



Patronato de la Alhambra y Generalife
CONSEJERÍA DE CULTURA

La presente colección bibliográfica digital está sujeta a la legislación española sobre propiedad intelectual.

De acuerdo con lo establecido en la legislación vigente su utilización será exclusivamente con fines de estudio e investigación científica; en consecuencia, no podrán ser objeto de utilización colectiva ni lucrativa ni ser depositada en centros públicos que la destinen a otros fines.

En las citas o referencias a los fondos incluidos en la investigación deberá mencionarse que los mismos proceden de la Biblioteca del Patronato de la Alhambra y Generalife y, además, hacer mención expresa del enlace permanente en Internet.

El investigador que utilice los citados fondos está obligado a hacer donación de un ejemplar a la Biblioteca del Patronato de la Alhambra y Generalife del estudio o trabajo de investigación realizado.

This bibliographic digital collection is subject to Spanish intellectual property Law. In accordance with current legislation, its use is solely for purposes of study and scientific research. Collective use, profit, and deposit of the materials in public centers intended for non-academic or study purposes is expressly prohibited.

Excerpts and references should be cited as being from the Library of the Patronato of the Alhambra and Generalife, and a stable URL should be included in the citation.

We kindly request that a copy of any publications resulting from said research be donated to the Library of the Patronato of the Alhambra and Generalife for the use of future students and researchers.

**Biblioteca del Patronato de la Alhambra y Generalife
C / Real de la Alhambra S/N. Edificio Fuente Peña
18009 GRANADA (ESPAÑA)**

Tel. (+ 34) 958 027 944

(+ 34) 958 027 945

Fax. (+34) 958 210 235

biblioteca.pag@juntadeandalucia.es

ASPECTOS BIOCLIMÁTICOS DE LA ARQUITECTURA HISPANOMUSULMANA

BENITO JIMÉNEZ ALCALÁ

BIOCLIMATIC ASPECTS OF HISPANO-MOSLEM ARCHITECTURE

The environmental attention of Hispano-Moslem buildings focuses fundamentally on natural cooling and daylight control. The dwelling is distributed around a patio whose shape, vegetation and water generates a fresher microclimate. Rooms open to it and close to the outside for privacy and to benefit from its coolness.

Palaces are larger but with a similar layout. Their patio became enclosed gardens –the earthly Paradise that Qur'an promises to the believers. Palaces incorporate the qubba, which performs as a ventilation tower. The airflow that it provokes evacuates the internal exhausted air. Between the qubba and the patio, a portico is inserted as a thermal buffer. Three ventilation effects are associated to this courtyard-portico-tower sequence: stack, venturi and wind-pressure. Heat also dissipates by evaporative and radiative cooling.

Solar protection is another bioclimatic aspect of the residential architecture. It involves small controlled openings, protective devices such as porticoes and the general building orientation with respect to the sun. Main apartments were always located in the North wings, pointing to the South. In the summer, the sun is almost overhead and, consequently, does not penetrate into rooms. However, in winter its lower-ray inclination warms the interiors.

An environmental hypothesis is attributed to mosques, in particular, the Mosque of Cordoba. Its naves used to be opened to a courtyard. Window-lattices were distributed regularly in the perimeter of the sanctuary. Hence, the interior was ventilated and the courtyard microclimate expanded to it.

Finally, daylight is manipulated and controlled to have interiors in penumbra. In Islam, darkness has the sense of privacy. Therefore, buildings have lattices that filter daylight and transitional spaces that divert direct illumination.

De todos es conocido que los edificios que legaron los árabes en la Península Ibérica son lugares placenteros. Se trata de un placer producido, en parte, por el simple goce estético y, a su vez, por el hecho físico de encontrarnos en ellos cómodos y relajados, sin resultar fácil delimitar dónde empieza lo uno y dónde lo otro. La búsqueda de placer estaría ligada a una civilización que promovía el bienestar, así como, al nivel de sofisticación y desarrollo alcanzado. Esta búsqueda hizo que apareciesen preocupaciones hasta entonces desconocidas, que afectaban a la vida corriente y al mundo de los sentidos, y que enriquecieron considerablemente el significado de sus construcciones.

