÍ LLEDÓ, C. (eds.), 2013: *Manual de accesibilidad e inclusión en museos y lugares del patrimonio cultural y natural*, Gijón.
- ESPINOSA RUIZ, A. y BONMATÍ LLEDÓ, C., 2015: "Accesibilidad, inclusión y diseño para todas las personas en museos y Patrimonio", *Her&Mus* 16, vol. VII nº 1, pp. 11-20.
- FUNDACIÓN CNSE, 2013: *Guía de accesibilidad para personas sordas en las industrias culturales*, Madrid.
- PUYUELO CAZORLA, M., VAL FIEL, M., MERINO SANJUÁN, M.D. y FELIP MIRALLES, F., 2011: "Representaciones Virtuales y Otros Recursos Técnicos en la Accesibilidad al Patrimonio Cultural/Virtual Representations and other Technical Resources for Access to Cultural Heritage Sites", *Asociación de Departamentos de Expresión Gráfica Arquitectónica de España, Revista EGA*, 17, pp. 164- 173.
- REIG REDONDO, J. (coord.), 2005: *Tecnologías de la Información y Comunicación y Discapacidad: Dependencia y Diversidad*, Madrid.

Recursos electrónicos:

- <<http://www.accessibletourism.org/>>[consulta: 31-04-2017]
- <<http://ww.bouferrer.org/>>[consulta: 12-01-2017]
- <<http://www.design.ncsu.edu/>>[consulta: 08-02-2017]
- <<https://elandroidelibre.elespanol.com/2016/03/como-ayuda-un-smartphone-a-un-invidente.html>>[consulta: 15-02-2017]
- <https://www.fundaciontelefonica.com/artes_cultura/sociedad-de-la-informacion/informe-sie-espana-2016/> [consulta: 01-03-2017]
- <http://www.gvam.es/ebook/ebook_MuseosDelFuturo.pdf> [consulta: 15-02-2017]
- <<http://www.int-arch-photogramm-remote-sens-spatial-inf-sci.net/XLI-B6/31/2016/isprs-archives-XLI-B6-31-2016.pdf>>[consulta: 08-02-2017]
- <<http://www.man.es/man/actividades/congresos-y-reuniones/congresos-anteriores/2016/20160215-herramientas-digitales.html>> [consulta 10-02-2017]
- <<http://www.man.es/man/actividades/congresos-y-reuniones/congresos-anteriores/2016/20160505-patrimonio-accesible>> [consulta 20-02/2017]
- <<https://www.mastermuseos.es/blog/publicaciones/actas-del-ii-congreso-internacional-de-educacion-y-accesibilidad/>> [consulta: 04/02-2017]
- <<http://www.gvam.es/encuesta-pro>> [consulta: 15-02-2017]
- <<http://www.nmc.org/>> [consulta: 15-02-2017]
- <<http://www.predif.org/index.php?q=aplicaci%C3%B3n-strongtur4allstrong>> [consulta 10-02-2017]
- <<https://tambiendebajodelagua.com/2014/07/11/a-poc-a-poc-el-bou-ferrer/>> [consulta: 08-02-2017]

TECNOLOGIES GEOESPACIALS APLICADES A L'ARQUEOLOGIA DEL PAISATGE

Ignasi Grau Mira¹

1. PAISATGE ARQUEOLÒGIC I REGISTRE DE SUPERFÍCIE

La recerca arqueològica ha incidit en la importància del component espacial i, en particular, la forma en què les societats i els seus membres organitzen l'espai que habiten. Amb aquest propòsit, s'ha transcendit el límit del jaciment per analitzar el paisatge arqueològic, es a dir, l'espai on s'hi realitza la implantació de les societats humanes. Aquest component territorial es especialment important en aquelles societats complexes que, com la ibèrica i la romana, podem qualificar d'urbanes i que han establert una relació de gran intensitat amb el seu entorn i han formalitzat xarxes complexes de poblats amb importància i funcions diverses.

Així l'estudi arqueològic que proposem es fonamenta en la substitució d'un objecte d'anàlisi: el jaciment, per un altre que té un caràcter inclusiu i de més abast: el paisatge, interpretat com l'àmbit territorial en el que les comunitats humanes han desenvolupat la seua activitat al llarg de la Història. Aquest Espai s'hi defineix, construeix i desenvolupa segons les particularitats socioculturals i econòmiques de cada grup en les seues coordenades històriques. Aquest plantejament s'hi fonamenta en estratègies d'investigació arqueològica en que el protagonisme l'adquireix el registre de superfície i les tècniques de prospecció que ens possibiliten la documentació d'amples espais territorials.

Una de les bases de l'estudi del paisatge és l'anàlisi del patró d'assentament, que ha estat tradicionalment considerat un indicador primari de la complexitat social. Recordem les aportacions de l'escola processual, àmpliament acceptats, que descriuen com un signe regional d'aparició de societats complexes, com els estat arcaics, l'ordenament del patró d'assentament a partir de quatre graus

jeràrquics i on les decisions administratives emanen dels nivells superiors (FLANNERY, 1998: 17).

El segon aspecte d'interès és la consideració de que els assentaments no són punts aïllats en el paisatge, sinó que constitueixen llocs on és més visible l'acció humana a causa de la recurrència i intensitat de les pràctiques realitzades. Així els condicionaments i les construccions per a l'habitatge han deixat les empremtes més sòlides i permanents.

Són els llocs arqueològicament més visibles, però no els únics, ja que el paisatge és una catifa contínua en què s'hi desenvolupen activitats més o menys apreciables al registre arqueològic, com el treball agrícola, desplaçaments, recol·lecció, defensa i control del territori, etc...

Tot i la dificultat d'anàlisi d'aquest espai, més enllà de l'assentament, i que la literatura arqueològica anglosaxona denomina *offsite*, el seu estudi és d'especial importància per reconèixer la dialèctica societat-medi i entendre l'organització política i les estructures econòmiques i socials sota estudi. La principal forma d'aproximar-nos a aquesta relació és a partir del reconeixement exhaustiu de totes les evidències d'ocupació històrica i, una vegada enregistrades, l'estudi dels factors de localització dels assentaments que respondrien a decisions sobre la construcció i l'ús de l'espai. Òbviament, aquestes no es manifesten de forma prístina, sinó que tenen una relació discursiva en la qual intervenen condicionants ambientals, socials i històrics. L'entorn pot condicionar les decisions humanes que han de ser motivades pels esquemes socials i que modelen un paisatge que és dependent dels processos històrics precedents. Tota aquesta matriu de factors dibuixa una realitat complexa a la qual ens aproximem mitjançant models que no pretenen reconstruir un paisatge antic, sinó

que s'esquematitzen la complexitat d'una realitat espacial amb la finalitat de poder reflexionar sobre els fenòmens observats (BARTONCELLO i NUNINGER, 2002: 45).

Amb aquests principis en la base dels nostres estudis, entenem que l'Arqueologia del Paisatge s'ha d'entendre en el marc d'una relació dialèctica que mostra la relació discursiva establerta entre la societat i el medi natural segons unes pautes culturals que podem tractar d'analitzar des de la perspectiva arqueològica a partir de les empremtes materials de l'acció humana pretèrita i els contextos sociohistòrics en que s'hi desenvolupen.

Aquest estudi de les formes del paisatge des de la perspectiva arqueològica s'enfronta a un important repte en la identificació i explicació dels vestigis arqueològics. Bona part de les dificultats d'aquestes recerques s'han anat plantejant en els treballs dedicats al tema (ALCOCK-CHERRY, 2014; MAYORAL-SEVILLANO, 2014), i on remetem per als lectors interessats.

A partir d'aquestes premisses, l'estudi del paisatge contempla l'anàlisi de les formes de poblament i ús del sòl per diverses funcions, que es converteixen en aspectes fonamentals. Per això és necessària la sistematització de les informacions proporcionades pels treballs de camp i prospeccions arqueològiques realitzades segons metodologies diverses, des dels reconeixements de llocs prèviament coneguts fins a la prospecció superficial intensiva. La integració d'aquestes evidències i indicadors arqueològics en un SIG permet establir amb claredat les característiques de cadascuna de les ocupacions en trets determinants com l'extensió i l'emplaçament, però prèviament s'ha d'atendre tot un seguit de variables i condicionaments que afecten l'observació del registre i que cal tenir en compte.

Les primeres variables que afecten l'estudi són naturals com les condicions del sòl, o particularitats topogràfiques, climàtiques, edàfiques, o de la vegetació, entre unes

altres, que condicionaran la forma en què es presenta la superfície. La incidència en els treballs de prospecció va des de les condicions de visibilitat del sòl per la vegetació, fins als efectes de lliscament associats a topografia de vessant que expandeixen les dispersions superficials.

Altres factors condicionants de l'estudi del paisatge és la reiteració de l'ocupació sobre els mateixos espais al llarg dels segles que ha anat desdibuixant o esborrant les petjades precedents, dificultant la seua identificació i anàlisi. Especialment sensible en la nostra zona de muntanya mitjana mediterrània ha sigut la creació de terrasses i bancals, fonamentalment en època medieval i moderna, per a la creació del parcel·lari agrícola.

Finalment, altres factors condicionants són les modalitats d'implantació històrica, la intensitat dels usos del sòl i les propietats del registre arqueològic de superfície que es van formar al llarg del temps. D'aquestes condicions de formació derivaran aspectes com la pervivència de restes constructives, la densitat d'aparició de materials mobles o la conformació de dispersions de major o menor amplitud.

Amb tots aquests factors volem oferir alguns plantejaments metodològics i analítics per a l'estudi del paisatge arqueològic. Emprarem com a cas d'estudi per exemplificar les propostes les nostres investigacions a les valls del riu d'Alcoi o Serpis, una comarca muntanyenca al nord de l'actual província d'Alacant (figura 1).

En l'antiguitat constituïa el cor de l'antiga Contestania, on es va constituir un territori presidit per la ciutat de la Serreta durant el segle III a.C. Aquesta ciutat va organitzar un complex sistema de poblament controlat per nuclis d'altura secundaris, els *oppida*, i una densa ocupació rural dispersa. Aquests nuclis camperols, bàsicament granges i llogarets, són una part fonamental per a entendre les formes d'organització del territori antic, tant en el seu període de configuració de les formes d'ocupació rural ibèrica i posteriorment

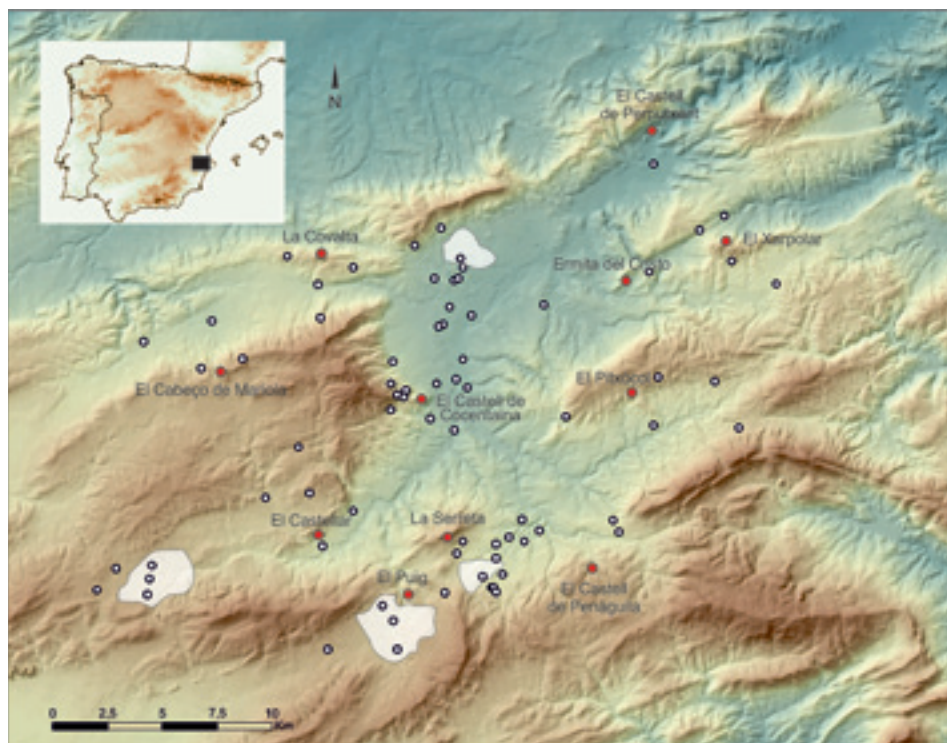


Figura 1. Mapa de l'àrea d'estudi a les comarques de l'Alcoia i El Comtat, amb els jaciments de l'ibèric final i les àrees de prospecció intensiva.

a partir de la seua evolució en època romana. Si en època ibèrica constitueixen un conjunt d'una seixanta assentaments (GRAU MIRA, 2002), en la posterior època romana els tenim constatats en aproximadament cinquanta assentaments que cobreixen la major part dels espais de cultiu de la comarca (GRAU-GARRIGÓS, 2007).

La pròpia naturalesa del registre superficial d'aquestes evidències i els propis processos postdeposicionals que han patit dificulta enormement les possibilitats d'identificació i anàlisi. En aqueix sentit cobren importància les tècniques no destructives amb el suport de tècniques geoespacial i l'adaptació de les quals a les característiques del registre material descrit les fan especialment pertinents.

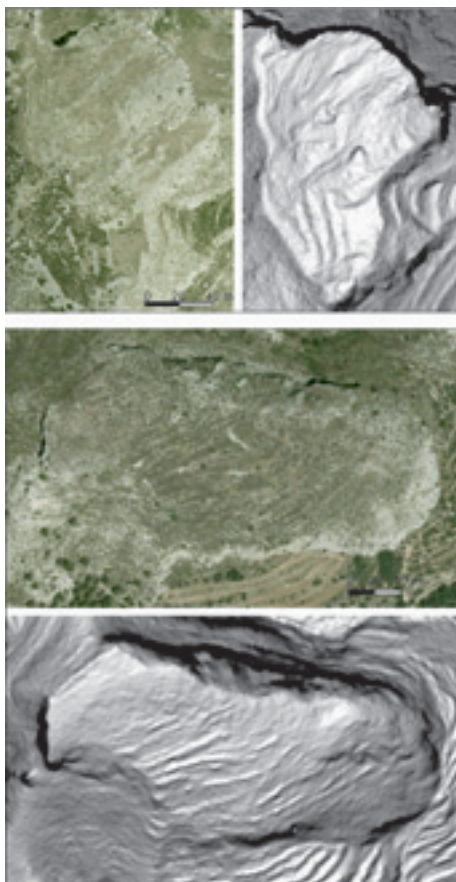
Els llocs arqueològics d'època antiga de l'àrea d'estudi presenten a més una problemàtica específica que requereix atenció a l'hora d'emprendre l'estudi amb tècniques de prospecció. Es tracta de l'existència d'elevats nivells d'aparició

de restes disperses, amb milers de fragments, i que formen amb freqüència amplíssimes catifes de restes ceràmiques que s'estenen per centenars d'hectàrees.

En ocasions són degudes a la superposició de restes ceràmiques d'èpoques diverses com a resultat d'una densa estratificació històrica de llocs rurals de diverses èpoques. En ocasions aqueixes àmplies zones d'aparició són datades en un únic període, la qual cosa ens situa davant processos postdeposicionals i de pràctiques agrícoles que han format aqueixes complexes distribucions espacials de restes. Aquestes circumstàncies obliguen a l'ús de metodologies de recerca arqueològica de superfície amb tècniques múltiples, amb la finalitat d'augmentar la resolució espacial i cronològica de les dades obtingudes. Solament el refinament dels procediments ens permetrà avançar en la comprensió del paisatge rural antic.

Les línies que segueixen tenen com a objectiu explicitar els procediments de

Figura 2.
Exemples de
fotografia aèria i
models digitals de
precisió de dos
poblats fortificats
ibèrics.



recerca que venim desenvolupant en els últims anys per al reconeixement de les ocupacions rurals antigues en la nostra àrea d'estudi (GRAU et alii, 2012; 2014; GRAU MIRA, 2017). Més que un protocol fix de treball, ho entenem com un conjunt de mètodes que ens permeten respondre a objectius específics diversos. Aquests processos de treball s'apliquen amb un cert grau de flexibilitat als contextos concrets d'actuació i a les circumstàncies del estudis, la qual cosa els fan adaptables i poden servir de model a investigacions orientades a altres àrees i períodes, però sota la mateixa pretensió d'entendre el component espacial en la materialitat de l'activitat humana pretèrita.

2. L'ANÀLISIS DE LES FORMES TOPOGRÀFIQUES: L'US DEL LIDAR

L'estudi de les formes topogràfiques del terreny objecte d'estudi és especialment rellevant per als propòsits de reconeixement i anàlisi del paisatge arqueològic.

Per a l'anàlisi topogràfica són especialment útils els models digitals del terreny de detall en aquelles àrees d'interès especial i que requereixen anàlisis detallades de les formes del relleu. Per a açò hem emprat la modelització digital de dades espacials LiDAR d'alta resolució. El LiDAR aerotransportat (*Light Detection And Ranging*) és un sistema actiu basat en un sensor làser que s'instal·la en avions, helicòpters o drons per escanejar la superfície. Aquesta tecnologia permet obtenir una gran densitat de punts de cota amb els que obtindrà una precisions millor que els 15 cm en les cotes preses.

En concret hem treballat a partir del vol LiDAR de l'any 2009 de la Comunitat Valenciana integrat en el Pla Nacional d'Observació del Territori d'Espanya (PNOA). Segons la informació d'aquest programa, les dades van ser obtingudes entre agost i octubre de 2009 amb un escàner ALS50, sobrevolant a una altura mitjana de 1300 m. La freqüència d'escaneig va ser de 32.3 Hz, amb precisions obtingudes amb un error mitjà de 0.03 m. La densitat mitjana dels punts és d'1 pt/m².

Per a crear el MDT (Model Digital del Terreny) hem interpolat els punts de l'últim pols, és a dir, eliminant els punts de vegetació i altres objectes que no pertanyen a la base del terreny, amb diversos mètodes d'interpolació emprant els programes informàtics adients com ArcMap o Global Mapper.

Aquest models digitals del terreny permeten el sobrejat artificial per tal d'observar la rugositat del terreny, que ens resulta especialment rellevant per la nostra recerca per dos aspectes concrets.

D'una banda, freqüentment les anomalies topogràfiques com talussos, línies o formes geomètriques identificables, delaten l'existència d'estructures soterrades.

D'aquesta manera, es poden reconèixer acondicionaments antics del terreny, com plataformes o muralles perimetrals dels poblats d'altura ibèrics, que són parcialment visibles i permeten l'estudi en detall de les formes de l'hàbitat (figura 2).

D'altra banda, la base topogràfica dels terrenys tot sovint disten molt de ser regular i amb camps plans, ans al contrari s'hi solen caracteritzar per l'existència de parcel·les de morfologia irregular, en ocasions amb pendents acusades que han sigut abancalades per al cultiu i amb freqüència solcats pels barrancs locals. Aquestes circumstàncies fan necessari l'anàlisi de la base del terreny per a entendre els sectors que potencialment han sigut afectats per processos postdeposicionals de caràcter natural i antròpic. Entre els primers convé esmentar els processos d'esllavissament de vessant, els sediments del qual en desplaçar-se mouen els artefactes de superfície. Entre els segons hem d'assenyalar els bancals i terrasses de cultiu que han condicionat les zones de cultiu secularment i que són en ocasions testimonis arqueològics dels

camps de cultiu construïts en època medieval o moderna (figura 3).

3. DELS POLÍGONS DE PROSPECCIÓ A LA GEOLOCALITZACIÓ DEL REGISTRE DE SUPERFÍCIE

La metodologia per excel·lència per al reconeixement arqueològic del territori és la prospecció de superfície, que compta amb una sòlida trajectòria d'aplicació arqueològica. De manera general podem distingir dos tipus bàsics de prospeccions, aquelles que el seu objectiu se centra en la identificació de «jaciments», entesos aquests com a localitzacions puntuals del registre arqueològic, i aquelles que entenen la superfície del terreny com un espai continu amb diversos tipus d'ús del sòl, amb evidències que varien en la seua naturalesa i estructura (MAYORAL-SEVILLANO, 2014: 39-42).

