



UNIVERSIDAD  
COMPLUTENSE  
MADRID

campus



# red.escubre

Boletín de noticias científicas y culturales

Publicación Quincenal

Del 11 al 25 de mayo de 2015

n° 49

## Un biosensor magnético detecta el cáncer de mama más agresivo

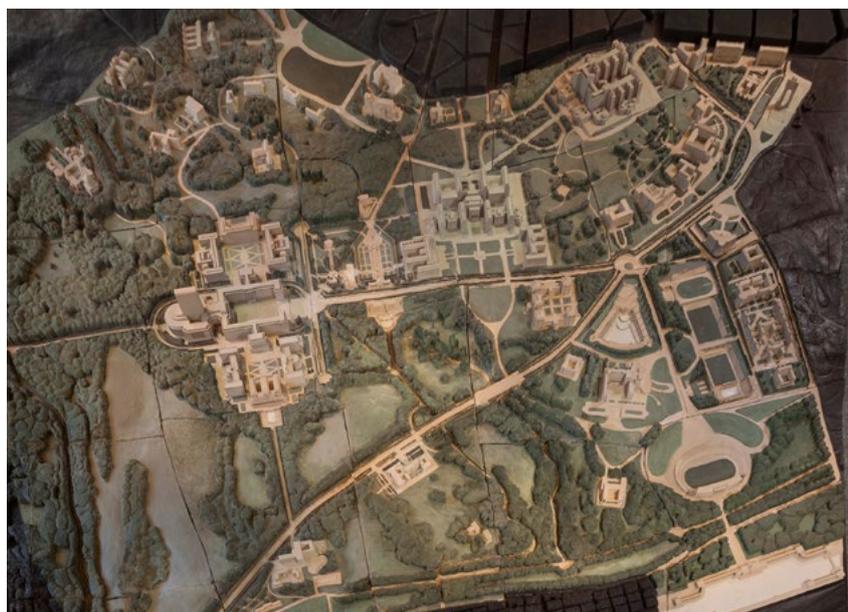
Para conseguir un diagnóstico precoz y fiable del cáncer de mama, investigadores de la Universidad **Complutense** y de otras instituciones han diseñado un biosensor magnético capaz de detectar las moléculas miR-21 y miR-205, relacionadas con la enfermedad. La herramienta, más rápida que los dispositivos actuales, se ha probado en tejidos tumorales reales y ha permitido identificar el cáncer de mama de peor pronóstico.



Ilustración: Irene Cuesta

## Exposición "Paisajes de una guerra: la Ciudad Universitaria de Madrid"

La Ciudad Universitaria de Madrid condensa buena parte de la historia del siglo XX español porque permite adentrarse en los proyectos modernizadores de los años 20 y 30, en el desarrollo de la guerra civil, en la consolidación y evolución del franquismo y en el despliegue democrático posterior. Morfológica y estilísticamente el campus se ha transformado. Un paisaje universitario se convirtió en muy poco tiempo en el paisaje de una batalla y, tras la victoria franquista, en un paisaje en ruinas sometido a diversas reconstrucciones. A día de hoy, el heterogéneo y abigarrado terreno de la Ciudad Universitaria, permite ver y no ver esos paisajes superpuestos. La Ciudad Universitaria muestra y oculta al mismo tiempo.



## Contenido

### Ciencias

Luz que ilumina y restaura  
(año internacional de la luz) **2**

### Medioambiente

Las calefacciones antiguas dañan el patrimonio artístico de las iglesias **5**

¿Cómo vivían los dinosaurios y cocodrilos en Lo Hueco de Cuenca? **10**

### Salud

Un biosensor magnético detecta el cáncer de mama más agresivo **12**

Casi el 14% de una muestra de españoles presenta sinestesia **14**

### Cultura

Exposición "Paisajes de una guerra: la Ciudad Universitaria de Madrid" **16**

### Luz que ilumina y restaura

El Patrimonio Cultural es un valor que tiene importancia como hecho cultural y como herramienta de cohesión y desarrollo social. Es un derecho para los ciudadanos y una obligación para las instituciones que lo gestionan. España cuenta con un importantísimo patrimonio histórico que tiene la obligación de conservar y mantener para las generaciones futuras, a la vez que debe desarrollar y disponer los medios necesarios para su disfrute por los ciudadanos de hoy. Esto requiere armonizar dos tareas básicas: conservación y exhibición y en ambas incide la luz. El equipo de **Iluminación y Color** de la **Facultad de Óptica y Optometría** de la Universidad **Complutense** investiga en diversos aspectos sobre la iluminación aplicada al Patrimonio. De sus conocimientos se han beneficiado obras emblemáticas como las cuevas de Altamira o el Guernica de Picasso.

La conservación requiere el mínimo deterioro, mientras que la exhibición implica riesgo de degradación. Apreciar y disfrutar un bien histórico artísti-



**Espectroroboscan de la Universidad Complutense trabajando en las cuevas de Altamira**



**AÑO INTERNACIONAL  
DE LA LUZ  
2015**

co conlleva siempre la percepción visual del mismo y, por otro lado, la incidencia sobre el objeto de la energía de la radiación electromagnética asociada a la luz visible puede deteriorar dicho objeto. En la gestión del Patrimonio Cultural, la Iluminación es una herramienta imprescindible para poder apreciar con la calidad necesaria los bienes culturales, esto puede suponer dos problemas principales: Los ciudadanos tienen derecho al disfrute de la producción artística que conforma el patrimonio histórico de un país, por lo que se hace necesario utilizar fuentes de iluminación apropiadas para la percepción de los bienes culturales. Por otra parte, es necesaria una buena conservación para causar el mínimo daño en los bienes. Esto pasa, entre otros factores, por minimizar la interacción entre la producción artística y la radiación electromagnética.

El equipo de **Iluminación y Color** de la **Facultad de Óptica y Optometría** de la Universidad **Complutense** lleva a cabo varias líneas de trabajo que podríamos clasificar en cuatro apartados generales:

- 1. La caracterización espectral como herramienta de trabajo para los restauradores
- 2. Estudio del deterioro debido a la radiación visible.
- 3.- Sistemas de iluminación avanzados
- 4. La iluminación natural aplicada al Patrimonio.

**La caracterización espectral como herramienta de trabajo para los restauradores y conservadores.**

La medida de la reflectancia espectral y la evaluación colorimétrica son métodos de análisis que presentan el deseado nivel científico para asegurar la calidad de las labores realizadas en el ámbito de la restauración. En este sentido, su aplicación en el proceso de estudio e intervención para la adecuada conservación de obras con interés patrimonial aporta una importante información al plantear un estudio en profundidad de las mismas. Supone una valiosa aportación en el estudio del comportamiento de los materiales originales y añadidos presentes en la obra antes de abordar el proceso de intervención y con posterioridad al mismo.



**Medidas de reflectancia espectral realizadas en el Pórtico de la Gloria**

La información espectral puede revelar a los restauradores importante información de la obra de arte que van a intervenir. De cara a la evaluación objetiva de la restauración las medidas espectrales son una interesante técnica a aplicar. Por ejemplo puede ser empleada como ayuda para identificación de pigmentos, principalmente si se dispone de una base de datos sobre materiales usados por el artista o época, o a discriminar diferentes intervenciones en la obra. La reflectancia espectral será usada para caracterizaciones físicas, estudios químicos y estudios sobre la iluminación. La reflectancia espectral en combinación con otras técnicas puede dar información sobre las microestructuras de las capas de pintura, e incluso en áreas donde el color percibido es similar, las curvas de reflectancia pueden revelar diferencias notables. Estas zonas metaméricas pueden ser analizadas mediante la aplicación de técnicas como es el análisis de componentes principales

PCA. En el caso de las cuevas con pinturas rupestres en particular, estas técnicas requieren una aplicación más compleja ya que el medioambiente y el entorno hacen tremendamente difícil el proceso de medida. En el caso específico de las cuevas de Altamira se ha tenido que fabricar un robot especialmente diseñado para realizar medidas con la máxima precisión espacial y espectral posible.