La arquitectura hispanomusulmana “dialoga” con el medio para obtener de él los mayores beneficios y proporcionar así comodidad y deleite a sus moradores. Para ello, los edificios se abren a interior-

res ajardinados, frescos y en sombra, rechazan el sol de verano y aprovechan el de invierno, ventilan los interiores para refrigerar y evacuar el aire molesto, se aíslan con gruesos muros que amortiguan las fluctuaciones térmicas. Hay, por tanto, un “bioclimatismo” implícito, entendido como un conjunto de sistemas pasivos que reaccionan ante un ambiente exterior activo. En este sentido, cabe tildar a esta arquitectura de medioambiental o bioclimática.

El objetivo de este artículo es llevar a cabo una aproximación a los mecanismos de adecuación ambiental aquí usados. Los aspectos bioclimáticos inciden con más evidencia en los sistemas de refrigeración natural o pasiva y en el uso y control de la luz natural, como respuesta a las características del clima donde esta arquitectura se asentó. El sur y este ibéricos tienen un clima de carácter mediterráneo y semiárido, con aire seco acompañado de temperaturas

extremas, en especial, en los meses de estío. Sin embargo, no se advierten en estos edificios mecanismos específicos de defensa ante el frío, que en algunos lugares resulta también extremo, con excepción del aislamiento de unos cerramientos de gran capacidad térmica y que es ambivalente, ya que protege también frente a altas temperaturas. Para los cortos y fríos inviernos se usarían braseros y calentadores. Resultaría, en cambio, más problemático enfrentarse a unos veranos secos, largos y calurosos.

Se contempla, asimismo, un somero análisis del uso de la luz natural, que en la arquitectura árabe se manipula y se controla deliberadamente. La intensidad luminosa y el gran número de horas de sol que se registra en esas zonas, contrasta con la baja iluminación de los interiores. En ellos, se busca la penumbra, que favorece la concentración y el recogimiento interior, más acorde con el modo de ser musulmán.

DEL URBANISMO Y LA TIPOLOGÍA DE CASA ÁRABE

Desde sus comienzos, la civilización islámica se organizó en ciudades. Sus bases económicas, funcionales y religiosas eran sobre todo urbanas. Al mismo tiempo, el agrupamiento en comunidades constituía un sistema de defensa ante unas condiciones naturales, en general hostiles en las áreas de expansión del mundo islámico: Península Arábiga, Oriente Medio, Norte de África y, por extensión, el sur de la Península Ibérica. Al-Ándalus era, por tanto, una sociedad muy urbanizada, cuyas ciudades serían las más grandes y culturalmente desarrolladas de la Europa de su tiempo.

El tipo doméstico con patio y la planimetría densa y de calles estrechas no son un modelo exclusivo del urbanismo musulmán. Más bien aparece como algo aprehendido en las áreas culturales donde el Islam se estableció: la zona del Mediterráneo, con la herencia del mundo grecorromano, por un lado, y Oriente Medio, con el poso de las culturas persa, babilónica y egipcia, por otro.

Al mismo tiempo, la espiritualidad musulmana explica, en gran medida, la morfología de sus primeras ciudades, las cuales son el resultado de un delicado equilibrio entre su aspecto realista y el espiritual. De hecho, la *Sunnah* o conjunto de reglas de comportamiento que dejó Mahoma, definen gran parte de las actitudes de la sociedad musulmana, desde actividades elementales hasta reglas de vecindad. Así, este conjunto de situaciones concretas explicadas por el Profeta se convirtieron en definidoras de relaciones humanas y, como consecuencia, en expresión urbana.