En el nostre cas hem optat per aquesta segona opció d'identificació i anàlisi de l'estructura espacial del registre de superfície, per al que l'element de registre

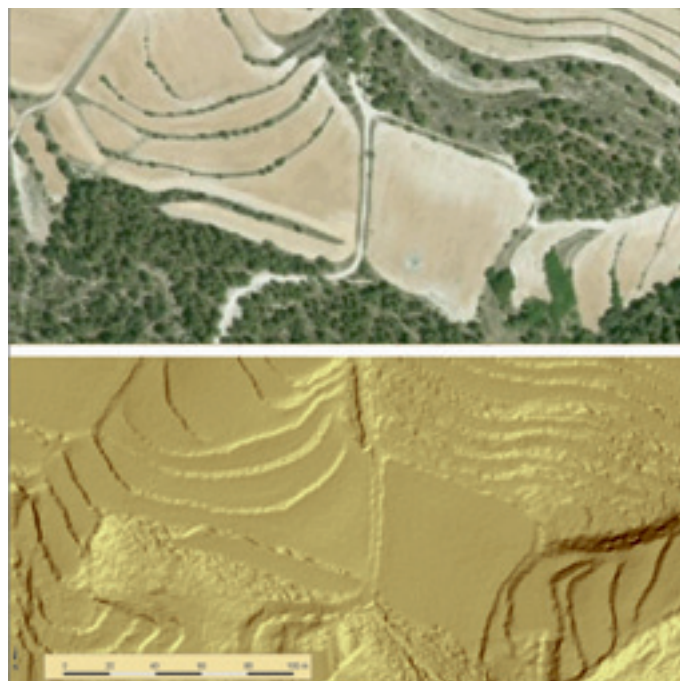


Figura 3.
Exemples de fotografia aèria i model digital de precisió del solar topogràfic del lloc arqueològic de la Torre Redona.

és l'objecte arqueològic. En un segon pas s'analitzen les dispersions de restes per a identificar les majors concentracions, que es poden interpretar com a «jaciments», o llocs d'hàbitat, i oferir altres interpretacions a les zones amb densitats diferents.

Per al nostre propòsit hem desenvolupat una estratègia de cobertura total de la superfície. S'inicia la tasca dividint l'espai en sectors en funció de la parcel·lació actual del terreny, que permet demarcar transectes a partir dels límits visibles en el camp. A l'interior d'aquestes unitats parcel·laries se situen els membres de l'equip de prospecció de forma paral·lela a una distància d'aproximadament 3-4 metres de distància. Els prospectors estan equipats amb receptors GPS d'altres prestacions dins dels equips no professionals. La utilització d'aquests dispositius ens permet marcar els (trajectòries) de recorregut i d'aquesta manera disposar d'una font fidedigna de la superfície coberta en el reconeixement. Els receptors també ens permeten georreferenciar de forma precisa les restes identificades, amb les que podem realitzar un tractament diferenciat. Així podem discriminar les troballes per períodes o identificar els fragments informes i aquelles peces que podem considerar diagnòstiques, la forma i fàbrica de les quals ens permet una adscripció tipològica, cronològica i funcional.

El procés de geolocalització amb dispositius GPS esmentat anteriorment, presenta el problema que no és possible corregir l'error de recepció del senyal. No obstant açò, amb la implantació del sistema EG-NOS el marge d'error es redueix a uns 3 m, distància perfectament assumible per a l'escala de treball i les cartografies produïdes per la dispersió de peces. Aquest sistema de georreferència de les peces està inspirat en les propostes de V. Mayoral i col·legues (2009) que hem adaptat a les condicions i objectiu dels nostres casos d'estudi.

Per il·lustrar les diferències entre els mètodes de prospecció basats en polígons i transectes i el de geolocalització,

anem a emprar el cas d'estudi del Carrascalet (Benifallim, Alacant). En aquest paratge s'hi sabia l'existència d'un lloc arqueològic d'època ibero-romana descobert en els primers treballs de reconeixement del territori en la zona (FAUS *et alii*, 1986) i que recerques posteriors havien anat aportant nova informació en dues línies, es va ampliar el marc cronològic de la seua ocupació i es van identificar dispersions de materials, que dibuixaven orles molt més àmplies que el suposat lloc arqueològic (ESPI, 2001). Amb aquests antecedents vam realitzar una actuació enfocada a reconèixer les particularitats de l'assentament rural, la seua forma, cronologia i el sentit de les amples dispersions espacials de les seues restes. Els resultats han sigut publicats en extens en un altre lloc (GRAU *et alii*, 2012), i en aquest moment volem comentar els avantatges d'una prospecció amb geolocalització enfront a la basada en transectes.

El marc de treball va ser la major part de la finca rural que dona nom a l'assentament, amb una extensió d'aproximadament 18 hectàrees, i amb superfície dedicada aleshores al cultiu d'ordi, i per tant desproveïda de vegetació i amb excel·lent visibilitat del sòl en els mesos d'hivern.

Primerament vàrem fer servir, el mètode de treball basat en la divisió de l'àrea d'estudi en transectes corresponents a les actuals parcel·les de cultiu, en forma de bancals. Així es van identificar dos sectors, denominats A i B, separats per un barranc que soscava la zona per la seua banda central; cada sector es va distribuir en onze parcel·les, numerades de 0 a 10 amb superfície d'entre 800 i 2200 m² (figura 4a). En cadascuna d'aquestes parcel·les es van comptabilitzar els fragments ceràmics per a establir una primera aproximació a la densitat d'aparició de restes. En total es van identificar 4153 fragments ceràmics, principalment d'època ibèrica i romana, encara que també es van localitzar peces de cronologia moderna i materials de construcció, com a rajoles o teules de difícil adscripció cronològica. En concret, en la zona A les proporcions dels materials

van ser de 76 % d'adscripció ibèrica, 11 % romana, 4 % moderna i 9 % de materials de construcció. En la zona B les proporcions són un 57 % de peces ibèriques, 2 % romanes, 33 % modernes i 8 % de materials de construcció.

El resultat va permetre una clara concentració de materials antics, ibèrics i romans, en la zona de vessant que constitueix el sector meridional de la finca, al sud del barranc central. Aquesta zona de densa aparició de restes arribava a concentrar en superfície 6 frags/m². Possiblement era una zona d'assentament antic amb unes dimensions d'1.1 ha (figura 4a).

No obstant açò, aquesta aproximació estava necessitada d'una major resolució espacial i cronològica. El primer dels aspectes, la superfície d'aparició de restes, estava condicionada per la morfologia parcel·laria i oferia unitats excessivament extenses. Respecte al caràcter cronològic de la mostra, la representació conjunta de ceràmiques atribuïdes a èpoques diverses emmascarava les ocupacions de cada fase, creant superfícies que responien a l'agregació de restes a través del temps al llarg d'un lapse cronològic d'aproximadament huit segles, entre els s. II a C i el VI dC, a més d'un soroll de fons d'època medieval i moderna.

Per a corregir aquestes distorsions es va analitzar de manera detallada les restes ceràmiques d'atribució cronològica més precisa. Així, es va procedir a la geolocalització d'aquelles peces ceràmiques amb morfologia identificable, és a dir vores i bases, que permeten adscripció tipològica, cronològica i funcional precisa; aquestes van sumar un total de 611 peces.

Aquest lot de ceràmiques de referència va ser sotmès a una anàlisi detallada des d'una doble perspectiva espacial i temporal. El tractament cronològic va oferir la possibilitat de fitar els marges temporals de l'ocupació en límits precisos, distingint els materials pròpiament ibèrics, datats entre els segles III i I a. C, els pròpiament romans, datats des de finals del segle I a.C.

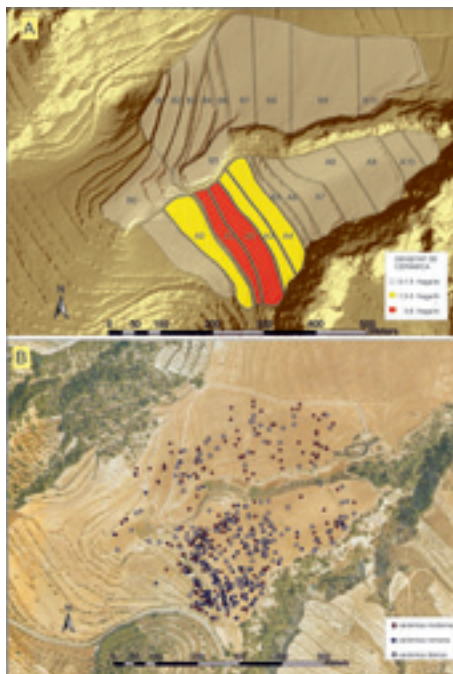


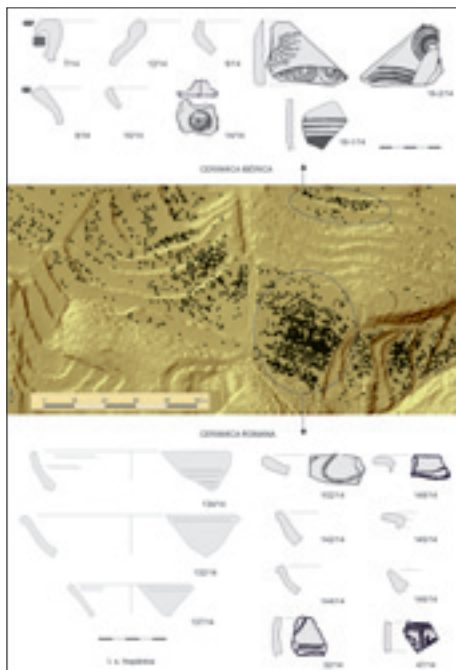
Figura 4. Exemples de cartografia de les dispersions superficials de materials al lloc arqueològic del Carrascalet. Dalt, transecte, baix, per geolocalització de les restes per èpoques. la Torre Redona.

fins al segle VI d.C., distingits en fases i la ceràmica moderna (figura 4b). Pel que fa al seu tractament espacial, vam procedir a la distinció dels períodes ibèrics i romans, mitjançant el cartografiat d'aquestes peces de referència que havien sigut localitzades en el camp amb GPS amb la finalitat d'observar la distribució de les evidències en cadascuna de les fases. Això va permetre distingir on es concentraven les restes de l'ocupació ibèrica i com a l'època romana s'hi produïa un desplaçament a uns centenars de metres.

4. ESTUDI DETALLAT DEL REGISTRE DE SUPERFÍCIE: ANÀLISI CRONOLÒGICA

La precisió espacial que ens ofereix la tecnologia geoespacial disponible hui en dia, ha de correspondre's amb la resolució cronològica que ens permeti seqüenciar períodes i discriminar les fases cronològiques que ajuden a incorporar el temps al nostre estudi. I la precisió temporal descansa en l'estudi detallat dels repertoris ceràmics recuperats, doncs són ceràmiques la pràctica totalitat d'ítems recuperats.

Figura 5.
Geolocalització de
les restes del lloc
arqueològic de
la Torre Redona
i adscripció
cronològica de les
concentracions.



En general, la major resolució cronològica la proporcionen les ceràmiques de procedència mediterrània, les produccions seriades que han estat àmpliament estudiades i que ofereixen lapsos temporals molt estrets. Així les àmfores importades, el vernís negre àtic o itàlic, les vaixelles romanes de *terra sigillata*, entre altres, contribueixen decisivament a l'adscripció cronològica. Malgrat la contribució d'aquests tipus ceràmics, convé assenyalar que la majoria de les peces en els nostres casos d'estudi són ceràmiques ibèriques o de tradició ibèrica, d'adscripció menys detallada. Afortunadament, els avanços en la recerca regional i comarcal han contribuït decisivament a establir les pautes dels repertoris ceràmics de les diferents fases ibèriques (MATA-BONET, 1992; SALA 1995; GRAU MIRA 2002; GRAU-SEGURA 2013). Aquests repertoris ens permeten, almenys, distingir entre les fases ibèriques a grans trets.

L'anàlisi cronològica de les ceràmiques localitzades i la seua localització acurada en determinades concentracions de les zones prospectades permeten distingir

l'existència de jaciments de cronologia distinta en àrees adjacents i que d'altra manera no podrien distingir-se. Així ens ho va mostra un segon cas d'estudi centrat al voltant del mas de la Torre Redona. Allí s'hi observava una forta densitat de materials romans a un sector meridional de la finca i amb algunes aureoles de materials dispersos, en ocasions amb concentracions secundàries. Un d'aquest sector de concentració ens va mostrar l'existència de ceràmiques de dos segles de cronologia anterior, bàsicament ibèriques, (figura 5) a les de la principal ocupació. En tercer lloc hi apareixien materials dispersos i desconnectats espacialment del nucli principal i que impedeixen pensar que son únicament motivats per desplaçament dels sediments.

5. LA INTEGRACIÓ EN UNA PLATAFORMA SIG: EL ESTUDI INTEGRAT

La integració de la documentació obtinguda en els mètodes descrits en un Sistema d'Informació Geogràfica és determinant en la vinculació de totes les fonts d'informació arqueològica mitjançant diferents procediments.

Amb totes aquests dades cronològiques i espacials analitzades podem proposar una distribució de llocs residencials d'èpoques diverses i també atribuir usos agrícoles intensius a les diferents parcel·les de les proximitats dels habitatges (figura 6).

Permet, així mateix, una anàlisi de correlació amb aspectes geogràfics de la zona d'estudi, com a topografia, tipus de sòl, xarxa hidrogràfica...etc.

La proposta metodològica presentada s'articula de forma escalar, de manera que es pot investigar un marc microespacial, com els casos d'estudi analitzats, amb unes superfícies al voltant de desenes d'hectàrees, per a després passar a marcs més amplis com el d'una unitat geogràfica, una vall o una foia. Posteriorment es pot passar al marc de la comarca per integrar

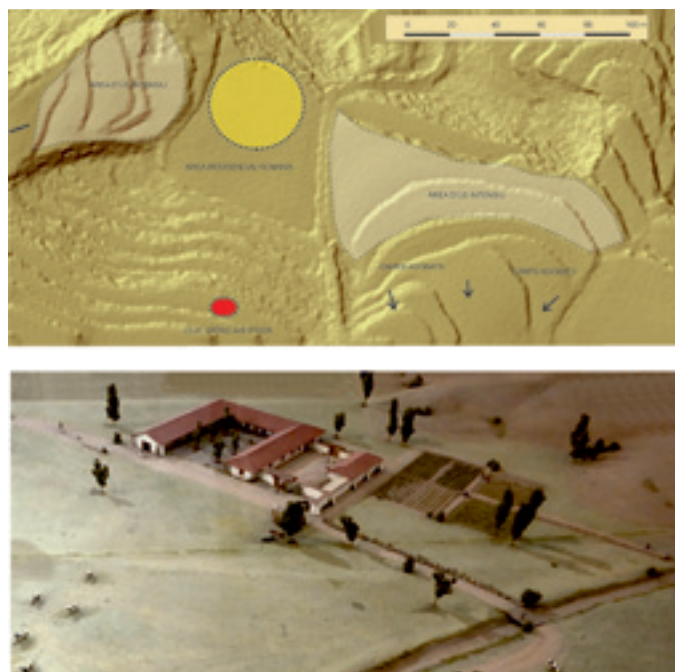


Figura 6.
Interpretació de l'estructura espacial de les restes del lloc arqueològic de la Torre Redona i il·lustració aproximada del seu aspecte.

les evidències de treballs amb mètodes diferents. A partir d'aquesta feina d'integració es poden fer les propostes interpretatives de cadascun dels períodes d'interès.

Per acabar, volem destacar algunes de les interpretacions que ens han permès avançar en la comprensió del paisatge antic, més enllà dels casos concret analitzats.

En primer lloc, cal assenyalar que durant l'ocupació antiga d'aquest espai geogràfic les restes ceràmiques es dispersen per amples terrenys de l'àrea de prospecció, cobrint superfícies que van al voltant de 15 a 20 hectàrees. Aquesta àmplia superfície no pot ser considerada com l'espai d'un poblat, doncs si en algunes zones la densitat és densa, en unes altres la dispersió és molt tènue. Tampoc podem considerar que l'aparició de materials en una superfície tan extensa s'haja degut d'únicament a la dispersió de les evidències d'un assentament per processos postdeposicionals com la llaurada de la terra o desplaçament de vessant. Això no explicaria ni l'amplíssima extensió, ni que les dispersions superen el límits físic que

suposen barrancs o vaguades.

Així cal distingir uns sectors on s'hi produeixen els majors índexs de densitat total, amb una mitjana aproximada de 5 frags/m², que dibuixen àrees on l'alta densitat i la varietat de tipus funcionals, amb ceràmiques de magatzematge, vaixel·la de taula, àmfores i cuina, poden considerar-se les evidències d'antics espais residencials, el que tradicionalment s'hi coneix com "jaciments". Aquests poblats poden tindre extensions variables, de forma que poden estar formats per l'aglomerat de diverses unitats domèstiques i entraria dins de la categoria d'alqueries, definits en altres treballs de síntesi (GRAU MIRA, 2002: 119-136).

Junt als espais que identifiquem com habitatges apareixen un àrees de densitat mitjana de materials, on va poder haver-hi instal·lacions secundàries de caràcter productiu, com corrals, tancats, etc..., on es dipositarien abundants deixalles domèstiques.

Més difícil d'interpretar ens sembla la localització de restes ceràmiques amb

densitat baixa a una distància que pot aplegar a superar els 300 metres dels espais d'habitatge.

En la nostra opinió aquestes evidències disperses no poden interpretar-se ni com a espais d'hàbitat, per la seua escassa densitat, ni com a fruit de desplaçaments postdeposicionals. L'arrossegament per gravetat haguera dispersat les restes exclusivament seguint el sentit del pendent, però és impossible que s'hi dispersen per terrenys tant llunyans i travessats per accidents geogràfics com talussos i barrancs. A més, les restes apareixen a una distància excessiva per a suposar que es van traslladar únicament per efectes d'arrossegaments naturals o trasllat de sediments per al condicionament de terrasses de cultiu en època moderna.

La nostra interpretació d'aquest patró dispers és que es tracta de les evidències de camps de cultiu abonats amb deixalles domèstiques. La fertilització dels terrenys en cultiu, mitjançant aportacions antròpiques de restes de brosses generades en l'hàbitat, hauria des-

plaçat aquests fragments de ceràmiques rebutjades després de concloure el seu cicle d'ús domèstic. Alguns investigadors han plantejat de forma plausible que pogueren tractar-se de restes d'abonat amb deixalles domèstiques (WILKINSON, 1982; BINTLIFF-SNODGRASS, 1988; NUNINGER, 2002: 159-174) i creiem que aqueix és el tipus de pràctiques agrícoles va configurar el patró de dispersions tènues de ceràmiques que s'observen en les prospeccions de la comarca.

D'aquesta manera, les evidències de les dispersions de ceràmiques dibuixen patrons que no només es permeten localitzar els llocs d'habitatge, sinó que ens ofereixen dades per analitzar les formes intenses d'us del sòl que es varen produir en aquestes comarques de muntanya. D'aquesta forma reconeixem les zones conreades, la intensitat de les modalitats agrícoles, la duració de les explotacions agràries i la grandària de les finques. Amb tot això s'obri un interessant panorama per avançar en l'arqueologia rural antiga d'aquest espai de la Mediterrània.