Cuando las obras son pinturas de gran formato como es del trabajo realizado por el grupo sobre el cuadro *Guernica* de **Picasso**, en el Centro Nacional de Arte Museo Reina Sofia, el reto consistía en diseñar un sistema de medida que pudiera realizar un barrido con la máxima precisión posible, en una superficie de una gran dimensión, cuyos puntos podrían cambiar de posición relativa debido a los

movimientos naturales del soporte. En este caso un robot con desplazamiento x,y con una precisión de 25 mm y un software aplicado al espectrofotómetro garantizaron que las medidas de sucesivas sesiones correspondan a las mismas condiciones de medida. Otro emblemático espacio en el que el control de los cambios de color tiene una importancia fundamental es el *Pórtico de la Gloria* de la Catedral de Santiago dado que la restauración del grupo escultórico cambiará la percepción que históricamente se ha tenido de este retablo policromado. Las obras de restauración que la Fundación Barrie y el Instituto del Patrimonio Español están llevando a cabo sobre el mismo han requerido la medida del color como método de ayuda a la evaluación en las técnicas y grados de restauración y limpieza aplicados a la obra. En este caso la tridimensionalidad de la obra junto a la accesibilidad de la misma han supuesto un importante reto al equipo de trabajo.

### Estudio del deterioro sobre pinturas debido a la radiación visible.

El Estudio del deterioro que produce la radiación visible en las obras de arte es un aspecto esencial para la evaluación realista del riesgo que conlleva la exhibición de obras, así como para el desarrollo de nuevas fuentes de luz optimizadas. Para ello el Grupo de trabajo ha puesto en marcha junto con el Museo Reina Sofía y el Museo Thyssen-Bornemisza y la financiación del Ministerio de Ciencia e Innovación, un trabajo que pretende desarrollar un modelo que evalúe el daño en función de la longitud de onda. Se han desarrollado unas cámaras sensorizadas especiales en las que las muestras de pintura han sido sometidas a una radiación espectralmente controlada durante más de cuatro años midiéndose regularmente todas las muestras en cada una de las diversas zonas de las mismas.



Estado previo (izquierda) y actual (derecha) del Claustro del Monasterio del Paular

Color y será objeto de transferencia a un importante grupo industrial español.

### La iluminación natural aplicada al Patrimonio.

La iluminación natural es otra de las líneas de trabajo de este equipo investigador. En el caso del patrimonio además de las connotaciones propias al ahorro energético y la conservación del medioambiente, la iluminación natural tiene importantes repercusiones desde el punto de vista del propio arte. Existen obras, en las que la iluminación no es un elemento añadido y prescindible, sino que es, precisamente, parte esencial de la obra de arte ya que se pensaron y desarrollaron por su autor con esa intención, y por ello debe ser tratada como un elemento más a preservar y mantener. Este es el caso por ejemplo de los transparentes de las catedrales, los espacios góticos y románicos del interior de las iglesias y un largo listado de situaciones del Patrimonio Cultural. Una de ellas es precisamente la de los claustros, y más especialmente cuando éstos albergan una serie de pinturas que son pensadas específicamente para verse en ese entorno especial; tal es el caso del claustro del *Monasterio de Santa María de El Paular* en Madrid. En este trabajo se ha estudiado la diferente percepción cromática que se observa en las distintas situaciones de iluminación y el daño que esto causa en las obras, tanto en el tiempo como en el espacio que se encuentran en dicho claustro, optimizándose las condiciones en las que se realiza la exposición, lo cual ha permitido configurar las condiciones en las que la iluminación natural accede a dicho claustro.



Puesta a punto del sistema de iluminación aplicado a Patrimonio

### Sistemas de iluminación avanzados

Las nuevas tecnologías de iluminación basadas en fuentes LED permiten el diseño de fuentes de luz que pueden controlar los parámetros espectrales y de intensidad de manera que se adapten a los restrictivos requerimientos que la iluminación tiene en los Museos. El equipo de trabajo ha desarrollado en colaboración con la profesora **Belloni** de la Universidad Furtwagen (Alemania) y la financiación del Ministerio de Economía y Competitividad, un sistema, que permite optimizar la percepción de la obra a la vez que reduce el daño causado en la misma. Este sistema está ya siendo probado en los laboratorios del Grupo **Iluminación y**

### Las calefacciones antiguas dañan el patrimonio artístico de las iglesias

La conservación del patrimonio arquitectónico (artesonados, estucados, frescos,...) y artístico (pinturas, esculturas,..) que encierran las iglesias, depende de la estabilidad de sus microclimas interiores, que con el paso de los siglos se han ido adaptando y aclimatando a las condiciones ambientales reinantes en su interior. Los sistemas de calentamiento que se han ido colocando en el interior de muchas de ellas a lo largo del siglo XX, provocan desajustes climáticos que amenazan seriamente la conservación de este patrimonio. Un estudio realizado conjuntamente por el grupo de investigación **Alteración y Conservación de los Materiales Pétreos del Patrimonio** de la Universidad Complutense y el **Instituto de Geociencias** (UCM, CSIC) evalúa este deterioro en los materiales pétreos del interior de los edificios históricos.

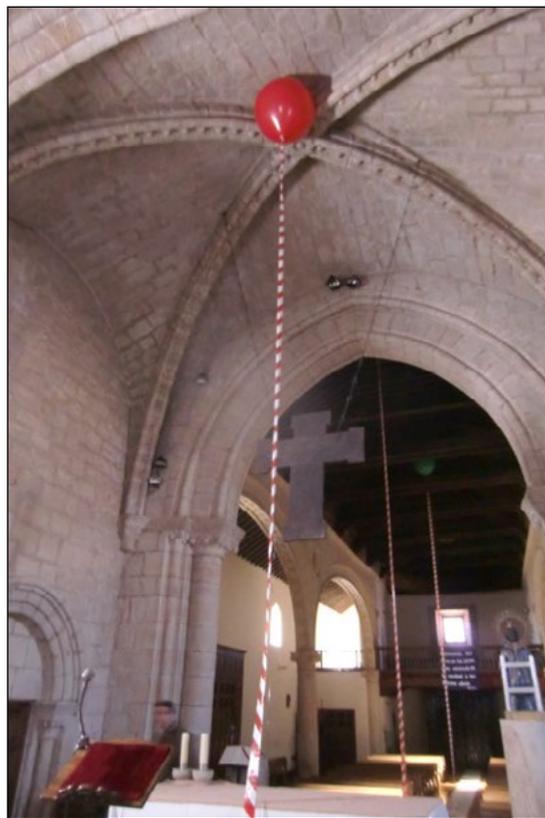
Las fluctuaciones naturales de los microclimas interiores suelen ser pequeñas y lentas, dependiendo del clima exterior, de la estructura y dimensiones del edificio, de los materiales de construcción empleados, y de la hidrogeología del

terreno sobre el que se asienta. Pero las interferencias artificiales son inevitables, llegando a provocar fuertes fluctuaciones en las humedades y en las temperaturas que pueden desestabilizar el frágil equilibrio existente entre el clima natural interior y el estado de conservación de su patrimonio interior. En la mayoría de los casos, el interior de este tipo de edificios alberga condiciones de humedad y temperatura adversas al requerimiento del confort