Pero la discusión, desde un punto de vista medioambiental, estaría en dilucidar si el urbanismo musulmán es la consecuencia de la adopción de un modelo cultural; o bien, si se trata de la absorción espontánea de un tipo de ciudad que se adecuaba a un medio y clima rigurosos. Las ciudades musulmanas han evolucionado de manera desigual, lo que hace difícil discernir influencias o relaciones entre ellas. La solución recogería, tal vez, ambos aspectos: uno “cultural”, sobre la ciudad que ya conocían y les era familiar, y otro “funcional”, al tratarse de la forma urbana idónea para un clima árido. Esta segunda situación se daría a posteriori, pasando a ser así el medio ambiente un factor decisivo en la evolución de la ciudad islámica. Esta evolución se entiende localizada y dilatada en el tiempo, de tal manera que en cuatro siglos tendría poco que ver la ciudad nazarí de Granada con cualquiera de sus homóneas de Oriente Medio, aunque permaneciesen ciertas constantes que remitirían a un modelo común.

La estructura urbana en las ciudades hispanomusulmanas estaba formada por una abigarrada trama de calles serpenteantes y laberínticas. Las viviendas se construían sin aberturas o con alguna pequeña celosía a la calle, mientras que se abrían al patio privado que constituía un verdadero “oasis interior”. Por otro lado, el viario se disponía con una fisonomía irregular, adaptado a la orografía del terreno, y con un plano más o menos radioconcéntrico desde la mezquita central. El entramado urbano estaba jerarquizado en forma de barrios, asociados a las diferentes etnias u oficios que allí convivían, y en donde apenas si había espacio público. Los únicos sitios de relación son: la mezquita, con su patio de abluciones, los baños y el zoco o mercado. Todo este tortuoso conjunto aparecía amurallado y con un número limitado de entradas. Fuera del recinto cerrado, y dependiendo del contexto geográfico, solía haber un cerco de huertos y quintas de recreo que circundaba la ciudad. Estos caracteres básicos variaban según el tipo de núcleo urbano y la función que este desempeñase.

El elemento alrededor del cual se desarrolla la vivienda es el patio, que es privado y con un carácter simbólico dentro del mundo islámico (1). Casas y palacios no presentaban grandes diferencias desde un punto de vista tipológico. Desde la entrada de la calle, en codo para proteger la intimidad interior, se accedía al patio, que hacía las veces de distribuidor. Según la categoría social del dueño, el patio contaba con dos, uno o ningún pórtico en sus lados menores. Enfrente, y centrada en cada uno de los pórticos, aparecía una sala importante, heredera del *triclinium* romano y caracterizada por su plurifuncionalidad. La flexibilidad espacial permitía que las estancias de la casa se usasen con alternancia, dependiendo de la

hora del día y de la época del año. La planta primera repetía el mismo esquema que la baja y era de uso casi exclusivo de la mujer. En un principio, la vivienda era de una planta pero, en cuanto las necesidades de espacio se hicieron más perentorias, pasó a ser de dos. Asimismo, y según la zona, se hacía uso de la azotea como lugar de expansión (2).

La forma urbana y la disposición de la casa en torno al patio son dos aspectos muy unidos y dependientes uno del otro. Una estructura urbana densa y concentrada no sería posible sin un tipo de casa que dialogue con su propio espacio exterior. Así, la vivienda necesita incorporar el patio como elemento higiénico y de desahogo espacial y formal. La casa pasa a ser una célula autónoma dentro de la compleja masa de construcciones ensambladas, donde la carencia y limitación de espacio público se vería compensada con la riqueza y variedad del privado o semi-privado.

Aunque siempre existen rasgos formales comunes, en el urbanismo musulmán hay mucho de orgánico y espontáneo a la hora de entender el lugar, sobre todo, en lo que respecta al clima. Las primeras aglomeraciones se formaron en medios desérticos o semi-desérticos, donde el medio condicionaba. Las ciudades tenían que ser compactas y sus espacios públicos angostos para impedir la entrada de los fuertes y secos vientos del desierto. Los callejones estrechos evitaban el impacto directo del sol en los edificios, que se protegían así unos a otros. Además, las construcciones masivas a base de grandes muros de tierra, adobe o mampostería ayudaban a mantener el frescor y la humedad necesarios en los momentos más calurosos del día. Las ventajas ambientales proporcionadas por estas simples medidas fueron importadas a al-Ándalus donde, en algunos lugares, seguían existiendo unas condiciones naturales extremas.