BIBLIOGRAFÍA

- ALCOCK, S. i CHERRY, J., 2004: *Side-by-Side Survey: Comparative Regional Analysis in the Mediterranean Region*, Oxford.
- BARTONCELLO, F. i NUNINGER, L., 2002: "Simulations et modèles d'analyse spatiale. Compte rendu de l'école thématique de Montpellier, 17-21 octobre 2001". *Ager*, 11, pp. 39-46.
- BINTLIFF, J. i SNODGRASS, A., 1988: "Off-Site Pottery Distributions: A Regional and Interregional Perspective", *Current Anthropology*, 29 (3), pp. 506-513.
- ESPÍ PÉREZ, I., 2001: "Noves dades sobre el poblament ibèric i romà a les comarques de l'Alcoià i del Comtat. Les Valls de les Puntetes, Polop, Serpis mitjà i Alcalà", *Recerques del Museu d'Alcoi*, 10, pp. 83-110.
- FAUS BARBERÀ, J., ARAGONÉS, V., FAUS CARDONA, J. i PLA PERALES, R., 1987: *Un catálogo de yacimientos arqueológicos en la montaña alicantina*, Alcoi.
- FLANNERY, K. V., 1998: "The Ground Plans of Archaic States", en FEINMAN, G. M. i MARCUS, J. *Archaic States*, School of American Research Press, Santa Fe, pp. 15-58.
- GRAU MIRA, I., 2002: *La organización del territorio en el área central de la Contestania Ibérica*, Alicante.
- GRAU MIRA, I. i SEGURA MARTÍ, J. M., 2013: *El oppidum ibérico de El Puig d'Alcoi. Asentamiento y paisaje en las montañas de la Contestania*, Alcoi.
- GRAU MIRA, I. i GARRIGÓS, I., 2007: "Aproximació al poblament romà de les Valls d'Alcoi", *Recerques del Museu d'Alcoi*, 16, pp. 113-150.
- GRAU, I., CARRERAS, C., MOLINA, J., SOTO, P. de i SEGURA, J. M., 2012: "Propuestas metodológicas para el estudio del paisaje rural antiguo en el área central de la Contestania", *Zephyrus*, LXX, pp. 131-149.
- MATA PARREÑO, C. i BONET ROSADO, H., 1992: "La cerámica ibérica: Ensayo de tipología", *Estudios de Arqueología Ibérica y Romana: Homenaje a Enrique Pla Ballester*, Servicio de Investigación Prehistórica, Diputación Provincial de Valencia, Trabajos Varios del SIP, 89, pp. 117-174.
- MAYORAL V. i SEVILLANO L., 2014: "Prospección, paisaje y "el gran cuadro" de la historia agraria: una revisión crítica y algunas propuestas", *Comechingonia. Revista de arqueología* 17 (2), pp. 31-56.
- MAYORAL, V. CERRILLO, E. i CELESTINO, S., 2009: "Métodos de prospección arqueológica intensiva en el marco de un proyecto regional: el caso de la comarca de La Serena (Badajoz)", *Trabajos de Prehistoria*, 66 (1), pp. 7-25.
- NUNINGER, L., 2002: *Peuplement et Territoires protohistoriques du VIIe au Ier siècle avant J. C. en Languedoc (Gard-Hérault)*, Besançon.
- SALA SELLÉS, F., 1995: *La cultura ibérica de las comarcas meridionales de la Contestania entre los siglos VI y III a. C.*, Alicante.
- WHEATLEY, D. i GILLINGS, M., 2002: *Spatial technology and archaeology. The archaeological applications of GIS*, Londres.
- WILKINSON, T., 1982: "The definition of ancient manured zones by means of extensive sherd-sampling techniques", *Journal of Field Archaeology*, 9, pp. 323-333.

NUEVAS TECNOLOGÍAS APLICADAS A LA GESTIÓN TURÍSTICA DEL PATRIMONIO¹

Rosario Navalón-García²

1. Esta aportación se inserta en el proyecto de investigación "Nuevos enfoques para la planificación y gestión del territorio turístico: conceptualización, análisis de experiencias y problemas. Definición de modelos operativos para destinos turísticos inteligentes (TTI)" Ref. CSO2014-59193-R. Programa estatal de I+D+i, MINECO, IPs: Fernando Vera y Josep Ivars.

2. Instituto Universitario de investigaciones Turísticas, Departamento de Análisis Geográfico Regional y Geografía Física, Universidad de Alicante. r.navalon@ua.es

1. INTRODUCCIÓN

Es evidente que los avances tecnológicos aplicados a la información y la comunicación (TIC) han variado el modo en que nos relacionamos, trabajamos, investigamos o nos divertimos y, obviamente, también afectan al modo en que se disfruta y gestiona la cultura y el patrimonio. Partiendo de la asunción de la complejidad del contexto social y económico que impulsa estos cambios y de la diversidad de agentes involucrados en ello, con esta aportación pretendemos ofrecer un acercamiento al modo en que se incorporan las TIC en las propuestas turísticas vinculadas al patrimonio, fundamentalmente desde el punto de vista de la gestión.

Es muy frecuente hablar de *gestión turística del patrimonio*, pero éste es un concepto tan empleado como mal comprendido en determinados ámbitos. Según la RAE *gestionar* implica “llevar adelante una iniciativa o proyecto, ocuparse de la administración, organización y funcionamiento de una empresa, actividad económica u organismo”, y también se refiere a “manejar una situación problemática”. Teniendo en cuenta esta definición parece claro que se trata de una línea de intervención compleja que responde a un contexto dinámico y diverso, que se hace más intrincado y poliédrico, si cabe, cuando se refiere a la actividad turística en la que intervienen numerosos agentes con intereses diversos. Hablamos, por tanto, de *gestión* para referirnos a un conjunto de acciones integradas y articuladas en torno a un proyecto previo y a unos objetivos concretos que impulsan una serie de acciones coordinadas para llevarlos a cabo.

Creemos importante remarcar el hecho de que la gestión forma parte del proceso de planificación y, por tanto, conlleva un posicionamiento ideológico ante la realidad a la que afecta, a partir del cual se establecen las líneas de acción prioritarias.

Así pues, cada una de las acciones que en ella se insertan, sean del tipo que sea (también tecnológicas), no debería aplicarse de forma aislada sino integradas en un contexto de acción, o en una cadena de trabajo.

Según lo expuesto, si se desarrolla adecuadamente, la *gestión turística* implica actuar para la puesta en marcha de una estrategia de desarrollo turístico en un área, puesta al servicio de unos objetivos globales, que tienen un sentido y voluntad definida. Éstos pueden asimilarse a una orientación (o política) en torno al modo en que debe realizarse la dinamización turística del patrimonio, por lo que -de forma consciente- asume y se enfrenta a las posibles consecuencias que pudieran surgir, provenientes tanto del ámbito del propio patrimonio como del turismo.

A partir de estas premisas, dentro de las tareas que se asocian al concepto de gestión turística, deberían incluirse de forma precisa cuáles serán las estrategias y programas aplicables a un lugar concreto, reflejando claramente lo que se desea dinamizar o conservar, y cuál será el modo en que se llevará a cabo, así como la manera en que se propiciará la satisfacción y la experiencia que se desea ofrecer al visitante. Siguiendo el hilo del discurso, la *gestión turística del patrimonio* consiste en la aplicación de conocimientos y mecanismos específicos para la transformación de los bienes patrimoniales en recursos culturales-turísticos y su conversión en productos turísticos eficientes y de calidad, capaces de generar beneficios que contribuyan a su propia conservación, en respuesta a unos objetivos previos de desarrollo sostenible y a las necesidades de la sociedad que lo demanda.

Se trata, pues, de un conjunto de acciones premeditadas para la activación del patrimonio que deberían buscar la eficacia y eficiencia, es decir, el logro de sus

objetivos con el menor empleo de recursos posible. Además, éstas han de tener capacidad para generar procesos de transformación positiva del medio y la sociedad en que se insertan, así como de impulsar el liderazgo de la localidad en un contexto enormemente competitivo. En ambos casos, la eficiencia y el liderazgo, suele asociarse a la incorporación de estrategias de innovación.

Pero el concepto de innovación, que etimológicamente significa cambiar o incorporar novedades y que, según Schumpeter, podría implicar la creación de nuevos productos, el aprovechamiento de recursos diferentes, la identificación de mercados diferentes, o la incorporación de nuevas formas de organización o métodos de producción, muchas veces se simplifica y asimila únicamente al uso de la tecnología en distintos ámbitos. Resulta frecuente que se hable de innovación del destino turístico para referirse a la incorporación de programas y herramientas digitales, fundamentalmente relacionados con la información y la comunicación, o más recientemente vinculados con la monitorización de elementos, o el Big Data, entre otras. Pero se obvia muchas veces que un destino innovador e inteligente (SEGITTUR, 2015) debe prestar atención también a otros aspectos fundamentales, como las acciones en pro de la sostenibilidad, las mejoras en la movilidad o la accesibilidad, por ejemplo.

Nos encontramos inmersos en la Sociedad de la Información (CASTELLS, 2002), en la que la comunicación electrónica tiene un alcance global y se halla altamente integrada en todas las facetas de la vida con una intensa interactividad e interconexión. Es innegable que en el terreno turístico la tecnología puede contribuir a mejorar la percepción que se tiene de un destino gracias a estas herramientas. A menudo se plantea la incorporación de la innovación a través de la tecnología con la intención de los usuarios puedan mejorar su experiencia de viaje, con herramientas que ofrecen información previa al desplazamiento e in situ, que facilitan la gestión

del viaje y que después de él favorecen la comunicación de lo vivido con su entorno. Por ello se presta atención a la instalación de Wi-Fi gratuito, o al diseño de páginas web y aplicaciones de todo tipo.

En este contexto, no es de extrañar que el empleo de las TIC en el proceso de activación del patrimonio con fines recreativos o turísticos se conciba como una acción fundamental para atender a las nuevas preferencias de una demanda, habituada al uso cotidiano de dispositivos electrónicos y de aplicaciones en todos los ámbitos, sean públicos o privados. Sin embargo, no debería dejarse de lado la cuestión fundamental de que para que se produzca la satisfacción durante el disfrute turístico y recreativo, que luego pueda ser comentado en las redes sociales, es necesario que existan verdaderos productos turísticos; pues resulta evidente que el uso de la tecnología, por sí misma no puede atraer ni satisfacer a la demanda, ni puede mantener un posicionamiento competitivo en el mercado, al no proporcionar verdaderas experiencias de viaje patrimonial.

A partir de lo expuesto sobre lo que implica la gestión turística del patrimonio y sobre el uso generalizado de las tecnologías, consideramos interesante preguntar si, en términos generales, se están empleando las TIC de forma adecuada y si realmente las nuevas propuestas de presentación del patrimonio a partir de la tecnología resultan eficaces y se integran en el proceso de planificación y gestión. A nuestro entender, puede resultar interesante reflexionar sobre si la innovación que se desea incorporar a la activación turística del patrimonio resulta adecuada y útil en el proceso de creación y gestión de los nuevos productos, de forma que respondan realmente a las necesidades de los destinos turísticos y a las motivaciones de la demanda.

Es obvio que las mejoras técnicas y de la tecnología en el campo de la investigación, conservación y presentación del patrimonio al público ofrecen un enorme abanico de posibilidades y un potencial

incuestionable, que requiere análisis específico. Pero cabría preguntarse si en el terreno recreativo y turístico se incorpora la tecnología de forma racional en todas las fases de la cadena de valor del producto; es decir, si la innovación y la tecnología se integra en el proceso de planificación y gestión, o si se trata de una moda que se aplica sin un análisis adecuado en las etapas finales del proceso y sólo con criterios finalistas y escasa reflexión. Ese es el enfoque de esta aportación.

2. CONTEXTO TURÍSTICO

Desde la década de los años 60 el turismo ha registrado una secuencia imparable de crecimiento, que ha sabido sobreponerse a las crisis económicas y financieras mundiales. Los indicadores sobre volumen de llegadas turísticas, inversión, crecimiento de la oferta e ingresos por turismo no han dejado de crecer, tanto a escala internacional como nacional, con porcentajes anuales promedios en los últimos años entre el 3 y 4%, según la Organización Mundial del Turismo (OMT). Ello demuestra que se trata de un sector con una capacidad de crecimiento y de resistencia incuestionable, pese a los retos y crisis a los que se ha enfrentado, particularmente los relacionados con la seguridad, o las incertidumbres políticas y económicas en los últimos tiempos.

El turismo mundial registró en 2016 el récord de 1.235 millones de viajeros internacionales según la OMT, lo que supone un incremento del 3,9% respecto al año anterior, fundamentalmente gracias a la pujanza de los destinos emergentes. No obstante, también en la región turística de Europa, que supone más del 50% del movimiento turístico mundial, se registran incrementos importantes en todas las variables, aunque sus cifras de partida son muy superiores a otros espacios en desarrollo.

En Europa, y también en el ámbito español y valenciano, que ya cuentan con un posicionamiento excelente, los ma-

yores aumentos porcentuales se dan en productos no tradicionales en los que el principal atractivo ya se relaciona únicamente con el atractivo litoral y el clima. Experimentan llamativos incrementos las ofertas de productos o nuevas formas de consumo recreativo vinculados al patrimonio cultural y natural, así como el desarrollo de propuestas turísticas específicas que incorporan actividad, experiencias y posible interacción entre la oferta y la demanda. Esta es la cuestión que interesa destacar. También en el entorno de la Comunidad Valenciana, los indicadores turísticos indican este tipo de crecimiento. A pesar de su larga trayectoria en el sector, fundamentalmente centrada en el producto consolidado del turismo de sol y playa de carácter residencial y extensivo, con una manifiesta polarización espacial y una concentración temporal que genera desequilibrios territoriales y disfunciones, se trata de una comunidad que crece a un ritmo superior a otras.

A lo largo de más de sesenta años de desarrollo, la actividad turística ha demostrado su capacidad dinamizadora de las economías locales y el efecto multiplicador de las inversiones que en ella se hacen. Por ello es frecuente que, tanto administraciones públicas como entidades privadas, planteen la necesidad de incrementar la inversión en el desarrollo de actividades turísticas o recreativas. El argumento a menudo es el de propiciar la diversificación económica del lugar y lograr un nuevo impulso que redunde en beneficio de la sociedad, con la creación de puestos de trabajo y la posible llegada de inversiones.

En los últimos años, el notable crecimiento del turismo que se desarrolla a partir del patrimonio cultural se explica por el hecho de que estas nuevas ofertas son capaces de conectar las expectativas de la demanda con las tendencias de producción de nueva oferta turística de los destinos, que se alejan de la estandarización de los productos en busca de la diferenciación en un entorno enormemente competitivo.

Tanto para espacios turísticos consolidados, que pretender mantener su posición en el mercado, como las áreas no turísticas que aspiran a crear una fuente de ingresos complementaria a las rentas tradicionales procedentes de otros sectores, la dinamización del patrimonio parece ser la clave de la mejora de la competitividad urbana, en sentido amplio, que puede afectar a su crecimiento económico y social y a la calidad de vida de los residentes. Así es como la activación de los recursos patrimoniales con fines recreativos o turísticos, es decir, tanto para residentes como para visitantes, se entiende muchas veces como una medida, que puede contribuir a generar un entorno físico, tecnológico, social, ambiental e institucional propicio para atraer y desarrollar actividades generadoras de riqueza y empleo.

De este modo, con la incorporación de los elementos del patrimonio natural y cultural, en los destinos turísticos ya consolidados se busca la diversificación de su cartera de productos o la diferenciación respecto a sus competidores, como nuevos recursos de atracción para la demanda turística ya presente o para nuevos visitantes. Si se conoce la existencia de elementos de potencial atracción de visitantes, también en los lugares hasta ahora no integrados en el mercado turístico, sean del interior o del área de influencia de los destinos turísticos ya consolidados, se ponen en marcha estrategias para la activación recreativa de éstos y, en el mejor de los casos, para la creación de productos turísticos.

Ello explica que la presión sobre los elementos patrimoniales con potencialidad de uso turístico se ha intensificado en los últimos años de forma evidente debido a factores, internos y externos, que no podemos abordar de forma exhaustiva, pero que de forma sintética podrían ser:

a) En buena parte de los destinos turísticos consolidados de España, se asiste a un aumento general de la presión turística, con un aumento de la demanda, tanto internacional como interna, vinculada a

un aumento del tiempo libre y de la capacidad de consumo. El abaratamiento de los medios de transporte y, consecuentemente, la reducción de distancias entre el mercado emisor y espacio receptor favorece este aumento, y por ello la respuesta por parte de los destinos se da con el incremento de la oferta tradicional y pero también del número de nuevos productos a disposición del visitante.

b) Por otra parte, los municipios que se dedican a la actividad turística o aspiran a hacerlo buscan nuevos argumentos para resultar más competitivos en un mercado global. Para ellos la activación de los recursos del patrimonio supone una clara oportunidad, que además puede generar una diferenciación en el mercado, difícil de conseguir con otras acciones que generan ofertas a partir de proyectos *ex novo*.

c) Simultáneamente los perfiles del turista y del consumidor de recursos culturales se diversifican y se hacen más exigentes a partir de su experiencia previa;

y d) las instituciones que gestionan el patrimonio cultural buscan aumentar su público de forma paralela a la ampliación de sus funciones en las que, además de las tareas propias de la investigación, documentación y gestión del patrimonio, o la restauración y conservación, cobran especial relevancia las tareas de divulgación y difusión para distintos públicos.

Desgraciadamente, en buena parte de los casos, la respuesta a esta presión por parte del sector, la demanda y las instituciones, no es la creación de productos turísticos a partir del patrimonio a partir de unos objetivos globales para la puesta en marcha de nuevas iniciativas. Pese a ser fundamental, la planificación previa adecuada y la gestión es una cuestión que no se contempla y esta improvisación, obviamente, también se refleja en la incorporación de las TIC en la puesta en marcha de los nuevos proyectos.

2.1. Turismo cultural en la Comunidad Valenciana

Resulta obvio en el contexto de esta región que el principal atractivo turístico desde el despegue del turismo de masas se relaciona con el clima y el mar, y ese seguirá siendo el principal productos de los destinos consolidados. Sin embargo, tal y como se comentaba, los cambios sociales han dado paso a una sociedad más diversa y con distintos niveles de sensibilidad hacia la cultura en las motivaciones de viaje, como estudiara Silberberg (1995). En esta región turística podemos encontrar desde personas sumamente motivados por la cultura, hasta las no motivados en absoluto, pasando por los turistas culturales accidentales, o por las personas motivadas en parte, lo que nos lleva a afirmar que hay razones más que fundadas para hablar de un tejido adecuado para que se produzca un notable crecimiento del turismo cultural (NAVALÓN-RICO, 2016). (figura 1)

Atendiendo al volumen de inversión pública dirigida a la creación de ofertas basada en el patrimonio y el turismo cultural, parece evidente que mientras puede hablarse de un estancamiento o muy débil crecimiento de los productos tradiciona-

les vinculados a la costa, al sol y playa, se asiste a una evolución positiva mucho más acelerada en las propuestas centradas en el patrimonio. De ese modo, puede hablarse de que los productos de turismo cultural se sitúan en la etapa de desarrollo y expansión, dentro del ciclo de vida del producto turístico de Butler (1980), lo que implica un incremento de la inversión tanto endógena, como externa y un volumen creciente de turistas, que pone en el punto de mira a este tipo de turismo como fórmula de futuro.