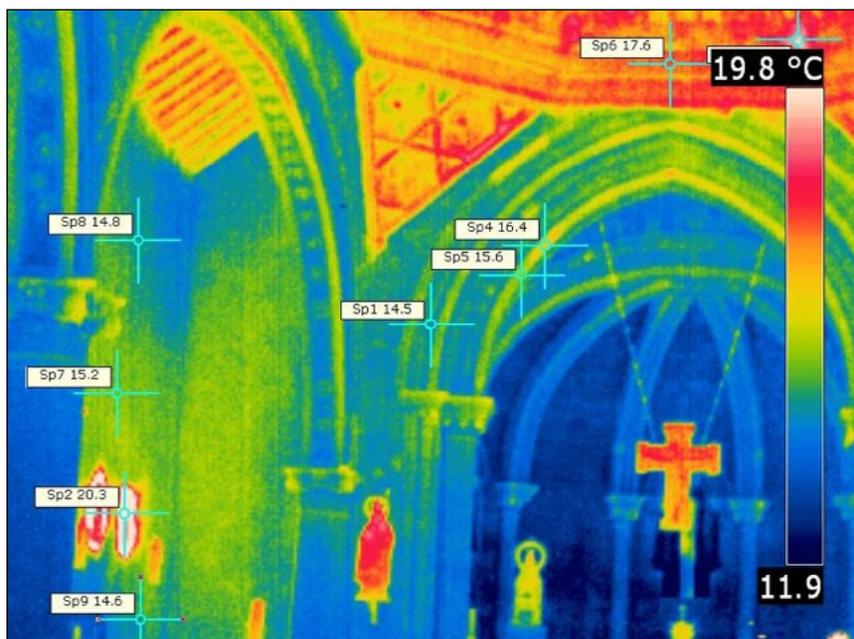
de las personas, por lo que las principales perturbaciones que afectan al clima interior están relacionadas con la presencia de personas y con la necesidad de proporcionarles confort térmico.

Al no existir una normativa reguladora en España hasta la aparición en 2012 de la norma *UNE-EN 15759-1*, la instalación de estos sistemas de calefacción se regía por la búsqueda del confort térmico de sus ocupantes, sin atender a la conservación sostenible de sus condiciones ambientales internas y de su patrimonio. En España el uso de la calefacción en las iglesias es muy reciente, por lo que es ahora cuando empiezan a notarse los efectos sobre la conservación de sus interiores. Por lo tanto este es el

momento idóneo para plantear una investigación de esta envergadura, sin esperar a detectar graves deterioros en este tipo de patrimonio, evitando así



**Fig. 1. Red tridimensional de sensores colocados en globos para controlar las condiciones ambientales en el volumen total de aire encerrado en el interior de la iglesia**



**Fig. 2. Imagen de termografía infrarroja de la zona de cabecera. El artesonado y tallas de madera, así como ciertos elementos pétreos tallados, todos ellos localizados en las zonas altas, presentan las mayores temperaturas después del encendido de la calefacción**

futuras restauraciones de elevado coste económico y abogando por una conservación preventiva. Arzobispados como el de Alcalá de Henares (Madrid), propietario de un gran número de edificios religiosos, la Comunidad de Madrid que ostenta la responsabilidad económica y medioambiental, y empresas instaladoras de sistemas de calefacción como *Infraheat* o *Asturcántabro Instalaciones*, que quieren mejorar y validar sus servicios de asesoramiento y equipamientos, han mostrado su interés y apoyo a este proyecto.

Los primeros sistemas de calefacción que se instalaron eran sistemas centralizados de emisión forzada de aire caliente debido a su bajo costo y rápida respuesta para proporcionar un clima interior confortable durante un periodo de tiempo limitado. Para el estudio de los efectos de estos sistemas de calefacción sobre el patrimonio

*Las calefacciones colocadas en el siglo XX, provocan desajustes climáticos que amenazan seriamente la conservación del patrimonio*

interior se eligió una pequeña iglesia rural (393 m<sup>2</sup>) del siglo XII-XVI (San Juan Bautista; Fig. 1 y 2) en Talamanca de Jarama (Madrid). Su sistema de calefacción se instaló en 1972, funciona con gasoil y sus rejillas de expulsión del aire caliente se encuentran localizadas todas juntas en la parte delantera de la iglesia y a una altura de 3 metros. Por el elevado coste del gasoil y escasa afluencia a los servicios religiosos, su uso durante el invierno es esporádico, limitándose a unas pocas horas durante el fin de semana.

El funcionamiento de estos sistemas es convectivo. El chorro de aire caliente (> 45 °C) expulsado a una altura de tres metros asciende hacia las zonas altas de la iglesia (fig. 3) y se desplaza hacia su parte trasera (fig 5a).

Las temperaturas en las zonas altas pueden estar hasta 10 °C por encima de las que se alcanzan en las zonas bajas (Fig. 4a), llegando incluso a duplicarse peligrosamente. El peligro de los cambios bruscos de temperatura y los altos valores que pueden llegar a alcanzar influye en las variaciones de la humedad relativa que puede sufrir descensos de hasta un

*Las fluctuaciones en la humedad relativa pueden provocar daños en maderas, piedra y muchas de las obras de arte (pinturas murales, policromías, tallas,...)*

40% (Figs. 4b y 5b). Una elevada humedad relativa, frecuente en esta clase de edificios, y las fuertes y rápidas fluctuaciones que puede sufrir, hacen de este parámetro ambiental el más crítico desde el punto de vista del confort humano y de la conservación interior de su patrimonio. Las bajas humedades relativas (<20-25%) que se alcanzan durante el uso de estos sistemas en las zonas altas de estos edificios, junto con las fuertes fluctuaciones que sufren por el uso invernal, pueden provocar tensio-

nes internas en la superficie de ciertos materiales de construcción como maderas, piedra y revocos, que son el soporte de muchas de las obras de arte (pinturas murales, policromías, tallas,...) existentes en estas zonas altas. Estas tensiones favorecen la aparición de fisuras, desplacados, ampollas, despegues,... Estas fluctuaciones también afectan a los ciclos de disolución-cristalización-rehidratación de sales (elemento muy dañino para la conservación de una obra de arte), tanto dentro como sobre los materiales de construcción. Hay que tener en cuenta que el artesanado de madera y los muros de piedra y revoco, constituyen en los primeros momentos del encendido de las calefacciones un frente de aislamiento térmico, lo que retarda su calentamiento brusco, y por consiguiente, su secado. Esto provoca que el aire más caliente se desplace hacia la parte trasera de la iglesia sin tocar el techo ni las paredes, creando un efecto tubo



**Fig. 3. Iglesia de San Juan Bautista (s. XII-XVI) en Talamanca de Jarama.**

(Fig. 4 y 5). Este efecto es temporal y se ve reducido a medida que se prolonga el calentamiento de la iglesia. En caso de la iglesia estudiada, el tiempo de duración de la perturbación térmica es corto y escasamente repetitivo por el uso esporádico de la iglesia, por lo que los daños patrimoniales en las zonas altas no llegan a ser graves, pero en otros edificios con mayor uso y periodo de encendido debería considerarse la posibilidad de que estos daños pudieran agravarse.