LA ORIENTACIÓN SUR Y LAS RECOMENDACIONES DE IBN LUYÚN

La refrigeración natural en arquitectura se conseguiría de dos maneras diferentes en el contexto climático en el que nos encontramos. Por un lado, impidiendo la entrada de calor al interior y por otro, una vez dentro, eliminándolo por una serie de mecanismos físicos combinados: radiación, evaporación y ventilación. En este apartado, nos centraremos en el primer caso, en cómo el edificio se protege del sol, o modo directo.

La fuerte radiación solar es la principal fuente de calor en este área geográfica, lo que la convierte en un fenómeno determinante en el calentamiento interno. Los edificios hispanomusulmanes se definen

del sol, en primera instancia, evitando la entrada directa de éste. La iluminación interior es siempre escasa, por lo que los huecos son, en general, reducidos y con una localización muy precisa. Como consecuencia, se reduce al mínimo el soleamiento y la entrada de aire caliente, con el nivel requerido de iluminación y de ventilación. Cuando aparecen aberturas mayores, como arcos de entrada o salida, se protegen con profundos pórticos, siempre presentes en las alas más soleadas de los patios.

Por otra parte, reflejar los rayos solares que inciden en las superficies envolventes sería otra manera directa de evitar el calentamiento excesivo de los edificios. Para ello se utilizaban superficies blancas o claras, que reflejan más los rayos solares y que, por tanto, absorben menos energía solar (3).

Pero el modo directo de control solar más efectivo es la orientación general que se dé al edificio, en cómo mira al sol, abriéndose o cerrándose a él. En las mezquitas y oratorios, la orientación está condicionada por la posición respecto de La Meca. Por tanto, no hay en ellos una deliberada respuesta acerca de la posición relativa ante el sol. Sí se observa, en cambio, en casas y palacios con patio, la preferencia por la orientación a lo largo del eje norte-sur, donde los apartamentos o salas principales se encaran al sur. Hay muchos casos que ejemplifican la preferencia de los hispanomusulmanes por esta orientación, a saber: la Aljafería en Zaragoza, Madinat al-Zahra en Córdoba, Cuartos de Granada de la Alcazaba de Málaga, el Castillejo de Montegudo en Murcia, el Generalife y los palacios árabes de la Alhambra en Granada, con la excepción del Patio de los Leones, y en algunas casas nazaríes del Albayzín granadino: Horno de Oro, Palacio Dar al-Horra, casas del Chapiz, Cobertizo de Santa Inés, Zafra y otras. Las excepciones las constituyen aquellas construcciones que se adaptaban a una particular topografía del terreno o cuya ubicación urbana determinaba su orientación. Ejemplo de esto lo constituye el Cuarto Real de Santo Domingo, cuya torre se asienta en una de las murallas de la ciudad de Granada, mirando al exterior en dirección sudeste y en un lugar con desnivel del terreno, lo que permite tener extensas vistas desde él. Aquí se primaba el control visual como forma hipotética de poder, más que una apropiada orientación solar.

En la composición de los palacios nazaríes de la Alhambra, los patios se juxtaponen y se adosan al lado septentrional de la muralla. Los orientados a norte son: el Patio de Machuca, el Patio de Comares, con el patio asociado del Cuarto Dorado, el Palacio del Partal y los restos del Palacio de Yusuf III; no lo está, sin embargo, el Palacio de los Leones. El cambio de orientación a este-oeste se ha justificado por la

preexistencia de los Baños, que obligó a cambiar la dirección del eje mayor con respecto a los patios anteriores.

La ciudad palatina de Madinat al-Zahra está ubicada en una suave ladera que se extiende hasta el río Guadalquivir. Sus jardines y palacios se asentaban sobre tres grandes terrazas escalonadas. En esta específica localización, el asoleo, junto con la amplitud de vistas, parecen haber sido los criterios decisivos para su planificación. Vuelve a aparecer una estricta disposición longitudinal norte-sur y las más importantes estancias están, de nuevo, encaradas a mediodía, como, por ejemplo, el Salón Rico, la casa Dar al-Mulk o el salón de la Casa del Ejército.