Por la especialización turística de esta región, simplificando de forma consciente la teoría de Silberberg antes citada, en la Comunidad Valenciana pueden distinguirse dos tipos de turista cultural, con rasgos bien diferenciados, en función del grado de motivación estrictamente cultural que le impulsa a viajar. En primer lugar, podemos hablar del turista cultural en sentido estricto para referirnos a aquellos que se desplazan hacia lugares en busca de experiencias relacionadas con la cultura y los recursos patrimoniales. Por otra parte encontramos al turista vacacional-cultural (Agència Valenciana de Turisme, 2014),

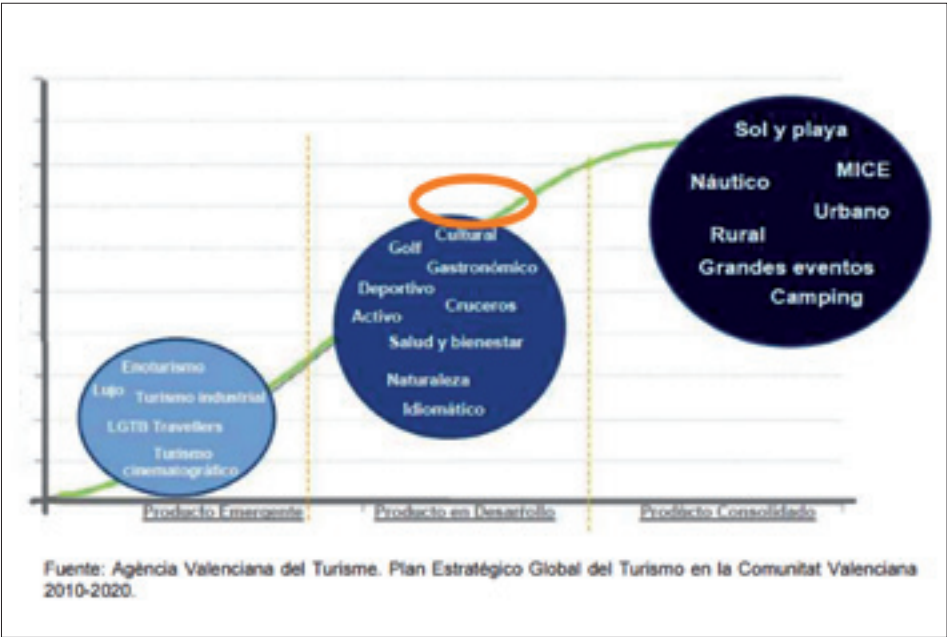


Figura 1.
Ciclos de vida
de los productos
turísticos en
la Comunidad
Valenciana

que viaja a un destino con una motivación fundamentalmente vacacional, vinculada al producto sol y playa, pero que realiza ocasionalmente actividades culturales. Éstos últimos son los predominantes en esta región y en otros espacios litorales, pero no ha de entenderse de un modo negativo en absoluto.

El hecho de que los municipios de la Costa Blanca, en los que puede encontrarse una notable diversidad de recursos patrimoniales, dispongan de un importante volumen de visitantes y turistas, supone una indiscutible oportunidad. La demanda turística ya se encuentra en el lugar en el que se da la oferta, no es preciso hacer el esfuerzo de atraerla al destino, y sería inteligente poner en marcha acciones adecuadas para ofrecer una especie de *cross-selling* o “venta cruzada” de forma consciente y racional. De este modo, en los destinos tradicionales se podrían crear ofertas de turismo cultural que resultaran de interés a ese visitante, que ya se encuentra en la Costa Blanca atraído por el clima y el litoral, pero que puede descubrir otras opciones y disfrutar los valores del territorio, mejorando su experiencia al poder personalizar su viaje (Navalón, Rico, 2016). El reto, por tanto, estriba en ser capaz de generar propuestas, acordes a los requerimientos de la demanda, a partir de los recursos disponibles y hacerlo de la manera más adecuada, con el empleo de la tecnología o sin ella.

Según el citado estudio de la AVT sobre turismo cultural para 2013, del total de visitantes de la Comunidad Valenciana, que corresponden a esta última modalidad de turista vacacional-cultural, más del 40% realizaron visitas culturales (9,3 mill según datos de Turespaña), con un predominio de nacionalidad española (77,4%). Una cifra nada desdeñable, pues aunque no vinieran expresamente a disfrutar del patrimonio realizarían consumos asociados a él y generaron un efecto multiplicador positivo. Conviene, no obstante, conocer el perfil del turista estrictamente cultural, que todavía afecta a un porcentaje muy reducido del total, que no alcanza el 2%,

pero que resulta muy interesante, pues presenta un nivel de gasto superior, 94,7€ frente a los 76,1 € del turista vacacional (AVT, 2014). Es un turista que viaja en pareja (53%), en automóvil (60%) lo que le da autonomía para moverse en el territorio, y que elige alojamiento comercial reglado en casi la mitad del total. Suelen visitar monumentos, centros históricos y museos, y realizan degustaciones de gastronomía local. De todos los datos disponibles destacamos especialmente el referido al modo en que consiguen la información, pues mayoritariamente internet es su principal canal de información antes del viaje y en destino, y además emplean los puntos de información turística. A nuestro entender esta es una cuestión fundamental.

Resulta paradójico que mientras los turistas son presentados como la pieza clave de toda política en la materia, pocas veces se analizan las sus necesidades y comportamiento, y tampoco se toma en consideración su opinión acerca de la gestión de los destinos turísticos (PEARCE-SCHÄNZEL, 2013). Por ello creemos que es preciso revisar las tendencias globales del sector turístico, en las que la tecnología está cada vez más presente.

2.2. Tendencias generales del sector turístico

Según las referencias de la World Travel Monitor: Global Travel Trends IPK de 2013 y de 2016-17, de entre las principales tendencias del turismo, hay algunas que pueden conectarse directa o indirectamente con el tema que tratamos, y que conviene tener presentes.

a) La mayor preocupación por la seguridad tras los atentados terroristas en el espacio europeo implica ciertos cambios en los hábitos de viaje. Sin embargo, un reciente estudio (WTM, 2016-17) indica que un 29% de los viajeros seguirán viajando al extranjero, pero sólo a destinos que perciben como “seguros”. En este caso España y la Comunidad Valenciana,

obtienen una ventaja comparativa que resulta interesante mantener y potenciar a través de una comunicación adecuada.

b) Desde hace unos años se detecta que los períodos vacacionales se hacen más cortos y frecuentes, con incremento en el número de viajes de fin de semana y de una a tres noches de duración. Por cuestiones de optimización del tiempo disponible, ello implica que crece el número de viajes de corta distancia, de ámbito regional o de proximidad al ámbito doméstico. Incluso, para estudios sobre el segmento de demanda *millennial*, más sensibles a la cuestión económica, se habla incluso de “staycations”, que implica disfrute de prácticas de ocio vacaciones en el contexto inmediato al área de residencia habitual. De nuevo esta tendencia ofrece oportunidades para la dinamización recreativa del patrimonio cultural que se encuentra próximo a los espacios urbanos e industrializados de la región, o que se sitúan en el área de influencia de los centros turísticos tradicionales valencianos.

c) De forma generalizada se registra un retraso en la formulación de reservas, un decrecimiento del uso de formas tradicionales de intermediación, a través de agencias de viajes, y un claro incremento del uso de Internet. Según este observatorio, internet ha aumentado su dominio como canal de reservas hasta el 65%, frente al 24 % de la cuota de mercado de reservas para las agencias de viajes. Resulta interesante también el hecho de que las reservas a través de móviles tienen un crecimiento muy acelerado, aunque se trate todavía de porcentajes reducidos que no alcanzan el 2%. Todo esto hace evidente que una de los cambios detectados en el turismo sea el cambio de rol de las agencias de viaje tradicionales y la necesidad de replantear su función ante una demanda experimentada, variable, espontánea y fragmentada, en busca de destinos de nicho centrados en motivaciones muy específicas y, muchas veces, con escaso margen de previsión.

d) El hecho de que los viajeros tengamos

más experiencias de viaje hace que nuestro nivel de exigencia sea superior, lo que obliga a entidades y empresas oferentes de servicios turísticos a ofrecer una adecuada relación calidad precio. Y esto también implica que tanto empresas como destinos deban incorporar una tecnología que presente un funcionamiento óptimo y se adecúe a las necesidades básicas del usuario, habituado a esos servicios de red en su lugar de origen. De ahí la relevancia de disponer de una buena conexión a la red o bien de un servicio Wi-Fi de calidad y gratuito en los destinos turísticos.

e) El viajero experimentado tiende a buscar de forma autónoma, sin apenas intermediación, los componentes del viaje vacacional en forma de paquetes parciales o de compras independientes que sólo incluyen una parte del servicio; sea el viaje o el alojamiento. El resto de elementos de la experiencia turística que se incluían en las fórmulas tradicionales (comidas, entradas a los elementos patrimoniales, excursiones in situ, o servicios de guiado) se buscan individualmente, debido en buena medida a la mayor destreza y conocimiento de la demanda en las búsquedas web y a la ingente información disponible en la red que puede consultarse en el origen del turista sin dificultad.

f) Se detecta una preferencia por destinos que realizan una comunicación más emocional que cargada de información. El tipo de destino turístico o el producto mayoritario de la zona ya no es tan relevante como la experiencia que se promete. Relacionado con ello, se asiste a un mayor interés por vacaciones que ofrezcan la posibilidad de participar, interactuar con la población residente y de disfrutar de vivencias memorables, como la inmersión en la cultura local o en contacto con la naturaleza. Estas serían las pautas que nos permitirían hablar del denominado turismo creativo (Richards & Raymond, 2000) en el que la expectativa central del viaje se centra en la participación activa del visitante, en su relación de aprendizaje sobre las actividades y el patrimonio como un paso que va más allá del turismo

cultural. Y en esta tendencia la comunicación fluida entre oferentes y solicitantes que proporciona la tecnología también es pieza fundamental.

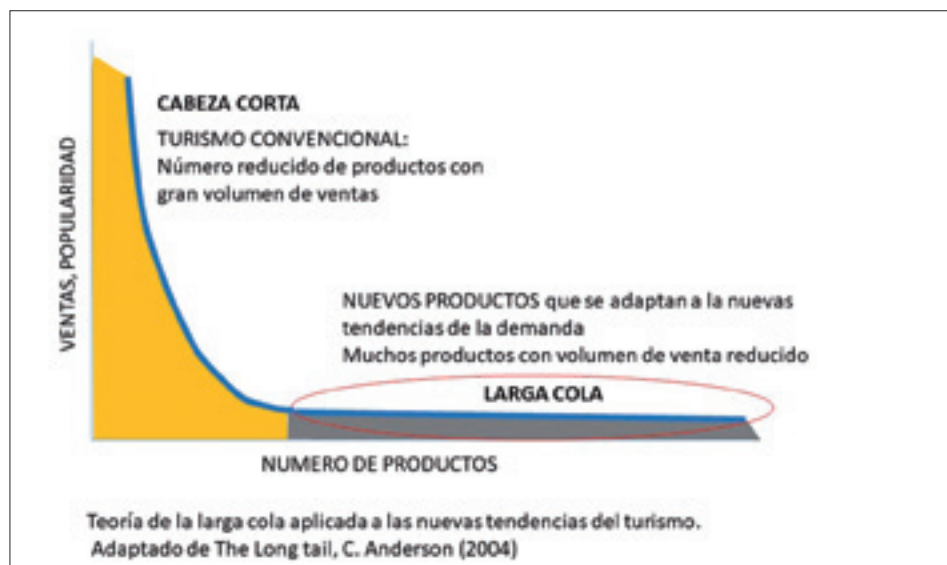
g) También se observan cambios en los modelos de negocio del sector: bien por la integración vertical de las estructuras de servicio turístico que abarca todos los subsectores (desde el alojamiento, hasta las compañías aéreas, pasando por la intermediación); o bien por la aparición de nuevas iniciativas empresariales de reducido alcance, que surgen y pueden llegar al mercado gracias a la generalización de la tecnología. En el extremo de la reducción de la intermediación, resulta incluso conveniente citar también el auge de la llamada economía colaborativa (BOTS-MAN-ROGERS, 2010) que conecta a particulares que desean realizar intercambios de servicios turísticos y que se valen de la tecnología para hacer posible su funcionamiento.

A nuestro entender, de todas las tendencias citadas que han modificado la forma en que se produce, se comunica y se disfruta el turismo, la evolución de la tecnología es sin duda el elemento más disruptivo, pues afecta a todas estas etapas de una forma drástica y además alcanza a

una parte fundamental de los elementos que conforman el sistema turístico.

A pesar de lo expuesto, el cambio de tendencia no tiene porqué implicar la desaparición de las propuestas turísticas tradicionales centradas en servicios básicos. De hecho muchos de ellos, como comentaremos a continuación, son insustituibles. Pero sí creemos conveniente que se incorporen variaciones en las nuevas propuestas y se adapten las ya existentes, a tenor de las preferencias de la demanda y las nuevas necesidades del sector. Parece evidente que en respuesta al contexto citado pueden (y deben) surgir nuevos productos especializados, con capacidad de diferenciación y que, gracias al uso de las TIC se simplifican algunos aspectos de la comunicación, la gestión y la conexión efectiva con el mercado. En el contexto turístico maduro y consolidado de la Comunidad Valenciana, a nuestro entender lo natural sería optar por la combinación de la cartera de productos turísticos en la que a las propuestas tradicionales, orientadas a una demanda mayoritaria, se unieran otras más novedosas que buscan la diferenciación, centrándose en segmentos de demanda concretos a los que se ofrece un servicio adaptado a sus necesidades.

Figura 2.
Teoría de la "Larga cola" aplicada a las nuevas tendencias del turismo. Fuente: Adaptado de Th Long Tail, C. Anderson 2004



El resultado sería una oferta más diversificada, basada en el concepto de "larga cola" (ANDERSON, 2006), según el cual las empresas (destinos) pueden obtener un rendimiento similar o superior al del mercado/producto mayoritario, con el desarrollo de pequeñas propuestas adecuadas a las necesidades del mercado, aprovechando las ventajas del mercado digital. De hecho, los tres vectores que argumentan esta teoría son la democratización de la producción, la simplificación de la distribución, y la fluida conexión entre la oferta y la demanda, posible gracias a buscadores, comunidades de usuarios, filtros, o recomendaciones, etc. que se han visto impulsadas por el uso de las tecnologías. (figura 2)

Un aspecto interesante de este concepto es que puede ser aplicado en los destinos turísticos maduros y desarrollados en sus estrategias de diversificación, a partir del patrimonio o no. Pero también resulta interesante en las áreas de incipiente desarrollo turístico o que desean impulsar iniciativas en este sector, sea en áreas de interior con patrimonio natural y cultural o en lugares en los que la existencia de recursos de una limitada relevancia no ha permitido desarrollar propuestas de desarrollo turístico de gran alcance.

3. LA INCORPORACIÓN DE LA TECNOLOGÍA EN EL SISTEMA TURÍSTICO

Dado el carácter poliédrico del turismo, para comprender mejor su esencia y funcionamiento desde mediados del siglo XX han sido numerosos los investigadores que han creído conveniente abordar su estudio desde una perspectiva sistémica, ya que los elementos que explican su naturaleza se encuentran tanto en el lugar de origen de los turistas como en el propio destino; y éstos además pueden estar directamente vinculados con el sector o bien pueden ser piezas que le afectan de modo tangencial según la dinámica del contexto social y económico. La complejidad organizativa del sector turístico hace oportuno su análisis como un sistema,

que se presenta dinámico, cambiante y abierto, y con carácter adaptativo evidente. De hecho, como hemos mostrado anteriormente, las distintas tendencias de producción y consumo se ven reflejadas en éste de un modo temprano y arraigan en él de forma rápida, evolucionando de maneras muy interesantes.

Según se ha mostrado en la descripción de las tendencias del sector, resulta evidente que si se desea resultar competitivo en el mercado global es necesaria la introducción de cambios drásticos en la manera de crear, ordenar y gestionar los destinos turísticos, con el fin de conseguir una mayor rentabilidad y una mejor eficiencia en el aprovechamiento de los recursos disponibles. Se habla con frecuencia de que este cambio de dirección se ha de lograr gracias la innovación del sector, y estamos de acuerdo. Pero, ¿en qué aspectos de la actividad debe darse la innovación y la incorporación de la tecnología?

Ya se ha expuesto que a nuestro entender el concepto de innovación no sólo debe ceñirse a la incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación, a la monitorización de procesos o a la automatización de servicios, aunque sean elementos fundamentales en nuestro tiempo. Para incorporar correctamente la innovación creemos básico que se entienda adecuadamente el concepto, la estructura y el funcionamiento del sistema turístico, ampliamente tratada en la bibliografía del turismo. Con el fin de resultar operativos, autores como Vera, López, Palomeque, Marchena y Antón (2011), entre muchos otros, plantearon la agrupación de los elementos que conforman este sistema turístico en cuatro grupos: a) el grupo referido a la demanda, al turista que elige un lugar, que consume y que además decide sobre variables como la intermediación turística, los medios de comunicación e información preferente y que se ven influidos por el contexto social, político y económico; b) el que se relaciona con el propio destino turístico y con los recursos de atracción turística que se ha-

llan imbricados en la sociedad local, y que son gestionados desde la administración pública tanto para visitantes como para residentes; c) como conectores entre los dos grupos fundamentales ya citados, se encontrarían los mecanismos de comercialización y promoción, de carácter público y privado, y d) no ha de olvidarse el grupo de elementos que hacen posible la movilidad y accesibilidad, referidos a los transportes, infraestructuras y medios que permiten la conexión entre la oferta y la demanda. (figura 3)

En los últimos años, prácticamente en todos los elementos y subsistemas que conforman la realidad turística la introducción de la tecnología ha supuesto una revolución que ha variado las pautas de producción, comunicación, transporte y consumo. Sin embargo, la profundidad de los cambios y la eficiencia lograda con su aplicación no ha sido la misma en todos ellos. En el momento actual, buena parte de los destinos turísticos centran sus acciones en tecnologías que fundamentalmente se dirigen al uso por parte de la demanda en el propio destino turístico de recepción, sea a través de las aplica-

ciones que pueden manejarse desde los *smartphones*, sea con el servicio que puede ofrecer su web oficial, o sea facilitando la conexión de los usuarios por medio de una red Wi-Fi abierta y gratuita.

De forma frecuente queda en un segundo plano la inversión en la innovación que afecta a la planificación y gestión de los propios recursos, para optimizar el resultado de su aprovechamiento turístico en el tiempo y en el espacio, o para mejorar la eficacia de la oferta turística y de las infraestructuras, que podría obtenerse, por ejemplo, con el trabajo ordenado a partir de centrales de reservas, cuentas oficiales de redes sociales del destino con una gestión ágil a modo de *call center*, o con la incorporación de nuevos sistemas de información más tecnológicos capaces de mejorar la gestión de los recursos, o la movilidad de los viajeros hacia el destino y dentro de él. Todo ello haría más competitivos y sostenibles los destinos turísticos.

La razón de esta prioridad de atención en las TIC para la demanda en destino puede estar relacionada con la valoración inmediata de los usuarios, que encuen-



Figura 3.
Síntesis de los componentes del sistema turístico
Fuente: Elaboración propia a partir de Leiper (1990)

tran satisfacción con la comunicación multicanal, la rapidez y la aparente inteligencia del destino, que parece haber contemplado estas necesidades tecnológicas en forma de diversas aplicaciones, en ocasiones poco útiles. Pero no puede perderse de vista que la gestión turística del destino turístico debería acometer en primer lugar los procesos de planificación, gestión, innovación y desarrollo que realmente necesita el lugar, basándose en las necesidades reales de cada subsistema. Por supuesto que es sensato ofrecer servicios e información a la demanda, antes, durante y después del viaje; pero también lo es trabajar para hacer sencilla la accesibilidad entre el espacio emisor y el receptor, o el intercambio de bienes y servicios y, por supuesto, poner el acento en organizar y gestionar adecuadamente todos los recursos para hacer posible la existencia de productos eficientes capaces de dinamizar el patrimonio, en el sentido que se comentaba al inicio de esta aportación.