Por el contrario, en las zonas bajas de la iglesia las perturbaciones térmicas son menos notorias, por

lo que la ligera mejoría en el confort de estas personas llega al cabo de un largo periodo de tiempo (> 1h) de encendido. Este sistema de calefacción no mejora el confort de las personas sentadas (40 cm), ya que a esa altura las temperaturas apenas ascienden un par grados centígrados y la humedad relativa no varía, por lo que la sensación térmica es

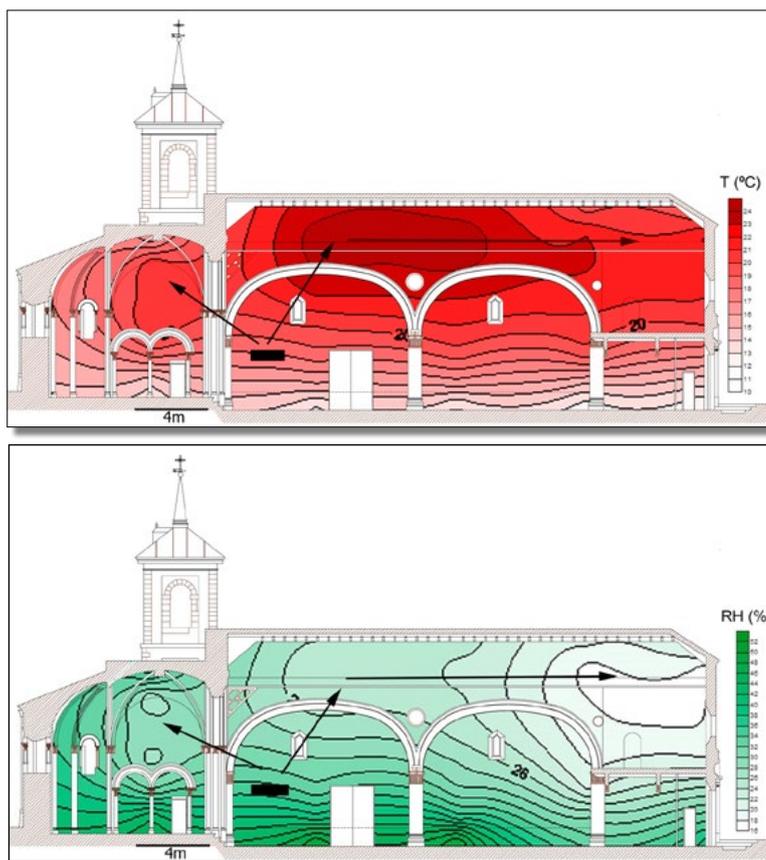
baja y la incomodidad de las personas notoria (Fig. 4). Solo a la altura de los hombros de una persona que está de pie (1,5 m) o cuando la iglesia está llena de gente, esas temperaturas pueden aumentar 4-5 grados, mejorando la sensación térmica y disminuyendo ligeramente la humedad (Fig. 5). La función de calentar estas zonas bajas se ve ralentizada por lo propios problemas de humedades que suelen presentar estos edificios en sus muros perimetrales.

También se ha comprobado que la presencia de un gran número de personas durante el periodo de calentamiento de la

iglesia tiende a atenuar las fuertes caídas de la humedad relativa en las zonas altas de edificio y a disminuir ligeramente la humedad a su alrededor. El metabolismo humano al irradiar calor y humedad influye amortiguando las fluctuaciones ambientales que provocan estos sistemas de calentamiento y mejorando ligeramente el confort interior, algo que no consiguen estos sistemas de calentamiento.

**RECOMENDACIONES en edificios con estos sistemas de calefacción antiguos:**

Para mejorar el confort humano y al mismo tiempo conservar el patrimonio interior de esta iglesia, se



**Fig. 4. Distribución de las temperaturas (a) y de las humedades relativas (b) en el interior de la iglesia**

recomendaría primero solucionar los problemas interiores asociados, por ejemplo, a la presencia de humedades en los muros, que suelen ser muy habituales en estos edificios. Esto estabilizaría las humedades relativas en todo el interior del edificio. Estos tipos de sistemas de calefacción son antiguos y poco efectivos desde el punto de vista energético, medioambiental, del confort humano y de la conservación patrimonial, por lo que habría que sustituirlos o en su defecto controlar su uso, controlando al mismo tiempo la ventilación en las zonas altas de la iglesia (para evitar la concentración de temperaturas muy altas y humedades muy bajas en esas zonas) e introducir ciertos cambios en el equipo, como por ejemplo: a)

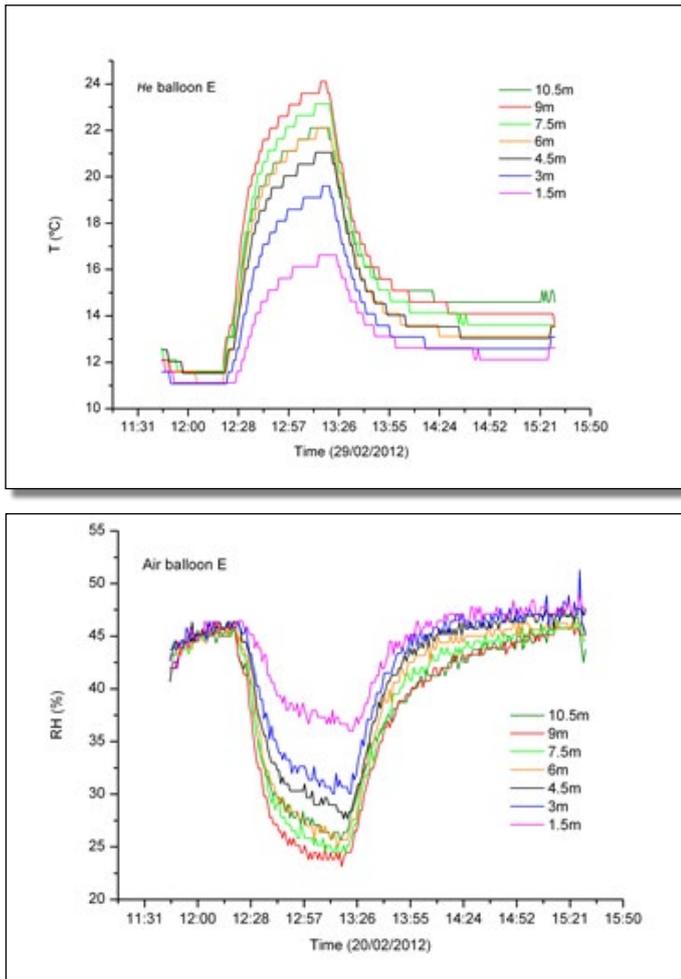
*Sería recomendable solucionar humedades en los muros. Esto estabilizaría las humedades relativas en todo el interior del edificio*

desconexión con el exterior de la iglesia de sus rejillas de expulsión, para evitar introducir aire frío y húmedo en el interior cuando es apagado y refrigerado (utilizar aire del interior de la iglesia), b) reubicación y reorientación de las rejillas de expulsión en zonas bajas de los muros para que el aire caliente salga más cerca del suelo y se disperse en distintas direcciones, y c) reprogramación del equipo, modificando las condiciones de precalentamiento del chorro de aire que lanza el sistema (temperatura de expulsión, velocidad de salida, tiempo para alcanzar la temperatura programada,...).