El cronista almeriense del siglo XIV Ibn Luyûn confirma la existencia de una orientación idónea y recomendable para la disposición de una casa de labor. El escritor define en su "Tratado de Agricultura" las condiciones que ha de reunir ésta, no sólo de tipo práctico, sino también sobre cómo hacerla más placentera. La definición viene a ser una traducción literal de lo que es la residencia privada o almunia del Generalife. A pesar de su forma similar a cualquiera de las fincas agrícolas que circundaban la Granada árabe, la casa estaba destinada para el disfrute y relax personal del sultán. Ibn Luyûn aconseja, entre otras cosas:

"Para emplazamiento de una casa, entre jardines se debe elegir un altozano que facilite su guarda y vigilancia. Se orienta el edificio al mediodía, a la entrada de la finca, y se instala en lo más alto el pozo y la alberca, o mejor que pozo se abre una acequia que corra entre la umbría (...) Todos los grandes frutales deben plantarse en la parte norte, con el fin de que protejan del viento al resto de la heredad. En el centro de la finca debe haber un pabellón dotado de asientos y que dé vista a todos lados, pero de tal suerte que el que entre en el pabellón no pueda oír lo que hablan los que están dentro de aquél, procurando que el que se dirija al pabellón no pase inadvertido" (4).

Bajo la forma de unos sencillos consejos, subyace toda una preocupación sobre cómo obtener el mejor provecho del medio natural donde se piensa localizar la villa y procurar de este modo bienestar a sus moradores.

Como Ibn Luyûn nos recomienda, un edificio orientado a mediodía en las latitudes mediterráneas se protege con facilidad del sol. La razón se debe a la inclinación de los rayos solares, que en verano tienen un ángulo de incidencia tan alto que no penetran o lo hacen muy poco en los interiores. En invierno, sin embargo, la inclinación es mucho menor, por lo que los rayos solares penetran con más profundidad, ayudando a calentar las estancias. Las fachadas este y oeste son, por el contrario, las más desfavorables por la baja inclinación del sol en las mañanas y tardes de estío, lo que supone un soleamiento altísimo, difícil de evitar con medios sencillos. Los estudios de Olgyay han demostrado cómo para una latitud de 40° norte

—Córdoba se encuentra a una latitud 37° 88" N—, las fachadas orientadas a levante y poniente reciben unas dos veces y media más de radiación solar en verano que en invierno, mientras que la cara meridional recibe en verano dos veces menos radiación que en invierno (5). Una fachada encarada al sur, en un clima continental y con algún porche de protección, reúne, por tanto, las condiciones óptimas para sacarle el mayor rendimiento a la energía solar: protección natural en verano y máxima penetración en invierno.

Las simulaciones de sombras llevadas a cabo en el Patio de Comares confirman esta hipótesis (Fig. 1). Para un típico día de verano, la inclinación de los rayos solares es tan alta y la orientación general tal, que no aparece entrada solar en las salas más importantes. A mediodía, el sol ilumina la mayor parte del patio pero sin incidir en los interiores. Por la mañana y la tarde, en cambio, el sol penetra a través de los huecos de las alas oeste y este respectivamente.

En los ejemplos citados de edificios dispuestos a lo largo del eje norte-sur, se aprecia también cómo las salas más importantes se ubicaban en el ala norte del patio, con la fachada principal mirando a mediodía. En cambio, las fachadas este y oeste no tienen aberturas al patio, o sólo las estrictas para ventilar e iluminar, debido a su inadecuada orientación. Un caso singular de defensa ante el sol lo constituye el corredor porticado del Patio de los Leones. En sus lados norte y sur, donde la incidencia de los rayos solares es casi vertical en estío, los pórticos tienen una profundidad aproximada de unos dos metros, suficientes para que el sol no penetre. Sin embargo, las fachadas este y oeste, además de ser más cortas, tienen unos pórticos más anchos, de algo más de tres metros. Asimismo, cuentan con la protección adicional de los pabellones que se adelantan hacia el centro del patio.