Es cierto que el nuevo turista: experimentado, independiente, multimotivacional e hiperconectado, que antes describíamos, desea controlar toda su experiencia de viaje y que los dispositivos móviles pueden contribuir a ello. En 2013 el estudio “el viajero social” (Territorio creativo, 2013) ofrecía una visión completa de cómo actúa el nuevo turista, que consulta 22 sitios web antes de reservar, y que usa su *smartphone* antes, durante y después del viaje en las etapas de inspiración, planificación, reserva y compra, experiencia y post-experiencia. Es obvio que la tecnología ha cambiado la forma en que el turista busca la información, planifica y organiza sus viajes y la forma en que se relaciona con el destino turístico. Parece lógico pues que la tecnología deba conectar todos los elementos de la cadena de valor del producto turístico, que se sitúa además en un contexto territorial y patrimonial. No es algo que se deba incorporar de forma aislada al contexto del sistema turístico y sólo en alguno de sus componentes. De ahí la importancia de la planificación y la gestión en conexión con unas

metas previas. El objetivo básico que se persigue con la gestión turística (del patrimonio, en este caso) y su dinamización en busca de un desarrollo social y ambientalmente sostenible, no puede desdibujarse ante la presión por la incorporación de esta innovación que parece ha de ser necesariamente tecnológica.

En la planificación para la creación de nuevos productos turísticos no debe fallar el conocimiento sobre el mercado potencial y la identificación de sus necesidades, y en este terreno también debería emplearse la tecnología. A modo de ejemplo sobre incorporaciones tecnológicas en los elementos de la cadena de servicio que son poco visibles, pero que a su vez resultan fundamentales:

a) Se recomienda invertir en la mejora de CRM (*Customer relationship management*) para la captación de datos sobre potenciales clientes que pudieran ser integrados en acciones de distribución y en las redes sociales, con el fin de ofrecer los servicios que mejor se adapten a su perfil, pudiendo así generar una experiencia más satisfactoria.

b) Otro ejemplo de innovación necesaria puede ser la inversión en CMS (*Content Management System*), que de forma planificada trabaja para identificar los contenidos más adecuados para las páginas web, que no sólo han de contener informaciones sobre la historia y paisaje del lugar, sino que deben incluir los datos útiles que pueda solicitar el viajero sobre la oferta de servicios del área. Estos contenidos web además han de ser atractivos, accesibles, fáciles de usar y adaptados a dispositivos móviles. La comunicación a través de esta tecnología también puede hacerse a través de *banner*, ofertas asociadas e incluso artículos de blog para incentivar la demanda de productos de larga cola, que ya comentábamos, y que podrían estar relacionados con la dinamización recreativa del patrimonio.

c) También en estas vías de innovación tecnológica puede hablarse del trabajo

con herramientas de mercadotecnia que sean capaces de captar un mercado segmentado; o buscar los canales de distribución más adecuados (redes sociales, webs temáticas, plataformas de usuarios, etc.), e incluso gestores de reputación online y análisis de comentarios, que en los últimos tiempos de las web 3.0 han adquirido una relevancia notable en la decisión de compra de los viajeros.

Se trata, en suma de acciones que buscan adaptar los nuevos productos a las necesidades del mercado y de una demanda exigente y con posibilidad de comparar. El problema surge cuando no se tiene claro el punto de partida, el verdadero objetivo que es la dinamización del patrimonio, y en vez de trabajar para crear verdaderos productos turísticos a partir de los recursos sólo se crean sitios web y *apps* que actúan como soportes publicitarios de una oferta que, en ocasiones no responde a las necesidades básicas de la demanda.

4. EL ENFOQUE EN LA CREACIÓN DE PRODUCTOS TURÍSTICOS

La tecnología es útil si conecta, mejora y resuelve los procesos. Las páginas web, las aplicaciones para *smartphones*, el *big data*, la inteligencia artificial o el internet de las cosas, de lo que tanto se habla cuando se describen los destinos turísticos inteligentes son interesantes cuando se tiene claro el objetivo al que sirven. Para construir un producto y una marca turística hay una parte intangible para la cual la tecnología que estamos describiendo y comentando es parte importante, pero no debe olvidarse que ésta debe entenderse como un servicio añadido, que aporta valor, sin duda, pero que no sustituye al elemento esencial que es el recurso de atracción turística, como ya apuntara Leno Cero en 1991.

El producto turístico, basado en los recursos del patrimonio, es el que genera la satisfacción del turista, no la tecnología o la innovación en la gestión de la información. Pero recordemos que, además, la

simple existencia de recursos no implica que exista un producto turístico. Según la Comisión Europea y la OMT (2013), todo producto turístico se compone de tres dimensiones fundamentales: a) los elementos físicos, entre los que se incluyen los recursos en sí, así como las infraestructuras necesarias de todo tipo (accesibilidad, movilidad, saneamiento, abastecimiento), y también la oferta de alojamiento o restauración, entre otros; b) los elementos vivenciales, relacionados con el entretenimiento, eventos, las relaciones con la comunidad, los eventos, etc. y c) los elementos emocionales, que se relacionan con los recursos humanos, la cultura, la historia, o la hospitalidad.

El producto turístico cultural se basa en los recursos patrimoniales, que son la materia prima del turismo. Pero debe concebirse como un conjunto interrelacionado de bienes y servicios, públicos y privados, tangibles e intangibles, que permiten su consumo y disfrute, y que explican la satisfacción de la experiencia turística del viajero.

El producto turístico basado en el patrimonio va más allá de la prestación de servicios, que es el predominante en las ofertas tradicionales. La demanda del turismo cultural busca la diversión y el descanso, pero también el aprendizaje, y desea participar, interactuar y generar recuerdos únicos. Ello implica que en la concepción de los productos, más que la tecnología, que da información y conecta oferta a demanda, debe existir una experiencia previamente diseñada para satisfacer al turista. (figura 4)

La orientación del producto debe centrarse en el cliente, para el cual la innovación tecnológica puede ser una parte que mejore la satisfacción, por ejemplo, con el empleo de la realidad aumentada en el caso de recursos arqueológicos, o el uso de audioguías en diversos idiomas, o la instalación de soportes tecnológicos interactivos. Pero eso no es lo más relevante si el contenido que se ofrece a través de estos dispositivos no ha sido



Figura 4.
Elementos clave
para la creación
de productos
turísticos. Fuente:
Elaboración
propia

concebido pensando en las necesidades y preferencias de una demanda que busca comprender, interactuar, y conseguir recuerdos únicos. Según la economía de la experiencia (PINE-GILMORE, 2000) el turista no sólo quiere experimentar vivencias si no que también quiere verse transformado por ellas, y esto puede contribuir, por ejemplo, a su desarrollo personal, y a su formación. A medida que el producto sea capaz de generar una experiencia el grado de diferenciación será mayor y, por tanto, también su capacidad para competir en el mercado turístico.

Por ello pensamos que en la concepción de los productos turísticos a partir del patrimonio es necesario, en primer lugar, tener claro el objetivo para el que se planifican, que es la conservación del propio patrimonio, a partir de la comprensión de

sus valores y la sensibilización de la demanda; en segundo lugar que su activación sea genere satisfacción en el visitante a través de la diversión y el aprendizaje; pero también para que sea capaz de generar recursos económicos y apoyos institucionales que contribuyan a su propio mantenimiento.

La tecnología no es más que un instrumento que, entre otros medios y técnicas, favorece la interpretación del patrimonio y permite revelar el significado del legado natural y cultural de los recursos al visitante. Pero su empleo debería partir de unos objetivos conscientes, que entendiendo el contexto turístico en que se insertan, definan una estructura organizativa y diseñen una oferta capaz de lograr los objetivos de desarrollo sostenible y equitativo que se desea para la comunidad.

BIBLIOGRAFÍA

- ANDERSON, C., 2004: The Long Tail. <<https://www.wired.com/2004/10/tail/>> [Consulta: 30-07-2017]
- BOTSMAN, R. y ROGERS, R., 2010: *What's Mine Is Yours: The Rise of Collaborative Consumption*, HarperBusiness
- BUTLER, R., 1980: "The Concept of a Tourist Area Cycle of Evolution: Implications for Management of Resources", *Canadian Geographer*, 24 (1), pp. 5-12.
- CASTELLS, M. 2002: "La dimensión cultural de Internet". <<http://www.uoc.edu/culturaxxi/esp/articulos/castells0502/castells0502.html>> [Consulta: 20-03-2017]
- COMISIÓN EUROPEA DE TURISMO Y ORGANIZACIÓN MUNDIAL DEL TURISMO, 2013: Manual de desarrollo de productos turísticos. OMT. Madrid. <<http://www2.unwto.org/publication/manual-de-desarrollo-de-productos-turisticos>> [Consulta: 2-05-2017]
- ITB world travel trends report 2016 / 17. <http://www.itb-berlin.de/media/itb/itb_dl_all/itb_presse_all/World_Travel_Trends_Report_2016_2017.pdf> [Consulta: 12-08-2017]
- LENO CERRO, F., 1991: "Los recursos turísticos en un proceso de planificación: Inventario y Evaluación", *Papers de turisme*, 7, pp. 7-23
- NAVALÓN, R. y RICO, E., 2016: "El desarrollo de productos de turismo cultural", *Canelobre*, 66, pp. 278-289.
- OBSERVATORIO TURÍSTICO DE LA COMUNIDAD VALENCIANA 2014: Informe de turismo cultural en la Comunidad Valenciana, Balance 2013. Informe de productos. <http://www.camaravalencia.com/esES/competitividad/turismo/Documents/Turismo_Cultural_CV_balance_2013.pdf> [Consulta: 2-04-2017]
- PEARCE, D. G. y SCHÄNZEL, H. A., 2013: "Destination management: The tourist's perspective", *Journal of Destination Marketing & Management*, 2, pp. 137-145.
- PINE, J. y GILOMORE, J., 2011: *The Experience Economy*, Harvard Business Press.
- RICHARDS, G., y RAYMOND, C., 2000: "Creative tourism", *ATLAS news*, 23, pp. 16-20.
- SEGITTUR, 2015: Smart Destination: Informe destinos turísticos inteligentes: Construyendo el futuro. <<http://www.agendadigital.gob.es/planesactuaciones/Bibliotecaciudadesinteligentes/Material%20complementario/Informedestinos-turisticos-inteligentes.pdf>> [Consulta: 30-06-2017]
- SILBERBERG, T., 1995: "Cultural tourism and business opportunities for museums and heritage sites", *Tourism management*, 16, pp. 361-365.
- TERRITORIO CREATIVO 2013: *NH Hoteles. El viajero social en 2013. Un análisis global*. <https://static.hosteltur.com/web/uploads/2013/02/Social_Traveler_2013_Es.pdf> [Consulta: 2-02-2014]
- VELASCO, M., 2009: "Gestión turística del patrimonio cultural: enfoques para un desarrollo sostenible del turismo cultural", *Cuadernos de Turismo*, 23, pp. 237-253.

**TURISTEANDO POR NUESTRA CIUDAD,
ESA GRAN DESCONOCIDA
("LA LLAVE DE ELDA", ENTRE
EL PATRIMONIO Y LA EDUCACIÓN)**

Ana María Esteve López¹

Los museos ya no son lo que eran, porque los ciudadanos ya no se conforman con visitar colecciones de piezas encerradas en cuatro paredes. La cultura y el turismo han evolucionado hacia formas nuevas en las que la experiencia y lo vivencial predominan sobre la transmisión del conocimiento. Uno de los principales responsables de este cambio mollar en la manera de entender la visita a un museo ha sido precisamente internet, esa gran ventana al mundo que hace que todo lo que existe esté a nuestro alcance a la distancia de un click. Podemos ver las piezas de un museo, su descripción, conseguir todo tipo de información histórica y conocer cada detalle. Por lo tanto, ya no se visita un museo con la misma motivación de antes. Ahora el visitante quiere no sólo ver y entender sino también sentir, oler, gustar, tocar y, sobre todo, emocionarse.

Este nuevo enfoque ha revolucionado el turismo y ha sido el motor del cambio para muchos museos, y también para todos aquellos dedicados a gestionar y difundir el patrimonio. Con una mayor amplitud de miras, ahora se pretende combinar los aspectos culturales, didácticos y científicos con un planteamiento lúdico. No se nos olvida que este nuevo enfoque pedagógico es tendencia hace tiempo ya entre los maestros y educadores: sin emoción no hay aprendizaje. Por tanto, aquellos que nos dedicamos a la enseñanza estamos también dentro de la misma onda: si queremos transmitir a nuestros jóvenes el aprecio por nuestra cultura, nuestras tradiciones y nuestro patrimonio, debemos hacerlo mediante el disfrute y aproximando al máximo el conocimiento a la experiencia y a la práctica. Este es el *leit-motiv* con el que nace el proyecto *La llave de*

Elda en el Instituto Monastil, un proyecto educativo que pretende que los alumnos de Secundaria y Bachillerato conozcan mejor su ciudad, la historia local, los personajes ilustres eldenses, sus monumentos y lugares emblemáticos, su patrimonio natural y ecológico, su industria y sus servicios... Se trata, en definitiva, de sacar la escuela a la calle, para que la ciudad entera se convierta en el laboratorio de prácticas, en el objeto de aprendizaje.

Un proyecto no muy lejos de la acción pedagógica del maestro Giner de los Ríos, que hace más de cien años diseñó una escuela moderna, abierta a la sociedad, e inspirada en la naturaleza, a la vez que promotora del talento individual y práctico de los alumnos ¹. Una escuela donde los agentes sociales tienen un importante papel porque todos somos responsables de la formación de nuestros jóvenes.

Apelando a la ultimísima tendencia, se habla ahora de "la ciudad educadora" ². Es curioso que, a veces, encontremos las etiquetas a posteriori de la práctica docente y esto es lo que nos ha pasado a nosotros en el Instituto Monastil. Con *La llave de Elda* estábamos adelantándonos a este enfoque.

Son ya casi diez años los que llevamos, desde que arrancamos tímidamente en colaboración con Juan Carlos Márquez Villora, el Arqueólogo Municipal del Ayuntamiento de Elda, creando unos itinerarios didáctico-turísticos en los que los alumnos recorrían diferentes lugares patrimoniales y entornos naturales de Elda, guiados por técnicos y expertos del Ayuntamiento de Elda y de otras instituciones; además del inestimable empuje de

1. Inspirándose en Humbolt y en Rousseau, Giner representa la forma de hacer del paisaje la mejor aula en la que llevar a cabo un sinfín de aprendizajes, el mejor laboratorio para interpretar la naturaleza (geología, botánica, biología, climatología, etc.), el arte, las formas de vida, la cultura, y la economía. (GÓMEZ GUTIÉRREZ, 2016: 34)

2. Ver blog de Fernando Trujillo, "De la escuela emancipadora a la ciudad educadora", 28-10-2016.

Clemente J. Juan González, promotor de la idea original. Una experiencia maravillosa que nos ha permitido mejorar nuestra práctica docente y formar parte de ese gran engranaje que es el latido de la ciudad. Nuestros alumnos, de diferentes etapas educativas (de 1º ESO a 2º de Bachillerato), tienen la oportunidad de sentir que forman parte de ese engranaje, de interactuar con personas, instituciones, empresas, museos,... y ese trato personal les permite sentir que ellos forman parte también de esa maquinaria social. Es la mejor manera de educar ciudadanos responsables y comprometidos con su patrimonio, a la vez que se fomenta la idiosincrasia del pueblo eldense; muy necesitada de identificación colectiva, debido a que se formó por aluviones de población inmigrante que en los años del boom industrial vinieron de las zonas colindantes, especialmente de Albacete y Murcia.

Antes de abordar el tema principal de esta comunicación, a saber, cómo el uso de herramientas tecnológicas ha servido para enriquecer nuestro proyecto de **La llave de Elda** y darle un nuevo prisma más próximo a la actualidad y más atractivo, conviene detenernos un poco por extenso en los preliminares. ¿En qué consiste **La llave de Elda**?, ¿cuáles son sus orígenes y cómo se ha ido transformando este proyecto?, ¿cómo se financia?, ¿quiénes participan?, ¿cómo se organiza? Vamos a ello.

1. ¿QUÉ ES LA LLAVE DE ELDA?

Se trata de un proyecto de innovación educativa en el que la escuela sale de las paredes de las aulas para convertir a la ciudad entera en su espacio de aprendizaje. Es un proyecto multidisciplinar con el que pretendemos dar a conocer a nuestros alumnos su ciudad desde múltiples aspectos, a la vez que concienciarlos de la importancia de apreciar y conservar nuestro patrimonio. El proyecto consta de seis rutas didáctico-turísticas, que hemos preparado en colaboración con técnicos del

Ayuntamiento de Elda y con profesores y alumnos del Ciclo de *Guía, Información y Asistencia Turísticas*, además de profesores de diferentes áreas del instituto.

2. ¿CUÁLES SON LOS OBJETIVOS DE LA LLAVE DE ELDA?

- Acercarse al entorno más cercano y convertirlo en objeto de aprendizaje.
- Conocer la historia local, las instituciones, empresas, servicios... y toda la oferta cultural, deportiva y lúdica de la ciudad en que vivimos.
- Convertir a los jóvenes en ciudadanos activos y fomentar su participación social.
- Proponer y sugerir cambios y mejoras a las autoridades locales.
- Aprender unos de otros mediante el aprendizaje colaborativo.
- Concienciar y sensibilizar de la importancia de cuidar y proteger nuestro patrimonio cultural.

3. ¿QUÉ METODOLOGÍA USA LA LLAVE DE ELDA?

Con **La llave de Elda** hemos conseguido involucrar a toda la comunidad educativa (profesores, padres y madres y alumnos) y también a agentes externos (autoridades locales, instituciones, expertos, empresas, museos, servicios...) y, gracias a esta perspectiva integradora, el proceso de enseñanza-aprendizaje se ha visto transformado y enriquecido, ya que se han desdibujado los roles de profesor-alumno y se han eliminado los límites entre materias para acabar convirtiéndonos en una comunidad de aprendizaje. Y en todo este proceso ha sido necesario un cambio metodológico, que ha consistido en la inclusión de las nuevas tecnologías, con el fin de conseguir un aprendizaje más atractivo y cercano a la realidad de los alumnos; además de servir también para incorporar el trabajo colaborativo.

4. ¿CÓMO SE ORGANIZA LA LLAVE DE ELDA?

Los pilares básicos de *La llave de Elda* son las personas: por un lado, los alumnos y, por otro, profesores y técnicos del Ayuntamiento, quienes han puesto tiempo, energía y creatividad para ir dando forma a estas seis rutas, que han quedado dibujadas en el mapa vivo de Elda como una inyección de juventud y frescura.

Otro de los elementos fundamentales en este proyecto ha sido la planificación. En este sentido, el equipo multidisciplinar formado por profesores del centro y técnicos del Ayuntamiento, como Juan Carlos Márquez (Arqueólogo Municipal), Raimundo Martínez (Ingeniero Agrónomo), Francisco J. Martínez (Técnico Medioambiental); así como otros colaboradores puntuales, como Antonio Poveda (Director del Museo Arqueológico de Elda), Gabriel Segura (Cronista Oficial de Elda), o los técnicos de la Biblioteca Alberto Navarro, Consuelo Poveda y Fernando Matallana, entre otros, han hecho una programación de las rutas teniendo en cuenta varios criterios:

- Distribución de los itinerarios entre los diferentes niveles de Secundaria y Bachillerato en función del mayor o menor nivel de complejidad, de 1º ESO a 2º Bachillerato.
- Relación de la ruta con los contenidos didácticos de las materias de cada nivel.
- Inserción y coordinación de las diferentes rutas dentro del calendario de actividades extraescolares y en función de la disponibilidad del personal externo. Elaboración de un calendario de rutas que va desde octubre a mayo.

Gracias a esta previsión, las actividades de *La llave de Elda* no son un mero complemento extraescolar, sino que están plenamente integradas en la programación de aula, siendo una más de las tareas de las asignaturas de Geografía e Historia, Literatura, Biología, Física y Química, etc., que el alumno desarrolla en su aprendi-

zaje diario. Por eso mismo, cada una de las rutas empieza con un trabajo previo de sensibilización dentro del aula y finaliza con una sesión de evaluación, en la que se recogen los resultados obtenidos a través de los cuadernillos didácticos hechos a medida para cada uno de los itinerarios.

5. ¿CUÁLES SON LAS RUTAS DE LA LLAVE DE ELDA?