A partir del 2000, en las restauraciones de estos edificios empezó a surgir la concienciación de conservar su patrimonio interior a la hora de elegir el sistema de calefacción a instalar. Por ello se elegían sistemas donde se primaba las necesidades estéticas y de salvaguarda de su patrimonio interior, antes que la mejor funcionalidad del propio sistema. En teoría, estos nuevos sistemas se proyectan para calentar solo la zona inferior

ocupada por las personas, inhibiéndose del resto del volumen del edificio. En la práctica, su eficacia está siendo estudiada por este grupo de investigación para dos tipos de edificios religiosos de dimensiones y uso diferentes. Se han escogido dos sistemas de calentamiento diferentes y que actualmente están siendo muy usados en edificios públicos y privados. En cualquiera de los dos casos, los efectos sobre el patrimonio interior no van a ser visibles por su corto periodo de actuación, pero si nos va a predecir la posibilidad de su interacción futura sobre el mismo.

- **Basílica Menor (600 m<sup>2</sup>) de Ntra. Sra. de la Asunción de Algete (s. XVI, Madrid).** Única iglesia de Algete (20.500 habitantes) que es usada todos los días del año, una o varias veces al día. Cuenta con un sistema de calentamiento centralizado e intermitente de calefacción proyecta (agua-aire) que utiliza gas natural. Fue colocado durante su restauración en 2006 y se está evaluando sus efectos tanto sobre el confort de las



**Fig. 5.** Evolución de las temperaturas (a) y de las humedades relativas (b) en altura; antes, durante y después del calentamiento

personas como sobre la piedra tallada de sus arcos y columnas, las pinturas murales que están siendo recuperadas en sus bóvedas y muros, y los retablos de madera dorada y policromada.

- Capilla (210 m<sup>2</sup>) de las Santas Formas (s. XVII) de Alcalá de Henares. Es un sistema centralizado y continuado de calentamiento local y focalizado. Es un sistema de folio o suelo radiante, que funcionan con electricidad y en teoría es respetuoso con la conservación del patrimonio, ya que mantiene estable las condiciones ambientales (HR/T) durante los meses de invierno. Se colocó en 2010 a raíz de su restauración y se está evaluado si puede llegar a dañar las pinturas murales de su Cúpula.

### REFERENCIAS

- Camuffo D.** *Microclimate for Cultural Heritage. Conservation, Restoration and Maintenance of Indoor and Outdoor Monuments.* 2nd Edition. Elsevier Science. Amsterdam. 2014. 519p.
- Bernardi A.** *Microclimate Inside Cultural Heritage Buildings.* Ed il Prato. Padova. 2008. 171 p.
- Varas-Muriel MJ, Fort R, Martínez-Garrido MI, Zornoza-Indart A, López-Arce P.** Fluctuations in the indoor environment in Spanish rural churches and their effects on heritage conservation: hygro-thermal and CO<sub>2</sub> conditions monitoring. *Building and Environment*, 82: 97-109. 2014a.
- Varas-Muriel MJ, Martínez-Garrido MI, Fort R.** Monitoring the thermal-hygrometric conditions induced by traditional heating systems in a historic Spanish church (12th-16th C.). *Energy and Buildings*, 75: 119-132. 2014b.
- Martínez-Garrido MI, Aparicio S, Fort R, Anaya JJ, Izquierdo MAG.** Effect of Solar Radiation and Humidity on the inner core of walls in historic buildings. *Construction and Building Materials*, 51: 383-394. 2014a.
- Martínez-Garrido MI, Gómez-Heras, M, Fort R, Varas-Muriel MJ.** Monitoring moisture distribution on stone and masonry walls. In: *Science, Technology and Cultural Heritage.* Rogerio-Candelera, M.A. (ed). Taylor & Francis Group, London, UK. Pp: 35-40. 2014b.

## ¿Cómo vivían los dinosaurios y cocodrilos en Lo Hueco de Cuenca?

En el entorno del yacimiento de Lo Hueco en Cuenca abundaban árboles, arbustos, hierbas y plantas con flores, de las que se habrían alimentado los grandes saurópodos. Los cocodrilos comían presas de aguas salobres y las tortugas se nutrían de vegetación e invertebrados acuáticos y terrestres. Estas son algunas de las principales conclusiones de un estudio que se publica en *PLoS ONE*. "La investigación ha permitido, por primera vez, comparar los valores isotópicos del carbono en dinosaurios carnívoros y herbívoros", explica **Laura Domingo**, investigadora de Paleontología de la Universidad **Complutense** y del **Instituto de Geociencias** CSIC-UCM y autora principal del estudio.

Hace unos 70 millones de años, los cocodrilos que habitaban en lo que hoy es el yacimiento de Lo Hueco en Cuenca comían presas de agua salada pero bebían agua dulce, y los saurópodos se alimentaban de árboles, arbustos y plantas con flores que abundaban en la zona. El estudio de los fósiles, que se publica en *PLoS ONE*, ha permitido reconstruir las condiciones climáticas, la dieta y el modo de vida de algunos animales durante el Cretácico Superior. El equipo de investigación, liderado por la Universidad **Complutense** y el **Instituto de Geociencias** (centro mixto CSIC-UCM), en colaboración con la Universidad de Alcalá de Henares y la Universidad Autónoma de Madrid, ha determinado las condi-

ciones climáticas y ecológicas de este ecosistema del Cretácico Superior, mediante análisis geoquímicos, de isótopos estables de carbono y oxígeno en dientes y huesos fósiles de dinosaurios, cocodrilos, peces y tortugas del yacimiento. "La investigación ha permitido, por primera vez, comparar los valores isotópicos del carbono en dinosaurios carnívoros y herbívoros", explica **Laura Domingo**. En aquel período, Europa era un gran archipiélago, formado por numerosas islas. La Península se hallaba en una posición más cercana al Ecuador y el yacimiento de Lo Hueco se encontraba en la latitud 31°N, al sur del 40°N actual. Era una llanura fangosa cruzada por canales arenosos y bañada por aguas dulces y saladas, que se situaba muy cerca de la costa en esos momentos. "En aquella época, el clima de la Tierra se



Reconstrucción de Lo Hueco. / Óscar Sanisidro-Museo de las Ciencias de Castilla-La Mancha

caracterizaba por presentar temperaturas más elevadas que en la actualidad, con una elevada concentración de CO<sub>2</sub> atmosférico y ausencia de casquetes polares permanentes", indica **Domingo**.

El análisis de los isótopos estables de oxígeno en muestras óseas

de los animales del yacimiento revela que la variabilidad térmica estacional –calculada como la diferencia entre la temperatura de los meses más cálidos y la temperatura media anual– era similar a la actual. El equipo llegó a esta conclusión tras cotejar los datos con los registrados hoy en estaciones meteorológicas costeras situadas en una latitud similar a la del yacimiento. "Las temperaturas no permanecían más constantes a lo largo del año que en la actualidad, como sí se ha observado en épocas previas y más cálidas del Cretácico", compara la científica.