VENTILACIÓN, EVAPORACIÓN Y RADIACIÓN. TRES SISTEMAS COMPATIBLES DE REFRIGERACIÓN NATURAL.

Si se analizan los principios físicos que permiten la mejora ambiental, encontraremos tres métodos comunes de refrigeración pasiva. El aire interno es enfriado por: ventilación, evaporación y radiación. En la arquitectura hispanomusulmana, estos mecanismos naturales, eficaces cada uno por separado, se combinan y complementan entre sí para obtener todavía mejores resultados.

A) VENTILACIÓN

La ventilación proporciona enfriamiento porque el movimiento de aire evacua y arrastra el calor

que se genera en los espacios interiores, así como el de la superficie del cuerpo humano. Los beneficios producidos por la ventilación se perciben de dos maneras:

- Una, debida a que la velocidad del aire provoca la pérdida de calor por convección —la temperatura del aire es siempre más baja que la de la piel, por lo que el movimiento del aire alivia del calor—.
- La otra tiene que ver con que el aire pegado a la piel se encuentra saturado. El contacto con el flujo de aire hace que este absorba parte de la humedad superficial de la piel, con lo que produce un efecto refrescante.

Para que la ventilación de un habitáculo sea eficaz, es determinante la distribución y forma que tengan sus ventanas. No sólo en lo que respecta al tamaño, sino también a su localización estratégica, con el fin de obtener una idónea ventilación cruzada. La evacuación del aire caliente mejora si hay más y mayores aberturas en la parte alta, debido a que el aire caliente es más ligero y tiende a acumularse en esta zona.

En climas con veranos secos y calurosos, desde media mañana hasta la caída del sol, la temperatura del aire exterior tiende a ser demasiado alta y superior a la de dentro. Los edificios, por tanto, suelen permanecer cerrados puesto que no es posible hacer uso del potencial refrigerador del aire. En cambio, si existen brisas marinas próximas, cuya temperatura es agradable y constante, pueden ser usadas para refrescar durante todo el día. Cuando el interior se cierra al aire externo, los anchos muros pasan a ser los encargados de refrigerar. Éstos aíslan del ambiente exterior y almacenan el calor durante las horas centrales del día, lo que mantiene frescos los interiores. Durante la noche, los muros y cubierta empiezan a irradiar el calor acumulado. Como consecuencia, la estructura del edificio mediante la ventilación nocturna, disipará con facilidad el aire calentado.

En los edificios hispanoárabes se han observado tres formas diferentes de ventilar las estancias de manera natural. Por: efecto “chimenea”, efecto “Venturi” y la presión directa del viento. Los tres se abordarán más adelante y en detalle al tratar del esquema espacial patio-pórtico-torre y el tipo medioambiental de mezquita.

B) ENFRIAMIENTO EVAPORATIVO

El principio físico de este enfriamiento se basa en la evaporación de agua, es decir, cuando ésta pasa a convertirse en vapor de agua del aire circundante. Se produce evaporación cuando la presión de vapor sobre el agua es mayor que la del aire adyacente, en-

tonces el agua en estado líquido se transforma en vapor. Para que esto se produzca se requiere energía, término que se conoce como calor latente. El calor latente necesario para la evaporación se toma del aire, el cual, entonces, es enfriado, al mismo tiempo que su contenido de humedad aumenta. De esto se deduce que el potencial evaporativo del aire será mayor en climas secos y calurosos, como es el caso que nos ocupa. En general, y bajo unas condiciones específicas, la capacidad de enfriamiento por evaporación puede ser tan alta que es posible hacer descender la temperatura en unos 14° C (6).