Estas son las seis rutas de *La llave de Elda*:

- “La historia en su medio ambiente: El Monastil y el Pantano” (nivel: 1º ESO y Ciclo de Turismo). Con esta ruta se pretende que los alumnos se familiaricen con los orígenes ibéricos del primer asentamiento humano en la ribera norte del río Vinalopó, concretamente en las estribaciones de la sierra *La Torreta*, donde se halla el yacimiento arqueológico *El Monastil*. Desde aquí el itinerario sigue paralelamente a la autovía de Levante hacia la zona de la Noguera y el Pantano, donde guiados por un técnico en medio ambiente, los alumnos tienen la oportunidad de aprender el valor de este espacio verde y de comprobar *in situ* qué es un humedal.
- “Museo Arqueológico y Museo Etnológico” (nivel: 1º ESO). Esta ruta es un complemento de la anterior, ya que en ella los alumnos visitan el Museo Arqueológico, donde se exponen algunas de las piezas más significativas del yacimiento arqueológico *El Monastil*. Y, por otro lado, el Museo Etnológico permite conocer más a fondo las tradiciones eldenses, así como entender el paso de una sociedad agrícola a una industrial.
- “Un paseo por el centro histórico de Elda” (nivel: 2º ESO). Recorrido por el centro histórico de Elda empezando por la ermita de San Antón y pasando por diferentes callejuelas y placetas de origen medieval, para terminar en la confluencia entre la calle Colón y la Calle Nueva donde arranca el nuevo urbanismo fruto de la industrialización.

- “El río Vinalopó en la huerta y en la industria” (nivel: 3º ESO y FP Básica). Itinerario centrado en el papel del río en la ciudad como pulmón verde. El trazado de la ruta, diseñado para ser recorrido en bicicleta, permite visitar lugares alejados del centro, como una finca agrícola donde se ve la evolución de los sistemas de regadío, un nevero y la depuradora de aguas. El enfoque principal de esta ruta es incidir en la transformación de la Elda agrícola a la Elda industrial, por ello se incluye también la visita al polígono industrial Finca Lacy.

- “Elda en los libros y en la historia” (nivel: 4º ESO). Más que una ruta, se trata de una inmersión en la historia de Elda y sus servicios. Toda la visita está centrada en el edificio de la Biblioteca Alberto Navarro y su historia. El objetivo primordial, en este caso, es que los alumnos conozcan de primera mano los servicios que se ofrecen en una biblioteca pública. Además, se pretende que se familiaricen con las técnicas de archivo y documentación, por eso se visita el Archivo Histórico Municipal. También se pretende despertar en los alumnos el interés por la lectura, y para ello se recurre a la ayuda de los técnicos de la Biblioteca en colaboración con el profesor de literatura para preparar alguna actividad como la caza del tesoro o lecturas dramatizadas. Y, por último, se recurre también a la intervención de autores literarios locales.

- “Artesanía e industria en la Elda contemporánea” (nivel: 1º Bachillerato). A través de esta ruta se ve reflejada la evolución de Elda desde villa agrícola hasta la nueva ciudad, nacida tras la transformación industrial, que se aprecia en las viviendas unifamiliares burguesas de la Calle Nueva. Además de visitar el Casino Eldense, cenáculo cultural de la emergente burguesía nacida con el florecimiento de la industria del calzado, la ruta nos lleva por varios locales comerciales que conservan la antigua manera tradicional de producción manual y artesanal, tal y como se hace en *Barro y fuego*, un taller de cerámica, y en la panadería *Del Valle*,

un horno a la antigua usanza. Finalmente, y tras atravesar la avenida de Chapí y sus “rascacielos”, el itinerario termina en la zona de la antigua FICIA (Feria Internacional del Calzado e Industrias Afines), uno de los conjuntos más vanguardistas de los años 60 y 70 y que actualmente acoge el Museo del Calzado.

6. ¿CÓMO SE FINANCIA LA LLAVE DE ELDA?

Como hemos dicho antes, nuestro principal activo son las personas. Esto significa que el proyecto no necesita de un aporte económico para sostenerse, porque quienes colaboran lo hacen altruistamente, contando, por supuesto, con la aprobación de sus respectivas entidades o instituciones, como es el caso de Ayuntamiento de Elda. Ahora bien, el proyecto necesita financiación para la creación de materiales. Y esta financiación la aporta mayoritariamente el Ayuntamiento de Elda, concretamente, las seis concejalías que participan en las rutas: concejalía de Patrimonio Histórico, de Educación, de Cultura, de Medio Ambiente, de Servicios Públicos y de Turismo. Además, el propio Instituto Monastil también ha aportado fondos para la publicación de algunos de los materiales generados.

7. ¿QUÉ MATERIALES DIDÁCTICOS HA PRODUCIDO LA LLAVE DE ELDA?

Básicamente, se han producido tres productos; los tres con utilidad tanto turística como didáctica, y con un carácter divulgativo:

- El DVD “La llave de Elda. Abre la puerta hacia el conocimiento” en el que se han filmado las rutas durante un curso. Junto a las imágenes de las rutas se intercalan entrevistas, imágenes de archivo y otros recursos audiovisuales que hacen que el resultado sea un documental de gran calidad, no sólo por el interés de su contenido, sino también por su atractivo formato y la maestría de las imágenes creadas por la productora audiovisual *Wayaba*, dirigida por Nerea Marcén. (figura 1)



Figura 1
Portada y contraportada del DVD La llave de Elda. Abre la puerta del conocimiento producido por Wayaba y editado por IES Monastil y Ayuntamiento de Elda.

- Una carpeta de recursos didácticos en la que se contiene una información breve con muchas imágenes y fotografías de cada una de las rutas. La carpeta misma muestra impresa la información general de La llave de Elda y las seis fichas que contiene son un apoyo para que el estudiante disponga de una guía durante la ruta.

- El blog <http://lallaveiesmonastilelda.blogspot.com.es/> en el que el visitante puede disponer de información y contenidos adicionales, así como una revista de prensa con noticias sobre el proyecto y otros temas relacionados. Además, el blog es de consulta obligada para los alumnos participantes, ya que en él se encuentran alojadas las actividades didácticas que debe realizar cada grupo.

8. AMPLIACIONES DE LA LLAVE DE ELDA

Por ser un proyecto vivo, La llave de Elda ha dado lugar a numerosas actividades colaterales que han servido para satisfacer la curiosidad de otras personas y colectivos ajenos al ámbito académico. Estas son algunas de las actividades desarrolladas como consecuencia del programa de La llave de Elda y de su implantación en la ciudad:

- Algunas de estas rutas didácticas, convenientemente adaptadas, han ser-

vido como inspiración para la realización de otras rutas turísticas guiadas por los alumnos del Ciclo de Formación Profesional de *Guía, información y asistencia turística* que se imparte en el IES Monastil. Así, por ejemplo, se ha creado una ruta titulada “Personajes ilustres eldenses” y otra adaptada a visitantes extranjeros (en inglés) sobre la transformación de la Elda agrícola a la Elda industrial.

- Además, desde la Oficina de Información Turística de Elda, se experimentó con la posibilidad de ofrecer estas rutas a los ciudadanos en general y el resultado fue un éxito. Tanto es así, que en el futuro se prevé ampliar la oferta a otras rutas, de manera que, con el trabajo previo hecho por profesores del IES Monastil y técnicos del Ayuntamiento y con la supervisión de técnicos en Turismo, se pueda crear una amplia oferta de rutas que combinen lo didáctico con lo divulgativo y con un enfoque turístico.

- También se han adaptado estas rutas para estudiantes de intercambio o participantes en programas europeos Erasmus+ que visitan el IES Monastil. En su mayoría se trata de estudiantes alemanes, italianos, holandeses y húngaros procedentes de instituciones educativas con las que el IES Monastil desarrolla proyectos educativos dentro del marco de las Asociaciones Estratégicas KA2. En este caso, son

visitas guiadas de carácter más general y siempre en inglés.

- Por último, y quizá lo más importante, el proyecto **La llave de Elda** se ha exportado a otros centros de la localidad. Varios de ellos han manifestado interés por contar con el apoyo del Ayuntamiento de Elda para realizar un programa similar. Y, en concreto, el IES La Melva lo puso en marcha en 2015.

En cartera, algunas actividades complementarias más: como el desarrollo de algunas rutas temáticas específicas para temas transversales, como el camino del agua, el Valle de Elda como territorio fronterizo, los lugares de la Guerra Civil, la Elda pre-industrial, etc.

Y, además, próximamente, se prevé que los alumnos que participan en las rutas guiadas se conviertan ellos mismos en guías para acompañar a otros alumnos de etapas inferiores, incluso de los colegios de primaria adscritos, en rutas adaptadas a sus edades. Y, por qué no, también nos gustaría que transmitieran lo aprendido a sus padres en una ruta guiada por Elda donde los alumnos explicaran a sus familiares algunos aspectos curiosos de la historia de la ciudad salpimentándola con anécdotas e historias.

9. DIVULGACIÓN DE LA LLAVE DE ELDA

Un proyecto como este, tan ambicioso y tan aglutinador, no puede quedarse en un caso aislado con carácter local. Nuestra meta es que se conozca y que otras comunidades puedan aprovechar lo que de bueno tenga para ponerlo en práctica e incluso mejorarlo.

Desde que empezó a caminar **La llave de Elda** ha recorrido ya varios escenarios en diferentes foros y medios divulgativos:

- La prensa local hace un puntual seguimiento de cada una de las rutas en periódicos como *Diario Información*, en revistas locales, como el semanario *Valle de*

Elda, en la radio Cadena Ser (Radio Elda), en televisiones comarcales como *Intercomarcal TV* y en cadenas como *Tele Elda* (Cableworld).

- Se han publicado artículos en revistas como *Fiestas Mayores* (2014, nº 31) en los que se habla del proyecto y su desarrollo.

- Los coordinadores del proyecto han participado en diferentes jornadas, cursos y grupos de trabajo, como la **Primavera Educativa**, el gran evento educativo organizado por la Conselleria de Educación en el cauce del río Turia en Valencia los días 13, 14 y 15 de mayo de 2016 y el **I Encuentro de Centros Innovadores de la Comunidad Valenciana** y Murcia celebrado en Catarroja el 10 de marzo de 2017. También se ha expuesto el proyecto en diferentes sesiones formativas organizadas por el CEFIRE de Elda dentro del Plan de Formación Permanente del Profesorado del curso 2014-15: "Elaboración de materiales didácticos 2.0 a partir del patrimonio local" y "Materiales didácticos sobre **La llave de Elda**".

- La **llave de Elda** ha obtenido también el reconocimiento de la Conselleria de Educación de la Generalitat Valenciana como proyecto de Investigación e Innovación Educativa durante el curso 2015-16, ("Herramientas TIC para el proyecto **La llave de Elda**"), lo que nos ha permitido obtener algunos fondos extra que hemos destinado a la ampliación de los recursos tecnológicos aplicados al proyecto.

10. LA LLAVE DE ELDA Y LAS TIC

Los alumnos actuales, al igual que nuestra sociedad del siglo XXI, viven rodeados de nuevas tecnologías, hacen uso constantemente de aplicaciones informáticas, navegan por internet para buscar información, se relacionan a través de redes sociales que llegan a sustituir a las relaciones personales y están familiarizados con realidades virtuales que, como un caleidoscopio, hacen que se multiplique su visión de la realidad. Todo esto ha hecho

Figura 2
Aplicación
Geocaching
para dispositivo
móvil Android
e instrucciones
de la gymkhana
de la ruta por
el pantano y el
Monastil.



que cambie su percepción espacio-temporal. Los jóvenes viven inmersos en el cambio constante, en el presente y en la simultaneidad. Apenas existe ya la perspectiva temporal, lo que hace que el pasado se desdibuje para acabar convirtiéndose en una especie de vídeo-juego en el que la yuxtaposición de pantallas nos roba la profundidad de campo y nos convierte en seres planos que se nutren de lo efímero y superficial. A todo esto le añadimos la sobreexposición a la información (que acaba siendo desinformación) y la rapidez con la que vivimos la vida actualmente, lo que hace que haya poco espacio para la reflexión y, menos aún, para un pensamiento profundo y bien cimentado.

Sin embargo, y a pesar de los inconvenientes antes mencionados, las TIC son un instrumento ineludible en la enseñanza. Ya no podemos enseñar sin recurrir a los recursos que nos ofrecen, que son muchos y muy atractivos. La pregunta que nos hacemos los docentes siempre es la misma: ¿nuevas tecnologías?, sí; pero ¿para qué? ¿Cuál es el objetivo que nos marcamos cuando hacemos uso de una nueva aplicación informática? Está claro que no puede ser meramente el juego. A los niños, les gusta aprender jugando y a los adultos también. Porque, como decíamos al principio, se aprende a través de la emoción. Pero es imprescindible que, además del enfoque lúdico, haya también unos objetivos de enseñanza-aprendizaje.

En consecuencia, también en La llave de Elda, hemos recurrido a las TIC para im-

plementar los diferentes objetivos planteados. Las herramientas tecnológicas utilizadas han tenido como principal fin poner la guinda al pastel. Es decir, atraer al alumno al que queríamos guiar por el proceloso mundo del conocimiento, mediante una presentación lúdica y atractiva.

Si la propia metodología de La llave de Elda basada en la enseñanza práctica, a través del contacto directo con el espacio y con la gente, encerraba en sí misma el concepto clave de “la escuela en la calle”, no es menos cierto, que el dotar a La llave de Elda de algunos “tips” de enganche tecnológico, ha sido todo un acierto.

Estas han sido las herramientas TIC de La llave de Elda:

- La geolocalización. Un recurso muy empleado para el desarrollo de actividades sobre el terreno, en las que el uso del mapa cartográfico tradicional se ha visto transformado gracias al invento del GPS. Existen varias aplicaciones para móviles y tablets que permiten el desplazamiento del usuario de un punto a otro, con la posibilidad incluso de interactuar con la aplicación, añadiendo fotos, comentarios, etc. Como ejemplo, son varias las rutas de La llave de Elda planteadas con el formato del geocaching. La mejora en la orientación gracias al uso del GPS se ve, además, complementada con la competitividad que añade la búsqueda del tesoro escondido (el caché). Este tipo de aplicaciones se han usado con el formato de gymkhana para la ruta medioambiental de El Monas-

til y el Pantano de Elda, contando con la colaboración de los alumnos y profesores del *Ciclo de Actividades Físico-Deportivas en el Medio Natural* que estudian en el IES Monastil. (figura 2)

- Códigos QR. Las fichas del cuaderno didáctico de *La llave de Elda* incorporan un código QR que, con el uso de la aplicación para el móvil, permite al visitante, en nuestro caso, al alumno, ampliar la información sobre un punto, un lugar o un edificio. Este código QR conduce al blog de *La llave de Elda* donde se halla alojada la información complementaria: <http://la-llaveiesmonastilelda.blogspot.com.es/>.

- Aurasma y Morfo. Se trata de dos apps didácticas muy útiles para crear "guías virtuales" que nos acompañan en cada ruta. La combinación de las dos herramientas (una de búsqueda y la otra de vídeo) dentro de la estructura organizada de un juego bien planificado permite poner en funcionamiento las habilidades estratégicas del grupo para cooperar, con el objetivo de conseguir desentrañar los acertijos y descubrir mediante pistas la solución a un enigma. La parte más divertida son los vídeos en los que un guía virtual nos habla a través de una fotografía animada con voz y efectos especiales para revelarnos la información que nos llevará hasta el punto final del recorrido. (figura 3)

- Herramientas de gamificación. Existe una gran variedad de aplicaciones que, mediante el juego, sirven para aprender. Son actualmente una tendencia muy marcada en el campo educativo. En el caso de *La llave de Elda* hemos usado *Edmodo* y *Kahoot*. Se trata de juegos de preguntas y respuestas a través de aplicaciones para móviles, en los que la rivalidad entre los participantes se ve incrementada por el factor tiempo y porque de manera intuitiva los participantes tienen que seleccionar la información pertinente y descartar la que no lo es. El uso de imágenes y de preguntas muy cortas y sencillas acrecienta el interés competitivo del juego y, además, es muy útil como estrategia socializadora. Estos juegos se han usado con los grupos

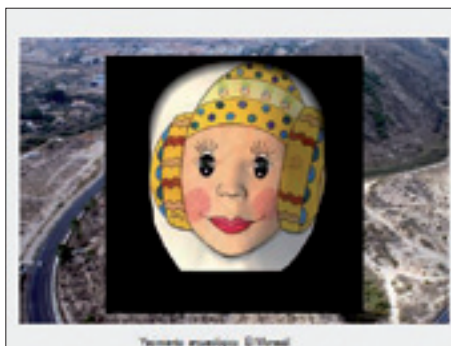


Figura 3
Captura de pantalla de la pantalla de la gymkhana sobre Elda realizada para alumnos alemanes del programa Erasmus+, utilizando vídeo de Morfo sobre fondo de vista aérea del yacimiento Monastil captado con la app Aurasma.

de visitantes extranjeros que han participado en alguna de las rutas de *La llave de Elda* como elemento de cierre y síntesis de la ruta y, según las encuestas, su aceptación ha sido muy positiva. Aunque más importante que la herramienta tecnológica en sí, lo es la planificación del juego en su conjunto, con unas instrucciones claras y un objetivo definido.

- Y, por último, hemos usado también diferentes aplicaciones informáticas que nos han ayudado a obtener el *feedback* necesario de cada ruta. Cada curso los alumnos son diferentes y el programa de *La llave de Elda* tiene que adaptarse a sus necesidades. Por ello, al finalizar cada ruta, los participantes rellenan una encuesta en la que valoran su grado de satisfacción y hacen propuestas de cara a la mejora del proyecto. También utilizamos estas encuestas para obtener información de las instituciones públicas y privadas, profesores y técnicos. Con este fin, nos hemos valido de herramientas como *Google app for Education*, *Classroom* y *Class Dojo*. El manejo de datos y de información nunca ha sido tan fácil, gracias a la rapidez y asequibilidad que ofrecen estas aplicaciones, disponibles a golpe de tecla de móvil y a su inmediatez (se pueden rellenas justo a continuación de haber realizado la actividad). Pero su mayor utilidad radica en que ofrecen inmediatamente los resultados con tablas estadísticas que permiten hacer una evaluación rápida y certera acerca de la opinión de los participantes en las rutas de *La llave de Elda*.

BIBLIOGRAFÍA

ESTEVE LÓPEZ, A.M.

2014: "La llave de Elda", *Fiestas Mayores*, 31, pp. 71-74.

2016a: "La escuela en la calle. Proyecto de innovación La llave de Elda", ponencia en el *I Encuentro de Centros Innovadores de la Comunidad Valenciana y Murcia*, organizado por Grupo DIM-EDU y Fundación Trilema, Florida Universitaria, Catarroja 10-03-2016.

2016b: "El patrimonio cultural como recurso educativo: La llave de Elda", comunicación en la *Primavera Educativa*, IES Barri del Carme, Valencia 13-05-2016.

ESTEVE LÓPEZ, A.M., JUAN GONZÁLEZ, C. y MÁRQUEZ VILLORA, J.C., 2014: "La llave de Elda. Abre la puerta del conocimiento", DVD editado por el Ayuntamiento de Elda y el IES Monastil.

GÓMEZ GUTIÉRREZ, J.L., 2016: "Francisco Giner de los Ríos, la Institución Libre de Enseñanza, su labor como "descubridores" de la sierra del Guadarrama", *Indivisa*, Boletín de Estudios e Investigación del Centro Superior de Estudios Universitarios La Salle (UAM), 16, pp. 29-64.