### La dieta de los saurópodos

Para averiguar cómo era el medio vegetal y de qué formaban se relacionaban los seres vivos con el entorno, los investigadores analizaron también los isótopos de carbono en las muestras seleccionadas, incluyendo materia orgánica fósil. Los análisis revelan que pudo existir una cubierta vegetal compuesta por árboles, arbustos y hierbas. Además, en este momento ya eran abundantes las plantas con flores, que podrían haber constituido el principal alimento para los saurópodos analizados. Comparar estas muestras

en dinosaurios carnívoros y herbívoros da pistas sobre sus propias relaciones y su posición en la cadena trófica. "La gran diferencia en

el tamaño corporal entre los dromeosáuridos (carnívoros con plumas) y los saurópodos (herbívoros de grandes proporciones) indica que estos últimos no fueron presas factibles para los primeros", asegura **Domingo**. Esto abre una nueva vía de investigación ya que otros dinosaurios herbívoros no analizados en este trabajo y conocidos como ornitópodos podrían haber sido presas más factibles de los dinosaurios carnívoros dada su menor talla corporal en comparación con los saurópodos. "En un futuro próximo esperamos poder analizar desde el punto de vista isotópico los ornitópodos de Lo Hueco con

*Los cocodrilos que habitaban en lo que hoy es el yacimiento de Lo Hueco en Cuenca comían presas de agua salada pero bebían agua dulce*

el fin de inferir si pudieron ser presas de los dromeosáuridos" apunta **Domingo**.

Finalmente para saber cómo era la dieta de los cocodrilos del yacimiento, los científicos cotejaron

*Los ornitópodos habrían sido presas más factibles de los dinosaurios carnívoros al ser más pequeños que los saurópodos*

los registros obtenidos en Lo Hueco con datos isotópicos actuales de cocodrilos de Luisiana y Florida en EE UU. y observaron que podrían haber cazado e ingerido presas de

en aguas salobres, pero habrían bebido agua dulce.

Este estudio demuestra que el análisis de isótopos estables constituye una herramienta muy valiosa en la reconstrucción paleoclimática y paleoecológica. "El rico registro paleontológico de la Península Ibérica presenta un potencial increíble para el estudio de las condiciones del pasado mediante el uso de esta técnica. Si queremos comprender cómo responderá nuestro planeta y los seres vivos que lo habitan frente a los cambios climáticos, el estudio del pasado tiene mucho que enseñarnos" concluye **Domingo**.

#### Referencia bibliográfica:

**Domingo, L., Barroso-Barcenilla, F., Cambra-Moo, O., 2015.** "Seasonality and paleoecology of the Late Cretaceous multi-taxa vertebrate assemblage of "Lo Hueco" (central eastern Spain)". **PLOS ONE 10(3) e0119968. doi:10.1371/journal.pone.0119968.**

### Un biosensor magnético detecta el cáncer de mama más agresivo

Para conseguir un diagnóstico precoz y fiable del cáncer de mama, investigadores de la Universidad **Complutense** y de otras instituciones han diseñado un biosensor magnético capaz de detectar las moléculas miR-21 y miR-205, relacionadas con la enfermedad. La herramienta, más rápida que los dispositivos actuales, se ha probado en tejidos tumorales reales y ha permitido identificar el cáncer de mama de peor pronóstico.

Diferentes estudios han demostrado que las pacientes con cáncer de mama triple negativo –el más agresivo– presentan una expresión de la molécula miR-205 por debajo de lo normal. Este supresor tumoral frena la proliferación celular desencadenante del cáncer pero, si su expresión es inferior a lo normal, como ocurre en estos casos, no puede desempeñar su función y la enfermedad se expande.

Junto a esta molécula, la miR-21 también está asociada al cáncer de mama, actuando como un oncogén, es decir, transformando una célula normal en una maligna. Investigadores de la Universidad **Complutense**, en colaboración con el Centro de Investigaciones Biológicas y el Hospital Universitario de Getafe, han diseñado un biosen-

*Investigadores complutenses han diseñado un biosensor magnético que detecta las moléculas del cáncer de mama de peor pronóstico*

sor magnético electroquímico capaz de cuantificar, de manera selectiva, estos dos microARN (un tipo de ácido ribonucleico presente en las células y la sangre).

*“La determinación simultánea de ambos –miR-21 y miR-205– podría permitir diferenciar entre los di-*



Ilustración: Irene Cuesta

*ferentes subtipos de cáncer de mama e identificar de manera inequívoca los casos de triple negativo”, indica José Manuel Pingarrón, catedrático del departamento de Química Analítica de la Universidad Complutense y uno de los autores del estudio.*

La herramienta se ha probado en tejidos tumorales de pacientes con cáncer de mama, tal y como revela el trabajo, publicado en la revista *Biosensors and Bioelectronics*. *“Aunque solo se dispone del dispositivo implementado en el laboratorio, las pruebas realizadas en muestras reales demuestran que el sensor está listo para entrar en funcionamiento”, asegura Susana Campuzano, investigadora del*

mismo departamento y coautora del estudio.

El sensor se basa tanto en la incubación del ARN total extraído de la muestra en estudio (con una sonda de ARN sintética complementaria del microRNA que se quiere determinar), como en la captura de ARN de cadena doble formado sobre partículas magnéticas. Gracias a la captura magnética de las partículas modificadas sobre el electrodo impreso se consigue la medida electroquímica de las moléculas en cuestión.

**Las pruebas realizadas en pacientes con cáncer de mama demuestran que el sensor está listo para entrar en funcionamiento**

### En solo 15 minutos

La principal ventaja del dispositivo frente a otras herramientas existentes es que, en solo 15 minutos, permite determinar ambos microARN en muestras

de ARN total extraídas de tejidos tumorales o de células. Para ello, el sensor emplea un protocolo "sencillo y fácilmente automatizable", según los autores.

"Los resultados podrían emplearse con fines de cribado para diferenciar entre tejidos tumorales y no tumorales, o para complementar la información obtenida de forma convencional, mejorando la fiabilidad del diagnóstico", sugiere **Pingarrón**.

Además, el sensor podría detectar otros microARN, por lo que podría aplicarse en más tipos de cáncer y enfermedades como diabetes, alzhéimer, infecciones virales o dolencias cardiovasculares.

### Referencia bibliográfica:

R.M. Torrente-Rodríguez, S. Campuzano, E. López-Hernández, V. Ruiz-Valdepeñas Montiel, R. Barderas, R. Granados, J.M. Sánchez-Puelles y J.M. Pingarrón. "Simultaneous detection of two breast cancer-related miRNAs in tumor tissues using p19-based disposable amperometric magnetobiosensing platforms". *Biosensors and Bioelectronics*, 66, abril de 2015. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0956566314009385>

## Casi el 14% de una muestra de españoles presenta sinestesia

Por primera vez, un equipo de investigadores dirigidos por la Universidad **Complutense** ha medido la presencia del fenómeno sinestésico en una muestra española. El 13,95% de los participantes presentó alguna modalidad de sinestesia, algo que no parece estar relacionado con la edad, el sexo, ni el nivel educativo. "La sinestesia es un fenómeno neurológico que se produce cuando la estimulación en un sentido, por ejemplo el oído, además de desencadenar la percepción que le es propia, como sería el sonido, produce la activación de otro sistema sensorial no estimulado directamente, como puede ser la vista", explica

**Helena Melero**, investigadora del departamento de **Psicobiología** de la Universidad **Complutense**. Para las personas sinestésicas, asociar colores cuando leen palabras o números forma parte de su vida cotidiana. En un estudio publicado en la *Revista de Neurología*, la científica y su equipo –formado por investigadores de la Universidad **Complutense** y de la UNED– han medido por primera vez la presencia de este fenómeno en una muestra de 803 personas. Los resultados muestran que el 13,95% experimentaba algún tipo de sinestesia. Algunas estimaciones calculan que existen más de 60 tipos. En el estudio español se han tenido en cuenta las unimodales (por ejemplo, atributos visuales que desencadenan sinestesias visuales), multimodales (como estímulos auditivos que provocan percepciones visuales) y conceptuales (que



La sinestesia es una cualidad sensorial añadida. Autor Leo Miranda.

internet. "Nuestros datos han confirmado que la variable sinestesia es independiente de las variables sexo, edad, lateralidad manual (zurdo o diestro) y nivel educativo", afirma **Melero**. Las sinestesias más frecuentes fueron las espaciales, en un 44,6% de los casos, seguidas de las sonido-color (33,9%), tiempo-color (25,9%), personificación de grafemas (20,5%), grafema-color (10,7%) y palabra-sabor (5,4%).