El enfriamiento evaporativo es un recurso utilizado desde tiempos remotos. El agua puede estar alojada de distintos modos, pero, en general, cuanto más expuesta esté al aire, mayores serán las ventajas obtenidas. La podemos encontrar en forma de fuentes, surtidores, albercas —con una gran superficie de contacto con el aire—, o también obtenida de la vegetación cuyas hojas siempre contienen humedad superficial; en este caso, el fenómeno es conocido como evapotranspiración. El enfriamiento producido gracias a la vegetación tiene una importancia extraordinaria: *“La evapotranspiración de un árbol puede ahorrar entre 1 y 2,4 MJ de electricidad anual consumida mediante aire acondicionado. Las temperaturas obtenidas en un parque de San Francisco con una gran densidad de plantas y árboles daban 8 grados centígrados por debajo de las áreas de alrededor”* (7). Pero la vegetación no sólo mejora las condiciones térmicas y de humedad del aire que la atraviesa, posee otras prestaciones ambientales, como la de filtrar el flujo de aire, limpiándolo de polvo y contaminación; la de amortiguar el ruido y, sobre todo, la de proporcionar sombra.

C) ENFRIAMIENTO POR RADIACIÓN

La radiación térmica es la energía que una superficie emite en forma de ondas electromagnéticas en función de su temperatura. Si dos elementos con diferentes temperaturas están enfrentados, se establece un flujo radiante desde el más caliente al más frío con el fin de equilibrar ambas temperaturas. Para que se produzca no es necesario ningún medio físico entre los dos elementos. La eficacia de un radiador depende de su “emisividad”, es decir, del tipo de onda que emita.

Las superficies expuestas a la radiación solar, tales como tejados, suelos y muros, almacenan la energía solar que reciben durante el día. Cuando llega la noche, y debido al fenómeno de la radiación térmica, inician su enfriamiento, irradiando el calor almacenado hacia la bóveda celeste por medio de ondas de gran longitud. La radiación nocturna es

capaz de compensar la cantidad de energía que se recibe del sol y de mantener, así, el balance energético entre la tierra y la atmósfera. Pero esta radiación se produce también desde los muros hacia las habitaciones, calentando el aire. Por tanto, se precisará de una adecuada ventilación nocturna para evacuarlo.

Para que el enfriamiento radiactivo funcione con eficacia, se ha de ayudar de materiales de una gran resistencia y capacidad térmica, que retrasen el calentamiento hasta la disipación nocturna. A esta propiedad de alterar el flujo de calor entre el ambiente exterior e interior se la conoce como inercia térmica. Así pues, el enfriamiento radiactivo depende de la conductividad térmica del material y del grosor del cerramiento. Cuando aumenta la temperatura del aire exterior y el muro se expone a la radiación solar, se eleva la temperatura superficial de su cara externa, la cual si es superior a la de la cara interna, provoca un flujo de calor hacia dentro. La velocidad del flujo será más o menos rápida en función de la anchura y de la inercia térmica del material.

EL PATIO COMO GENERADOR DE MICROCLIMA

El patio dentro de una vivienda sirve para iluminar y ventilar las piezas de la casa, recolectar el agua de lluvia y, al mismo tiempo, regular el clima de manera natural. Es el lugar alrededor del cual giraba el mundo doméstico musulmán, de ahí su importancia ambiental. Al mismo tiempo, era el reflejo del retiro espiritual e individual que la *Sunnah* plantea. Pero además de hacer de “sala de estar” al aire libre, funcionaba como un termorregulador del resto de la vivienda. El patio acumulaba bolsas de aire fresco nocturno, semejante a un pozo, que aislaba del calor del día. Asimismo, proporcionaba sombra, una suave iluminación y más humedad.

En las casas y palacios árabes, una forma y orientación adecuadas de sus patios impedían la penetración solar, al menos en las horas centrales del día y durante la estación más calurosa. El volumen del patio resultaba determinante en cuanto a su respuesta térmica. Un espacio más alto que ancho es recomendable si se quiere mantener más tiempo en sombra. Sin embargo, en climas compuestos, con inviernos fríos, los patios solían ser alargados y con una orientación específica: por lo general, la nortesur para maximizar la entrada de sol en invierno y mantenerlo sombreado en verano (Fig. 1). Por otra parte, los pórticos, pérgolas, toldos, plantas y arbustos tamizaban la molesta e intensa luz, que era filtrada o reflejada, lo que reducía el salto lumínico entre el exterior y las frescas estancias del interior.