MÁRQUEZ VILLORA, J.C., "Una llave que abre la puerta hacia el conocimiento", <https://valledeelda.com/blogs/historia-y-patrimonio/2236-una-llave-que-abre-la-puerta-hacia-el-conocimiento-de-elda.html> [Consulta: 4-12-2015]

TRUJILLO, F., "De la escuela emancipadora a la ciudad educadora", <<http://fernandotrujillo.es/de-la-escuela-emancipadora-a-la-ciudad-educadora/>> [Consulta: 28-10-2016]

HACER ACCESIBLE EL PATRIMONIO INMATERIAL. EL PROYECTO DE *MUSEU ORAL D'AGOST*

Toñi López Abril¹
Jesús Peidro Blanes²

1. Agencia de Desarrollo Local y Gestión Sociocultural, Ayuntamiento de Agost
desarrolloycultura@agost.es

2. Museu de Cantereria
museucantereria@agost.es

1. AGOST, BARRO, MANOS Y FUEGO

Agost es una localidad situada en la comarca de l'Alacantí, cercana a la ciudad de Alicante, conocida por su estrecha relación con la cerámica. La tradición alfarera se remonta al menos hasta finales del siglo XVIII, cuando A. J. Cavanilles cita la existencia de un "corto número de alfareros" entre los habitantes de la población (CAVANILLES, 1795-1797, vol. II: 254). Igualmente, las canteras de arcilla han proporcionado la materia prima adecuada para la fabricación de cerámica dedicada a la construcción. Por ello, la elaboración de ladrillos y tejas tiene un amplio recorrido en Agost, no en vano, se conocen fábricas de teja anteriores a la construcción de las primeras fábricas de alfarería (SCHÜTZ, 2015).

Sin embargo, no debemos olvidar que la economía local, al margen del sector de la cerámica en todas sus facetas, se ha

nutrido especialmente de la agricultura, tal como ocurría en buena parte de las poblaciones alicantinas hasta mediados del siglo XIX.

La combinación del desarrollo del ferrocarril -que permitía el transporte de grandes cantidades de mercancía y a mayor distancia que el tradicional acarreo mediante tracción animal- junto con otros factores, permitió un desarrollo sin precedentes en la producción y venta de productos de alfarería. El desarrollo de una auténtica actividad industrial conllevó la apertura de fábricas dedicadas exclusivamente a la elaboración de "cacharrería", que era el nombre que recibían los productos de alfarería. Para entender su repercusión e importancia, atenderemos al dato de que en el momento de mayor producción, se llegaron a contabilizar hasta veinticinco talleres funcionando simultáneamente (SCHÜTZ, 2006).

Figura 1
Genoveva Vicedo,
conocida como
la Tía genoveva,
acarreado
cántaros, 1934.
Archivo gráfico
del Museu de
Cantereria.





Figura 2
Trabajadoras de la
fábrica de material
de construcción
Cerámica San
Ramón, a inicios
de los años
sesenta. Archivo
gráfico del Museu
de Cantereria.

No obstante, desde los años sesenta y setenta del siglo pasado el sector entró en una profunda crisis en la que influyeron diversos factores. El hecho de que se hubiera centrado la producción en objetos funcionales fue su propio talón de Aquiles, ya que la llegada de agua corriente a las viviendas y la generalización de objetos de plástico, junto con el descenso progresivo del uso de botijos, provocó una acusada bajada en la demanda de productos de alfarería. Esta situación provocó el cierre de diversas fábricas, produciendo un trasvase de mano de obra de los talleres artesanos hacia las fábricas de material de construcción (SCHÜTZ, 2006; 2015).

La reducción de las plantillas de las alfarerías hizo necesaria la adopción de nuevas estrategias productivas, iniciando un proceso gradual de mecanización, especialmente en el procesado de la materia prima, la arcilla. Todo ello suponía el abandono de oficios auxiliares, técnicas, y conocimientos adquiridos a través de la experiencia de varias generaciones de alfareros.

2. LA RECUPERACIÓN DEL PATRIMONIO ALFARERO. LA FIGURA DE ILSE SCHÜTZ

Fue precisamente en ese momento, finales de los años setenta e inicios de los ochenta del siglo XX, cuando emergió la figura de Ilse Schütz, una turista alemana que fue consciente, desde el primer momento, de que los cambios en el proceso productivo suponían el abandono de técnicas tradicionales, costumbres y usos. Éstos, además, se habían perdido ya en otros muchos puntos de Europa, manteniéndose en España y, todavía con fuerza, en Agost. A partir de esa premisa, la labor de Ilse Schütz fue inmensa. Con la indispensable colaboración de los alfareros locales que se prestaron a abrirla las puertas de sus talleres y a donarle piezas de alfarería, inició una colección de inestimable valor patrimonial; no únicamente por las piezas de alfarería tradicional que recuperó, sino por la intensa labor de documentación de las técnicas tradicionales relacionadas con la actividad artesanal. En 1981 creó el Museo de Alfarería, dotando al municipio de Agost de una institución cultural fundamental para la promoción

y difusión del patrimonio cerámico de la localidad.

Así, fue conformando una documentación muy heterogénea y completa, por cuanto recogió mediante fotografías y diapositivas todo el proceso de fabricación de las piezas de alfarería. Asimismo, realizó entrevistas que registró en cintas de audio y vídeo, que constituyen un riquísimo patrimonio oral y audiovisual que debe ser preservado y puesto en valor. En ese sentido, el archivo audiovisual, compuesto por un centenar de cintas de audio, ciento cincuenta audiovisuales (contando cintas VHS, Super 8 y DVD), así como más de nueve mil fotografías, diapositivas y negativos, es sin duda un legado fundamental para poder estudiar y entender no sólo la alfarería, sino una de las páginas más importantes de la historia de Agost en la segunda mitad del siglo XX.

Algunas de las entrevistas realizadas por I. Schütz se han publicado a lo largo de su prolífica obra científica y divulgativa, que abarca varias decenas de publicaciones (SCHÜTZ, 1993; 2000; 2006; 2015). El contenido de los testimonios se centraba en las técnicas tradicionales de elaboración de la alfarería así como en su comercialización. Igualmente, aunque de forma tangencial, se habla en dichas entrevistas de otros temas relacionados con la vida cotidiana u otros temas no necesariamente ligados a la alfarería.

3. LA CONSERVACIÓN DEL LEGADO PATRIMONIAL INMATERIAL DE LA “COLECCIÓN SCHÜTZ”

Los diferentes formatos utilizados en el registro de los testimonios orales, así como del proceso productivo, dificultan actualmente su uso, al tiempo que no garantizan su correcta conservación. Por ese motivo, desde hace años se viene llevando a cabo una labor de digitalización del fondo de la “Colección Schütz”. Para

ello se está utilizando software libre, con el fin de facilitar la conversión posterior a cualquier otro formato y facilitar el acceso a cualquier investigador interesado en esta documentación. Sin embargo, esta documentación no es totalmente accesible, extremo que se pretende revertir con la incorporación de estos testimonios al futuro *Museu Oral d'Agost*, siempre y cuando se cumpla con la normativa vigente en materia de derechos de imagen.

4. UN PROYECTO DE RECUPERACIÓN DE LA MEMORIA ORAL LOCAL. ¿POR QUÉ Y PARA QUÉ?

El uso y estudio de las fuentes orales cuenta ya con una cierta tradición en Agost, puesto que se han llevado a cabo diferentes investigaciones acerca de las tradiciones y elementos culturales de la población, relacionadas con la gastronomía (SCHÜTZ, 1999), con las fiestas (VICEDO y MELIS, 2011) y audiovisuales¹ y, tal como venimos citando a lo largo del presente trabajo, de la alfarería (SCHÜTZ, 2000; 2006; 2015).

No obstante, la mayor parte de los mismos se centran en la actividad alfarera, lo que ha llevado a impulsar un proyecto de recuperación de la memoria oral que incluya una temática más completa. Como objetivo principal, se persigue obtener una visión amplia de la realidad social, económica, cultural, política, del Agost del siglo XX, a través del testimonio de las personas que lo vivieron en primera persona.

El proyecto, impulsado por el Ayuntamiento de Agost y el Museu de Cantereria, nace con una clara voluntad multidisciplinar. El equipo de trabajo lo integran profesionales de diferentes ámbitos de las Humanidades, como historiadores, antropólogos, o historiadores del arte, a los que se añaden alfareros y un grupo de colaboradores con voluntad de implicarse tanto en la preparación como en la realización de las entrevistas. Asimismo, se cuenta

con la colaboración y asesoramiento de la Universidad de Alicante, con José Ramón Valero Escandell, del Departamento de Geografía Humana, y la participación directa de M^a Teresa Riquelme Quiñonero, del Área de Antropología Social y Cultural. La puesta en marcha del proyecto de *Museu Oral d'Agost* se ha planteado con la misión de llegar a conseguir una serie de objetivos. El primero y más evidente, el de recopilar un patrimonio escaso, perecedero e intangible como es el de la memoria oral o historias de vida (DELGADO, 2006). En segundo lugar, gestionar, editar y poner a disposición del gran público el patrimonio que atesoran nuestros mayores, un conocimiento en primera persona, insustituible, que sólo ellos poseen y que debemos intentar documentar para poderlo ofrecer a la sociedad y a las generaciones venideras. Se trata, en definitiva, de aumentar el fondo documental del Museu de Cantereria, contribuyendo a la investigación y difusión de la Historia y el Patrimonio Cultural de Agost.

5. HACIA UNA VISIÓN RETROSPECTIVA DEL AGOST DEL ÚLTIMO SIGLO

Si los testimonios recogidos por Ilse Schütz están relacionados mayoritariamente con la alfarería, el proyecto de *Museu Oral d'Agost* pretende abarcar, además de las propias de la alfarería, otras temáticas. El proyecto tiene como objetivo la documentación de la evolución socio-económica de la localidad a través de los testimonios orales de sus protagonistas. En ese sentido, se busca tratar temas más genéricos como la infancia, la educación, la sanidad, fiestas y celebraciones; y otros más específicos, como la vida cotidiana y el trabajo en el campo, frente al testimonio de aquellos que vivían en el núcleo urbano y no tenían relación directa con los trabajos agrícolas o la alfarería.

Por otra parte, uno de los temas más analizados a la hora de recuperar la memoria oral en distintas poblaciones, es el de la contienda civil y la posguerra. Es evidente que, tras más de ochenta años desde el

inicio del conflicto bélico, los testimonios que podemos recopilar a día de hoy son escasos, y no siempre son aspectos fáciles de tratar. Aun así, resulta de especial interés profundizar en la situación social y económica del Agost posterior al conflicto armado.

Finalmente, aunque no es el objetivo principal del proyecto, se pretende entrevistar a alfareros ya retirados a los que Ilse Schütz no entrevistó en su momento, debido a su juventud. Al mismo tiempo, se hablará con otros alfareros de los que sí existe testimonio de los años ochenta, y a los que sería muy interesante volver a entrevistar para que aporten su visión de cómo ha cambiado su percepción del oficio y de su entorno en las últimas décadas.

6. LAS FASES DEL PROYECTO

El proyecto puede tener una duración indeterminada, en el sentido que las personas a entrevistar pueden aumentar al



Figura 3
Trabajadores
almorzando
durante la
venidimia, 1956.
Archivo gráfico
del Museu de
Cantereria.

tiempo que se desarrolle el mismo. La buena acogida entre los informantes puede animar a otras personas a participar activamente, compartiendo su testimonio y ampliando, por tanto, los límites iniciales del proyecto. No obstante, se ha previsto una duración de dieciocho meses, desde mediados de 2017 hasta finales de 2018, con el fin de no demorar la realización de algunas entrevistas, debido a la avanzada edad de algunos de los informantes, que en algunos casos, son centenarios.

En la primera fase se realiza una labor de documentación previa, analizando el contexto socio-económico y cultural de Agost del siglo XX, para crear un marco del que partir a la hora de plantear los temas a tratar en las entrevistas. Para ello, se ha llevado a cabo una búsqueda de información bibliográfica, así como documental, con la participación directa del Archivo Municipal.

La segunda fase se ha centrado en la constitución del equipo de trabajo. Éste se ha conformado con diferentes técnicos de los ámbitos de cultura y archivo del Ayuntamiento de Agost, quienes asumen la responsabilidad de la dirección del proyecto. A ellos se suma un colectivo de voluntarios de la localidad que quieren formar parte del proyecto y cuya participación podrá variar en función de sus circunstancias personales. Sin lugar a dudas, la implicación de población local en este tipo de iniciativas resulta fundamental, puesto que repercute en fomentar el interés de otros, y por tanto, en impulsar su identidad colectiva a través de la recuperación de la memoria oral. Finalmente, para el desarrollo del proyecto, tal y como mencionamos en el punto anterior, contamos con el asesoramiento de personal experto en este tipo de actuaciones.

En la tercera fase el equipo de trabajo se debe reunir con el fin de establecer la temática a tratar en las entrevistas, contando con aspectos principales y otros secundarios. Paralelamente, se elabora un listado con los posibles informantes y se dividen en función de la temática sobre la

que a priori tendrían más información que compartir. En ese sentido, se debe tener en cuenta que se trata de valoraciones previas, y que únicamente la realización de las entrevistas puede permitir una valoración más precisa de estos aspectos. Una vez determinadas las personas y los temas, la cuarta fase se basará en la elaboración de un guión pre-establecido que deberá servir como base, aunque deberá ser adaptado en función del informante. Asimismo, se debe determinar la metodología que se aplicará a la hora de realizar las entrevistas, o bien de establecer los criterios a seguir durante el proceso de recopilación de datos y testimonios, atendiendo a los medios técnicos y humanos necesarios en cada caso, así como al guión anteriormente citado.

La elaboración de las entrevistas (quinta fase) será lo que, junto con su edición (sexta fase), ocupará un período más dilatado de tiempo. La metodología a seguir se habrá consensuado en la fase anterior, de manera que se deberán seguir los pasos acordados, ponerse en contacto con los informantes y pactar la hora, fecha y lugar para la realización de la entrevista. En ese sentido, la toma de contacto se ha iniciado con algunos de ellos, por lo que en breve se pondrá en marcha esta fase del proyecto.

Finalmente, la séptima fase se centrará en la creación del espacio virtual en el que se alojarán los testimonios recogidos durante el desarrollo del proyecto. El *Museu Oral d'Agost* estará vinculado con las páginas institucionales del Ayuntamiento y del Museu de Cantereria. Asimismo, asociada a esta séptima fase, podemos incluir una fase de difusión del proyecto, que no se centra únicamente en la generación del espacio virtual, sino que contempla diferentes proyectos que permitan dar a conocer este rico patrimonio a través de exposiciones, publicaciones y otras actividades que irán definiéndose conforme se vaya editando el material.

En cuanto a la periodización del proyecto, las primeras fases, de documentación

previa, deben ocupar un período de tres meses, a realizar de junio a septiembre de 2017. Las entrevistas ocuparán, en principio, doce meses, entre octubre de 2017 y el mismo mes de 2018, aunque la duración total podrá variar en función del volumen de testimonios recogidos, puesto que el objetivo es recoger el mayor número posible. En cuanto a la edición del material, se realizará de forma gradual y paralela a la fase de entrevistas. En cualquier caso, su finalización será lógicamente posterior, por lo que se prevé que se prolongue de noviembre de 2017 a finales de 2018, como mínimo. Finalmente, la creación del espacio virtual, que se podría realizar al tiempo que la edición de la documentación, se ha estimado en un plazo de tres meses, que ocuparían el último trimestre de 2018.

La última fase de difusión se planificará cada año, definiendo qué aspectos es interesante promocionar, en función de la agenda cultural del municipio y las prioridades establecidas por el equipo de trabajo.

7. EL TRABAJO DE CAMPO. METODOLOGÍA Y MEDIOS TÉCNICOS

Tal como se ha comentado anteriormente, la obtención de los testimonios ocupará buena parte del tiempo dedicado al desarrollo del proyecto. Asimismo, se realizará un análisis sobre la figura de cada persona a entrevistar, marcando un perfil previo acerca de los aspectos sobre los que podría arrojar más luz. No obstante, no se debe perder de vista la posibilidad de que una persona pueda aportar datos que, a priori, el entrevistador ni se había planteado.

A la hora de hacer un primer listado, se ha priorizado teniendo como criterio principal la edad avanzada de los informantes, por cuanto su delicado estado de salud puede variar en cualquier momento y hacer inviable la entrevista. Al mismo tiempo, se han dividido en función de los temas sobre los que pueden hablar y complementar los testimonios de otros.

Una vez realizadas las tareas previas de documentación y elaboración del listado de personas a entrevistar, se deberá confirmar su conformidad, así como fecha, hora y lugar de la entrevista. Una de las premisas a seguir es que sea el propio informante el que elija el lugar, primando su comodidad y confianza. En un entorno favorable, el testimonio que pueda aportar será de mayor calidad.

Las entrevistas se realizarán en todo momento bajo la autorización expresa del interesado, para lo que se ha elaborado un documento de cesión de derechos de audiovisuales. De ese modo, quedan protegidos los derechos de los entrevistados, asegurándose que se utilizará la documentación generada para investigar y/o divulgar el patrimonio cultural de Agost. Asimismo, debido a que se trata de personas de avanzada edad, se informará a los familiares de la realización de las entrevistas, con el fin de que estén informados, evitando malentendidos o reacciones adversas por su parte.

En todo momento, la entrevista no tendrá pautado un tiempo para la respuesta, sino que se dejará hablar al entrevistado, siempre y cuando su testimonio guarde una cierta coherencia y orden en la exposición. Es importante que la experiencia sea positiva para el informante, puesto que su *feedback* es fundamental para que el desarrollo del proyecto sea satisfactorio. Sus buenas sensaciones pueden animar a otras personas a participar.

En ese sentido, se debe cuidar mucho la relación con el informante. Independientemente de las posteriores actividades de difusión que se lleven a cabo, todos ellos recibirán una copia de la entrevista realizada, de modo que puedan compartirla entre sus allegados, y guardar un recuerdo de esta experiencia.

Como norma general, se recogerá el testimonio de una única persona en cada sesión. Sin embargo, terminada la ronda de entrevistas individuales, se plantea la posibilidad de hacerlas con dos o tres

personas de manera conjunta, para que conversen y complementen la información aportada anteriormente, o bien que incidan en aspectos distintos, siempre y cuando no se traten temas polémicos, que puedan derivar en una mala experiencia para los propios informantes.

Para el trabajo de campo se contará con un equipo de vídeo y audio, que registrará en su totalidad la entrevista. Con el fin de facilitar la gestión de la documentación, las entrevistas se grabarán en el mismo formato al que se está convirtiendo los archivos de la "Colección Schütz". De ese modo, se facilita su gestión y exportación a otros formatos, en caso de que fuera necesario.

En este apartado se tendrá especial cuidado en la custodia y archivo de los documentos, para lo cual se realizará una base de datos con una codificación clara del material tanto en bruto como editado.

De todo el material generado se guardará una copia de seguridad en alta calidad que custodiará el Archivo Municipal, y dos copias de menor resolución que serán archivadas en las instalaciones del Museo de Alfarería y de la Casa de Cultura.

A medida que se recopilen los testimonios, se procederá a su edición, de manera que el archivo definitivo contenga el testimonio completo, con toda la información aportada por el entrevistado. Posteriormente, se realizará una selección de los contenidos a incluir en la red, ya que por su dilatada duración, las entrevistas no deberían subirse completas.

El espacio virtual final, el que debe servir de trampolín para la difusión de este rico patrimonio oral, tendrá entidad propia, si bien tendrá una relación directa con los portales oficiales del Ayuntamiento de Agost y el Museu de Cantereria. Deberá contener los testimonios en función de la temática, facilitando la búsqueda por parte de toda aquella persona interesada.

Precisamente la creación de cibermuseos se ha multiplicado en los últimos años,

especialmente con el desarrollo de las llamadas "nuevas tecnologías", denominadas ahora TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) (LARPENTEUR y VILAR, 2016: 266). Un buen ejemplo de accesibilidad del patrimonio inmaterial es el *Museu de la Paraula*, del Museu Valencià d'Etnologia, todo un referente a la hora de afrontar y planificar un proyecto de estas características. A nivel local, a lo largo de los últimos años se han creado otros espacios virtuales, como es el caso de la *Nulespedia* o la *Artanapedia*, con la misma intención de poner a disposición de cualquier persona interesada los testimonios, las historias de vida de habitantes de estas poblaciones (Nules y Artana, en la provincia de Castellón). se trata de ejemplos a valorar, puesto que a pesar de ser poblaciones pequeñas, el número de visitas a sus contenidos no ha dejado de aumentar desde su puesta en funcionamiento (LARPENTEUR y VILAR, 2016: 261).