Resulta complicado comparar estas cifras con las registradas en muestras de otros países, ya que cada una contempla diferentes modalidades del fenómeno. "El amplio abanico de sinestesias que

Resulta complicado comparar estas cifras con las registradas en muestras de otros países, ya que cada una contempla diferentes modalidades del fenómeno. "El amplio abanico de sinestesias que

pueden ser conceptos causantes de percepciones espaciales).

### Independiente del sexo

En la muestra participaron 570 mujeres, 211 hombres y 22 no declarados, con una edad media de 28,7 años. El 85,3% de los participantes eran diestros y el 89,7% contaban con estudios superiores. A través de 11 preguntas, el cuestionario (elaborado por la Fundación Artécittá) preguntaba a los participantes si presentaban alguna de las modalidades sinestésicas, además de evaluar sus habilidades memorísticas, verbales, creativas o matemáticas.

El test, distribuido en centros universitarios y diferentes ONG, hospitales, refinerías y compañías aéreas, también podía ser cumplimentado a través de

internet. "Nuestros datos han confirmado que la variable sinestesia es independiente de las variables sexo, edad, lateralidad manual (zurdo o diestro) y nivel educativo", afirma **Melero**.

Las sinestesias más frecuentes fueron las espaciales, en un 44,6% de los casos, seguidas de las sonido-color (33,9%), tiempo-color (25,9%), personificación de grafemas (20,5%), grafema-color (10,7%) y palabra-sabor (5,4%).

**La sinestesia es un fenómeno neurológico que se produce cuando la estimulación en un sentido, produce la activación de otro sistema sensorial**

las sonido-color (33,9%), tiempo-color (25,9%), personificación de grafemas (20,5%), grafema-color (10,7%) y palabra-sabor (5,4%).

Resulta complicado comparar estas cifras con las registradas en muestras de otros países, ya que cada una contempla diferentes modalidades del fenómeno. "El amplio abanico de sinestesias que

hemos tenido en cuenta en nuestro estudio podría haber sido determinante para identificar un mayor porcentaje de sinestésicos respecto a otros países”, sugiere la investigadora.

### Causas genéticas y ambientales

La herencia genética se encuentra entre las principales causas que la originan. “Se trata de un fenómeno hereditario producido por la interacción entre determinantes genéticos y experienciales”, indica **Melero**.

Diferentes estudios apuntan a que los genes implicados se relacionan con los mecanismos de conectividad cortical, lo que supone la existencia de mecanismos neurobiológicos diferenciales en el cerebro sinestésico.

Lo que se desconoce es si existe un mecanismo genético común o si cada tipología presenta

uno independiente. “No se debe definir como una mezcla de sentidos, sino como una cualidad sensorial o cognitiva añadida”, recalca la científica.

### Referencias bibliográficas:

Melero, H., Peña-Melián, A., y Ríos-Lago, M.

<https://revneuroi.com/sec/resumen.php?or=web&i=e&id=2014345> Revista de Neurología 2015, 60 (4).

Melero, H., Ríos-Lago, M., Pena-Melian, A. & Alvarez-Linera, J. (2014) “Achromatic synesthesias - a functional magnetic resonance imaging study”. Neuroimage, 98, 416-424.

Melero, H., Pena-Melian, A., Ríos-Lago, M., Pajares, G., Hernandez-Tamames, J.A. & Alvarez-Linera, J. (2013) “Grapheme-color synesthetes show peculiarities in their emotional brain: cortical and subcortical evidence from VBM analysis of 3D-T1 and DTI data”. Exp Brain Res, 227, 343-353.

Hubbard, E.M., Brang, D. & Ramachandran, V.S. (2011) “The cross-activation theory at 10”. J Neuropsychol, 5, 152-177.

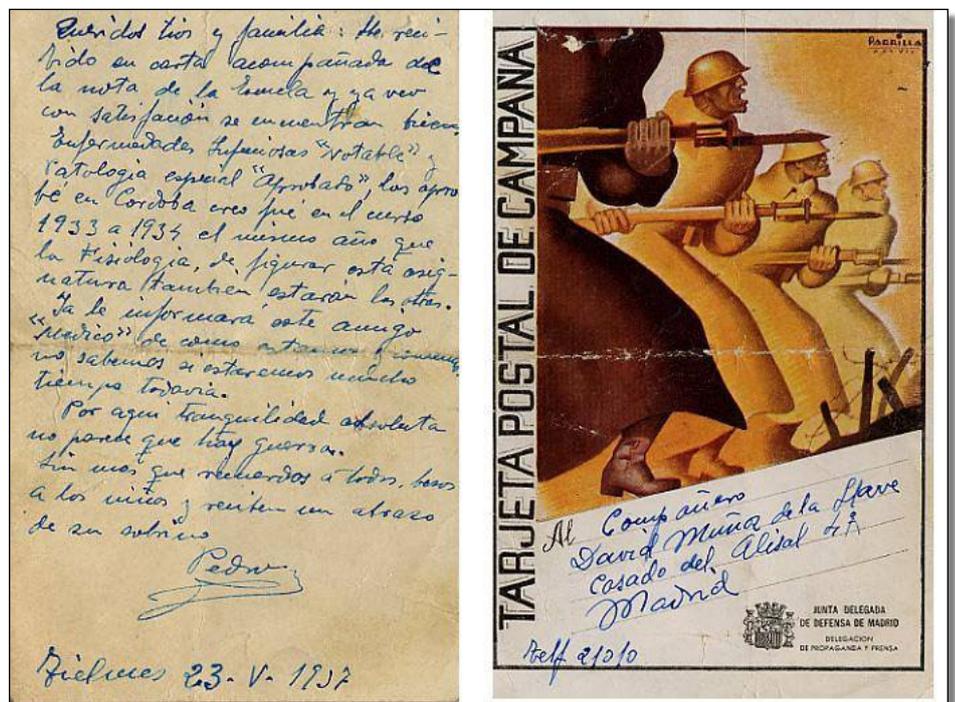
### Exposición "Paisajes de una guerra: la Ciudad Universitaria de Madrid"

La Ciudad Universitaria antes, durante y después de la guerra es el objeto de la exposición *Paisajes de una guerra. La Ciudad Universitaria de Madrid*, un proyecto conjunto de las Universidades **Complutense** y Politécnica de Madrid, y el Campus de Excelencia Internacional Moncloa, junto con la Casa de Velázquez. **José Carrillo**, rector de la UCM y **José Luis García Grinda**, vicerrector de Estudiantes de la UPM inauguraron la exposición el pasado miércoles 22 de abril, en el centro de arte complutense (Museo del Traje. Avenida Juan de Herrera, s/n). Permanecerá abierta al público hasta el 15 de julio.

Por la Ciudad Universitaria de Madrid pasan a diario cientos de miles de personas, la mayor parte de ellas estudiantes. El lugar que ven y en el que transcurren sus vidas condensa buena parte de la historia del siglo XX español. La Ciudad Universitaria permite adentrarse en los proyectos modernizadores de los años 20 y 30, en el desarrollo de la guerra civil, en la consolidación y evolución del franquismo y en el despliegue democrático posterior. Morfológica y estilísticamente el campus se ha transformado. Un paisaje universitario se convirtió en muy poco tiempo en el paisaje de

una batalla y, tras la victoria franquista, en un paisaje en ruinas sometido a diversas reconstrucciones. A día de hoy, el heterogéneo y abigarrado terreno de la Ciudad Universitaria, permite ver y no ver esos paisajes superpuestos. La Ciudad Universitaria muestra y oculta al mismo tiempo.

La guerra civil es el elemento central para entender la lectura paisajística que planteamos. Afinando la mirada, aún es posible identificar en el paisaje restos de aquellas jornadas violentas: impactos de metralla en el zócalo granítico de las Facultades de Odontología, Farmacia y Medicina; búnqueres en el próximo parque del Oeste, restos de trincheras... Es obvia también la huella de quien ganó la guerra al toparnos inevitablemente con el arco de la victoria. La guerra forzó también la imposibilidad de ver



Tarjeta postal de campaña enviada por Pedro Rodríguez Muñoz, estudiante de Veterinaria, desde el frente a su familia. 23 de mayo de 1937. (Archivo General de la Universidad Complutense de Madrid 51/06-57,12)



**Plaza de España. Escuela de Arquitectura 1939. (Biblioteca Histórica. Universidad Complutense de Madrid.)**

otros restos del paisaje que las bombas destruyeron para siempre. Hoy no podemos ver el Instituto de Higiene, tampoco la Fundación del Amo o el Parque de Parisiana, por ejemplo.

La exposición analiza qué vemos y qué no vemos a día de hoy de la guerra en la Ciudad Universitaria y qué vemos y qué no de la Ciudad Universitaria como consecuencia de la guerra.

La exposición está organizada en cuatro secciones que pueden verse siguiendo un doble recorrido. El primero, el recorrido cronológico, parte del proyecto inicial de campus desde 1927; nos lleva a observar el desarrollo de la guerra y los testimonios de la misma; analiza la presencia de las ruinas y los procesos de reconstrucción siguientes y concluye señalando las huellas de la guerra en el campus e identificando los edificios que ya no podemos ver en él en nuestro 2015, es decir, los paisajes que vemos y los que no. El otro recorrido posible es el inverso: el que describiendo edificios actuales del campus, nos muestra cómo fueron esos edificios en fases anteriores, cuando fueron reconstruidos tras la guerra. En ellos se aprecian impactos y restos del conflicto que la reconstrucción dejó intactos, voluntariamente o no. Esos restos nos conducen a los escenarios de la guerra, al lugar que en ellos ocuparon los edificios que hoy vemos y al estado en que se quedaron. Solo podemos valorar la des-

trucción partiendo de cómo eran originalmente y para ello el recorrido nos lleva a las primeras construcciones del campus y a los edificios que allí hubo originariamente pero que en nuestro punto de partida de 2015 solo vemos en parte porque la guerra en algunos casos acabó con ellos.

En la exposición se exhiben dos grandes maquetas. Una de ellas es especialmente emblemática: la maqueta que muestra, con unas dimensiones de 510 x 540 cm, el proyecto de la Ciudad Universitaria tal y como fue concebido en el año 1943. Esta pieza se presentó en el Pabellón de Gobierno de la Universidad el 12 de octubre de 1943 con motivo de la inauguración de los edificios reconstruidos después de la Guerra Civil y de la visita al campus de Franco. Esta maqueta permite ver las líneas de

*En la exposición se exhibe una maqueta que muestra como quedó la Ciudad Universitaria tras la guerra y otra con el proyecto de 1943*

continuidad respecto al proyecto original para la Ciudad Universitaria, los edificios ya reconstruidos tras la guerra y los proyectos que

el régimen quería desarrollar (como, por ejemplo, el Paraninfo dotado de simbología franquista) y que nunca llegaron a construirse. Investigadores y museos se han interesado por esta maqueta que,



**Vista de la Ciudad Universitaria en 1936. (Biblioteca Histórica. Universidad Complutense de Madrid.)**



**Maqueta de la Ciudad Universitaria con los planes de la reconstrucción de 1943. La maqueta muestra el diseño original del campus, el estado de la reconstrucción tras los daños de la guerra a la altura de 1943 y los proyectos que se preveía construir para completarlo. Se observan edificios previstos para el campus en el proyecto original (como las Facultades de Medicina, Farmacia, Odontología, Ciencias y Filosofía y Letras) que en 1943 estaban reconstruidos o en vías de serlo. La maqueta también muestra edificios existentes en el campus antes de la guerra como la Escuela de Agrónomos y la Casa de Velázquez. Igualmente, la maqueta presenta los edificios que se querían incluir en el campus entre los que destacan el Paraninfo y el Rectorado (que nunca se llegaron a construir) y el Arco de la Victoria finalizado en 1956. (Patrimonio Histórico Universidad Complutense de Madrid)**

después de permanecer en el Pabellón de Gobierno de la Universidad **Complutense**, estuvo en el llamado Arco de Triunfo de Moncloa y en otras ubicaciones. Ha sido restaurada por un equipo de especialistas de la **Facultad de Bellas Artes** gracias a la **Facultad de Medicina**, en donde se exhibirá de forma permanente una vez que finalice esta muestra.

También puede verse una maqueta de 490 x 510 cm, propiedad del Museo del Ejército y custodiada por la Universidad **Complutense**, que refleja el estado en que quedó el campus tras la Guerra Civil y que marca los terrenos surcados por las trincheras de uno y otro bando. En esta maqueta se aprecian los restos del primer diseño para el campus, junto con las ruinas que muestran el grado de destrucción en que quedó. Exhibida durante bastante tiempo en el Museo del Ejército y restaurada en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid (Universidad Politécnica), la última vez que se mostró al público fue en 2008, en la exposición *la Facultad de Filosofía y Letras de Madrid en la Segunda República. Arquitectura y Universidad en los años treinta*, que tuvo lugar en el Cuartel del Conde Duque de Madrid.

Junto con las maquetas la exposición muestra do-

cumentos (la mayor parte de ellos procedentes del Archivo General de la Universidad **Complutense**), libros dañados al servir de parapetos en el frente, objetos personales de los combatientes hallados en trincheras recientemente excavadas y cartas y escritos personales prestados por sus familias. Mención especial debe hacerse a las fotografías que procedentes de fondos diversos (públicos y privados) ofrecen una imagen completa de este paisaje primero universitario, luego bélico, después ruidoso y reconstruido y que hoy muestra y oculta la guerra al mismo tiempo. La colección de acuarelas que Kémer pintó siguiendo a las tropas insurgentes en la fase final de la guerra se exhiben por vez primera en el mismo escenario en que fueron realizadas.

**Carolina Rodríguez-López**, profesora de Historia Contemporánea de la Universidad **Complutense**, es la comisaria de la exposición, en la que han colaborado estudiantes del grado de Conservación y Restauración del Patrimonio Cultural de la **Facultad de Bellas Artes**. El diseño de la exposición y del catálogo ha corrido a cargo de José Luis González Casas, Leyre Mauleón y Jara Muñoz Hernández, de la Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid.

# red.escubre

Boletín de noticias científicas y culturales

Si desea recibir este boletín en su correo electrónico envíe un mensaje a [gprensa@ucm.es](mailto:gprensa@ucm.es)

Diseño: Departamento de Estudios e Imagen Corporativa UCM

Realización: Gabinete de Comunicación de la UCM y Unidad de Cultura Científica OTRI-UCM