8. DIFUSIÓN DEL PROYECTO. HACER ACCESIBLE EL PATRIMONIO INMATERIAL

La difusión del proyecto, toma como eje central la generación de un espacio virtual desde el que visualizar los diferentes testimonios ya editados para su transmisión. Los testimonios deben ser accesibles y "visibles" a través de la red, utilizando para ello las tecnologías que tenemos a nuestra disposición. Esta es una de las premisas fundamentales, ya que el patrimonio audiovisual del Museu de Cantereria es, como ya hemos comentado, de enorme relevancia, pero todavía queda "oculto", puesto que no se ha puesto a disposición de los usuarios. Con la creación del *Museu Oral d'Agost*, se pretende solucionar esta laguna, ya que aquellos testimonios antiguos que la normativa permita que puedan ser compartidos y subidos al nuevo espacio virtual, serán accesibles para el gran público.

La recopilación de los testimonios debe permitir implementar acciones de difusión del patrimonio inmaterial, entre las que citaremos la realización de exposiciones

temporales; celebración de charlas, ciclos de conferencias y/o cursos; o la edición de publicaciones en medios científicos y divulgativos.

Finalmente, con el fin de llegar a la población escolar, se realizarán talleres didácticos con los centros escolares de Agost, que permitan la valoración del patrimonio inmaterial más próximo. Por ello, aunque no se descarta ampliar los talleres a diferentes niveles de primaria, el objetivo principal se basa en trabajar con alumnos de secundaria la relación con las personas mayores, mostrándoles las herramientas necesarias para que puedan plantear y realizar entrevistas. Éstas les permitirán conseguir testimonios dentro de sus propias familias y construir o reconstruir la evolución y la historia de sus antepasados, valorando, de una parte, la metodología empleada y, por otra y muy importante, la información obtenida, que tendrá, sin duda, una significación especial.

Todas estas acciones, deben contribuir a fomentar la colaboración entre la población local y el Museu de Cantereria a través de la valoración del patrimonio inmaterial, uno de los más frágiles, puesto que no suele tener el reconocimiento de la sociedad, incluso ni siquiera por los propios informantes.

9. CONCLUSIONES

Sin duda alguna, la recopilación de testimonios orales directos es fundamental para la recuperación de la conciencia colectiva de pertenencia a una comunidad, pequeña, como es Agost, pero sin duda importante por cuanto representa a toda una población.

El proyecto de *Museu Oral d'Agost* contempla la creación de un corpus de testimonios orales registrados en formato digital, que deberán ser editados para su posterior uso para la investigación histórica y antropológica, en el marco de un proyecto que va mas allá de la mera re-

copilación. Se trata, en definitiva, de poner a disposición de cualquier persona interesada la información transmitida de manera voluntaria por los informantes, accesible desde cualquier dispositivo con acceso a internet. Planteamos por tanto un espacio abierto para que la preciosa información que nos ofrecen y transmiten nuestros mayores llegue a cuantas más personas mejor.

Trabajar la memoria oral sin duda supone una forma de profundizar en la identidad de la colectividad (GILI, 2010), que se ve reflejada en las imágenes y en la palabra de las personas mayores que atesoran experiencias, sentimientos pero también información que no contiene documento escrito alguno, puesto que se han filtrado a través del caleidoscopio de la propia vivencia personal. Esta perspectiva, completamente subjetiva tiene, sin embargo, un alto valor patrimonial tanto desde el punto de vista histórico, como especialmente antropológico y sociológico. Recopilarlo, ponerlo en valor y difundirlo es, a día de hoy, algo más que una práctica profesional recomendable, es más bien una obligación para los gestores del patrimonio cultural, puesto que el que nos ocupa, el patrimonio oral, es uno de los más frágiles, por cuanto no es renovable y completamente único, puesto que cada persona puede ofrecer una visión distinta de aspectos muy diversos.

Estamos convencidos de que la elaboración de proyectos como el que presentamos pondrá al descubierto información de gran valor no sólo para la población de Agost, sino para la investigación y la comparación de costumbres, anécdotas, dichos populares, etc, que de otro modo, quedan circunscritos al ámbito de lo familiar o local. Pongámonos, pues, manos a la obra.

BIBLIOGRAFÍA

- CAVANILLES, A. J., 1795-1797: *Observaciones sobre la Historia Natural, Geografía, Agricultura, Población y Frutos del Reyno de Valencia*, (2 vols.), Madrid: Imprenta Real, Reprod. facs. Valencia, 1995.
- DELGADO SAHAGÚN, C. 2006: "Análisis del testimonio como fuente oral: género y memoria", *Encuentro de Latinoamericanistas Españoles* (12. 2006. Santander): *Viejas y nuevas alianzas entre América Latina y España*, pp. 1137-1145.
- GILI, M. L., 2010: "La Historia Oral y la memoria colectiva como herramientas para el registro del pasado", *TEFROS*, 8, pp. 1-7.
- LARPENTEUR, C. y VILAR, N. 2016: "Faena teniu! Arxius digitals i memòria oral", *Extramurs*, 6, vol. 3, pp. 261-272.
- SCHÜTZ, I.,
1993: *La mujer en la alfarería española*, Alicante.
1999: *Comer a la agostera. Recetario de Agost*, Alicante.
2000: *El bordado de Agost. Alfarería turística del siglo XIX*, Alicante.
2006: *Agost/Alicante, ein Töpferzentrum in Europa*, Bamberger Beiträge zur Europäischen Ethnologie, 8, Bamberg.
2015: *Agost. Las marcas de la alfarería y la historia de sus fábricas*, Alicante.
- SCHÜTZ, I., RODRÍGUEZ-MANZANEQUE, M. J., 2004: *El álbum de la alfarería de Agost*, Alicante.
- VICEDO, P., MELIS, A., 2011: *Les Danses del Rei Moro d'Agost. Cultura popular des de l'antropologia i la història*, Alicante.

ITINERARIOS AUTOGUIADOS: “MEMORIA DE ARENA”

Francisco Javier Parres Moreno¹

Guardamar del Segura es un destino turístico nacional e internacional de bastante relevancia en la provincia de Alicante. La variedad de paisajes, donde conviven la huerta tradicional, la riqueza ecológica que genera el tramo final del río Segura, las pequeñas estribaciones interiores, 11 kilómetros de playas abiertas al mar y un extraordinario pinar de 800 hectáreas de pino, han hecho de esta localidad un agradable destino turístico.

Estos recursos naturales, sobre todo las amplias playas de arena fina, hacen de Guardamar un destino turístico primordialmente de sol y playa. A otra parte del turismo que nos visita le atrae la naturaleza local, esto se debe a sus características medioambientales únicas.

Este binomio turístico atrae anualmente a miles de visitante que dinamizan el tejido empresarial de este municipio. Pero Guardamar debe de sumar a estos recursos, explotados ya desde los años 60 del siglo XX, el patrimonio histórico que es de gran interés tanto para los visitantes experimentados en los viajes culturales, como para el público en general cada vez más dispuestos a consumir productos turísticos basados en el patrimonio histórico y la etnografía. Por lo cual, en la demanda turística actual se puede comprobar que hay una clara tendencia a elegir los destinos que poseen elementos o recursos del patrimonio cultural, así como lugares con una gastronomía particular.

El flujo turístico se podría estudiar basándonos en los recursos que un destino puede ofrecer a los visitantes. En un ámbito muy generalista podríamos hablar de destinos con recursos medioambientales de alto valor añadido (los destinos de montaña, parques naturales, destinos rurales y etnológicos), el tradicional sol y playa y por supuesto el destino cultural o patrimonial. Este último destino se ha basado históricamente en la explotación de

importantes monumentos (la Catedral de Burgos, la Mezquita de Córdoba, la Alhambra, etc.) o en atractivos cascos históricos (el de Toledo, el *Barri Gotic* de Barcelona, el de Segovia, el de Granada etc.). Pero en los últimos años en el turismo cultural a irrumpido con gran fuerza el patrimonio arqueológico. La puesta en valor de gran número de los yacimientos por todas las Comunidades Autónomas, ha introducido la variable arqueológica en el catálogo de recursos que se pueden ofrecer a un potencial visitante.

El caso de Guardamar es paradigmático en el estudio de las civilizaciones que han poblado el mediterráneo a lo largo de la historia. Por lo cual está salpicado en su término municipal por varios yacimientos, con cronología diversas e importancia dispar, pero que en conjunto vertebran un viaje por la historia que nos ayuda a su vez a conocer un rico y atractivo medio natural que interactúa constantemente con el discurso narrativo que se intenta transmitir a través de estos vestigios arqueológicos.

Una buena opción para poner a disposición del visitante todo este patrimonio, es la creación de itinerarios temáticos que conecten los diferentes elementos visitables. Este es el caso de la última acción que se ha llevado a cabo desde el Ayuntamiento de Guardamar del Segura y el MAG (Museo Arqueológico de Guardamar del Segura), en colaboración con la Agencia Valenciana de turismo, bajo el título de: "Memoria de Arena".

1. PROBLEMA DE LA ESTACIONALIDAD EN EL TURISMO LOCAL

Desde hace décadas se está llevando a cabo por parte del personal de la Oficina de Turismo Local el control de visitantes que eligen Guardamar como destino turístico. Estos datos arrojan un grave problema de estacionalidad, ya que se cen-

tran la mayor parte de las visitas entres los meses de Junio, Julio y Agosto. Si tomamos esta información a modo de estudio de mercado aplicable para la inversión en infraestructuras y servicios culturales, nos encontramos con una mayor parte del año en la que el descenso de la cifra de visitas produce una reducción en los recursos culturales disponibles fuera de la temporada alta. Por ejemplo, los servicios de guías para conocer el patrimonio, ya sea con tren turístico, visitas a pie de los yacimientos o jornadas de puertas abiertas, no se pueden mantener durante todo el año. Esto supone, que el visitante que decide viajar en temporada baja se encuentra con un patrimonio desprovisto de servicios que ayuden a tener una experiencia completa en un destino con marcado carácter histórico.

Para cubrir este vacío de servicios de interpretación del patrimonio en temporada baja nace Memoria de Arena. Por ello se han creado los cinco itinerarios audio-guiados, que sustituyen las explicaciones guiadas que podría aportar el ayuntamiento de Guardamar tan solo en temporada alta. De este modo el municipio siempre tendrá disponible para el visitante una red informativa de apoyo, para conocer el patrimonio local sea cual sea la época del año elegida para visitar Guardamar

2. EL USO DE LA TECNOLOGÍA EN LA INTERPRETACIÓN DEL PATRIMONIO. TURISMO TECNOLÓGICO

El uso de la tecnología ayuda enormemente a llevar a cabo dicha red informativa que consigue descubrir al visitante los secretos de cada uno de los elementos visitables de los que dispone nuestro municipio. Además, de este modo se puede comunicar en diferentes idiomas, elemento importantísimo en la difusión de la historia local. Si cogemos como referencia más o menos fiable los datos extraídos de *Google Analytics*, de las webs locales dedicadas a informar sobre patrimonio, descubrimos que el 45% de las visitas proceden del países extranjeros, euro-

peos en su mayoría, datos que coinciden con los tomados en el mostrador de la oficina de turismo local. Es por ello que la información en diferentes lenguas y el uso de tecnología que permita ampliar los idiomas disponibles se convierte en obligatoria. Este es el caso de Memoria de arena, la información impresa en los paneles es trilingüe (castellano, valenciano e inglés). Las audioguías y la información de la web también trilingüe, siendo estas últimas ampliables ya que se encuentran en un plataforma digital creada para ser actualizada y orientada por los datos estadísticos de usuarios que ofrezcan las visitas de la web y los escaneos de los códigos QR. El cribado de esta información nos permite realizar variaciones idiomáticas que se ajusten al público que nos visita en realidad.

En los últimos años ha irrumpido un tipo de público más habituado a convivir con *gadgets* tecnológicos de última generación como *smarthphones*, tabletas gráficas etc. Por lo cual exige mayor calidad en su experiencia cultural. Esto nos obliga a recurrir a diferentes discursos narrativos y explicativos sobre la historia, recursos en los que se incluye la virtualización del patrimonio con herramientas como la realidad virtual, visitas virtuales desde la web, las audioguías, audiovisuales con imágenes de *drones* etc.. Además el hecho de que gran parte de la información este en la red, permite la actualización constante de los contenidos. Esto hace posible que las inversiones en tecnología se puedan repartir en plazos más llevaderos, sobre todo para ayuntamiento de menor tamaño y con menos recursos económicos. Las intervenciones en estas plataformas se deben ir ajustando a los nuevos criterios tecnológicos, a nuevas modas o nuevas visiones del discurso interpretativos del patrimonio histórico.

3. ¿QUÉ ES MEMORIA DE ARENA?

Con Memoria de Arena se ofrece al visitante una experiencia autoguiada, gestionada por uno mismo, que no depende

de horarios, ni tiene los costes al no tener que depender de contratar un servicio de guía. Tan solo necesitas disponer de un teléfono inteligente o un folleto-plano, que servirán para poder discurrir por las diferentes rutas que engloban todo el patrimonio histórico visitable de Guardamar. De este modo se ofrece un servicio autoejecutable que confluye con la cultura internacional del *do it yourself*, tan en boga en parte de la población globalizada actual. Estos itinerarios no sustituyen a las tradicionales visitas guiadas, si no que se convierten en una guía extra, completaría y que siempre está disponible para los usuarios.

4. ¿CÓMO FUNCIONA MEMORIA DE ARENA?

1º- ¿Cómo accede el usuario a la información necesaria para iniciar una ruta?:

- Visitando el MAG (Museo Arqueológico de Guardamar) o la Oficina de Turismo, el viajero podrá recibir toda la información necesaria para iniciar los distintos itinerarios. En los dos puntos informativos se puede acceder al folleto que servirá de guía a todas aquellas personas que no dispongan de un teléfono inteligente o una tableta gráfica.

- En la página web www.memoriadearena.es aparece información pormenorizada de los elementos visitables, de las rutas, etc. Además sirve para planificar previamente el recorrido cultural por Guardamar. La web es indispensable para el desarrollo de estos itinerarios autoguiados, porque además de albergar toda la información de consulta, su análisis servirá para conocer mejor a los usuarios, origen, rutas preferidas, ítems más visitados, idiomas más reproducidos, plataformas más utilizadas ya sea android, iOS. Además mediante un cuestionario incluido en la web, podremos recibir fácilmente el *feedback* de los usuarios, pudiendo variar los contenidos, recorridos o recursos basándonos en la opinión del usuario de las rutas.

- Dos tótems interactivos ofrecen la información necesaria de las rutas las 24 horas al día. Estos tótems contienen una versión beta de la página web, y a través de su pantalla táctil se puede adquirir toda la información necesaria para iniciar los itinerarios. Está pensado para aquellas personas que no dispongan de los gadgets necesarios para accionar los códigos QR, y además no dispongan del folleto de la ruta.

- Paneles de información general dispuestos en zonas estratégicas del municipio donde se describe la manera de llevar a cabo las rutas. Contienen la información más importante de la que se puede consultar en la web. Además pueden ser elementos publicitarios para los itinerarios y para el patrimonio histórico local.

2º- ¿Cómo se articula la información en las distintas rutas?:

- Como ya hemos comentado, se han diseñado 5 rutas temáticas. Ruta 1: arqueología bajo las arenas. Ruta 2: arqueología del territorio. Ruta 3: cultura del agua. Ruta 4: la repoblación forestal de las dunas. Ruta 5: paseo Larramendi

- Cada uno de los elementos del patrimonio que forman parte de Memoria de Arena tiene un panel informativo, con una explicación sencilla y tres códigos QR. Uno enlaza con *wikiloc* y a través del GPS de nuestro *smarthphone* podremos desarrollar la ruta elegida. Además en *wikiloc* se han descrito los itinerarios, para facilitar de esta manera el discurrir por los diferentes itinerarios.

Otro código nos enlazará con la audioguía de esa parada, que nos detallará en el idioma deseado, la historia y el valor histórico de los monumentos, yacimientos arqueológicos, elementos etnográficos, etc..

Por último un QR nos llevará a la plataforma web donde podremos ampliar nuestros conocimientos sobre el elemento que se está visitando en ese momento, con

material gráfico: recreaciones 3D, planimetrías y videos.

- En el conjunto del patrimonio histórico que intenta difundir Memoria de Arena hay algunos hitos reseñables, por su importancia o su monumentalidad. En estos casos se han instalado unas mesas interpretativas con más información, recreaciones 3D, planimetrías etc. Por lo cual los soportes usados para informar al visitante varían según el interés de cada hito. Se han usado pequeños paneles explicativos, tótems informativos o mesas interpretativas.

Como ya hemos comentado, la idea principal de este proyecto es que esté vivo, que no quede inerte una vez se pone en funcionamiento, que se actualice constantemente, con nuevos contenidos, nuevos hallazgos, información actualizada por nuevas investigaciones y sobre todo que se amplíen los idiomas disponibles para el público. De este modo variar fácilmente el proyecto explicativo a las nuevas corrientes tecnológicas y permite ajustarse a los cambiantes flujos de turistas con orígenes y necesidades diferentes.



Figura 1. Extracto del panel de información general en el que aparecen las cinco rutas diseñadas para Memoria de Arena. Se describen así las diferentes paradas que contiene cada recorrido, junto con un Qr que nos enlaza con el recorrido guiado por GPS.



Figura 2. Ejemplo de mesa interpretativa que con una recreación infográfica de la villa amurallada, previa a los terremotos de 1829. Contiene un código que enlaza con la web www.memoriadearena.es, otro con la audioguía y el resto con las rutas.

Figura 3.
Imagen de un
tótem para un
recurso general
y un tótem
interactivo
instalado en la
fachada del MAG.



Figura 4.
Captura de una de las rutas que se pueden encontrar
en el perfil memoria de arena creado en Wikiloc.

BIBLIOGRAFÍA

- BELTRÁN LÓPEZ, G., 2012: *Geolocalización y redes sociales*, Bubok Publishing S.L.
- BERMÚDEZ, A., GIRALT, A. y ARBELOA, J., 2004: *Intervención en el patrimonio cultural*, Madrid.
- DUTSON, P., 2013: *Creating QR and Tag codes*, Indianapolis.
- GEOGHEGAN, T., 1998: *El desarrollo rural a través del turismo de patrimonio natural y cultural*, St. Croix, U.S. Virgin Islands: Caribbean Natural Resources Institute (CANARI).
- GÓMEZ, J. Y GONZÁLEZ-QUIJANO, C. 1991: *Rutas e itinerarios turísticos en España*, Madrid.
- LEIVA OLIVENCIA, J.J. y MORENO MARTÍNEZ, N. M., 2015: “Tecnologías de geolocalización y realidad aumentada en contextos educativos: experiencias y herramientas didácticas”, *Didáctica, Innovación y Multimedia*, 31.
- NOGUERA, J. M., SEGURA RAFAEL J. y OGÁYAR CARLOS J., 2012: “Dispositivos Móviles como Guías 3D para el Conocimiento del Patrimonio Arqueológico”, *Virtual Archaeology Review*, 3-6, pp. 24-28.
- REIG, D. y VÍLCHEZ, L.F., *Los jóvenes en la era de la hiperconectividad: tendencias, claves y miradas*. http://www.fundacion.telefonica.com/es/arte_cultura/publicaciones/detalle/182. [Consulta: 21-02-2017]
- TUDANCA CASERO, J., 2001: *Criterios de intervención en el Patrimonio Arquitectónico*, Logroño.

Recursos electrónicos

<http://www.memoriadearena.es>
<http://www.magmuseo.com>