La temperatura y humedad estaban amortiguadas por la presencia de agua y vegetación en los patios. Ambas son las fuentes principales en las que se basa el enfriamiento evaporativo. A su vez, el enfriamiento por radiación era decisivo, por ser la forma corriente de refrigeración natural en climas continentales. La alta inercia o capacidad térmica de los muros de los patios, permitía aislar y retardar el calentamiento interno. De noche, el patio se enfriaba con facilidad por ventilación y por la remisión de energía calórica de onda larga. Con estos procedimientos, el patio hacía de colchón climático y ambiental de toda la vivienda: aislado del calor y la sequedad de afuera durante el día y, tras la puesta de sol, capaz de eliminar el calor almacenado.

EL JARDÍN HISPANOÁRABE O EL “PARAÍSO” EN LA TIERRA

Todas las interpretaciones que subyacen detrás del jardín hispanomusulmán coinciden en entenderlo como una representación del Paraíso. Este criterio común confirma que en él se buscaba reposo y placer. Además, el hecho de que el jardín se aloje en los patios de casas y palacios beneficia ambientalmente a las estancias que lo circundan y que a él se abren.

La palabra griega *paradeisos* es una adaptación del persa y significa jardín de placer. En Persia existía la tradición ancestral del jardín real de placer y, como tal, pasó a convertirse en el principal antecedente del islámico. Pero es, sobre todo, el tema coránico del Paraíso el que inspiró a los musulmanes a modificar el paisaje. La idea de Paraíso, en la que el jardín árabe se recrea e inventa a sí mismo, proviene del Corán, el cual lo refiere como la recompensa a la fe mahometana. Así, el jardín no pretende ser más que su representación formal como el lugar intermedio entre la tierra y el Edén prometido, un espacio de sublimación espiritual. Por otra parte, la dureza de las condiciones naturales del mundo islámico alentaba a modificar la naturaleza. El alejarse del mundo real —natural— permitía imaginar y recrear un lugar nuevo —artificial—: el jardín.

Las citas del Corán sobre la recompensa a la vida religiosa son frecuentes e intensas. El Libro sagrado musulmán promete “jardines debajo de los cuales fluyen ríos”, lugares ricos de agua y vegetación. En esta cita, por ejemplo se contrasta el frescor y la vitalidad del Paraíso con las llamas del Infierno:

“Este es el Paraíso con el que los justos han sido premiados: está regado por arroyos que corren: eternos son sus frutos y eternas son sus sombras. Así es la recompensa de los justos. Sin embargo, el premio para los que no creen es el fuego del Infierno” (8).

En otro momento y en tono dual se revelan los componentes del jardín:

"Y al lado de éstos tendrá que haber dos jardines, verdes prados, allí dos fuentes de agua a borbotones, allí frutas, y palmeras, y granados, allí doncellas buenas y bonitas (...) huríes, enclaustradas en frescos pabellones" (9).

A pesar del aire poético y ambiguo de estas descripciones, llenas de metáforas y simbología religiosa, aquí se explica con más detalle lo placentero de ese Edén prometido:

... y recompensados por su paciencia con un jardín, y seda; allí tendrán que reclinarse sobre lechos, allí no tendrán que sentir ni el sol ni el amargo frío, cerca tendrán su sombra, y sus racimos dócilmente caídos, y alrededor se les tendrá que pasar vasijas de plata, y copas de cristal, cristal de plata que ellos han medido muy exactamente. Y allí se les tendrá que dar de beber una copa cuya mezcla es jengibre, allí una fuente cuyo nombre es Salsabil" (10).

La referencia al Salsabil revela cómo el agua, ofrecida en "vasijas de plata" y "copas de cristal", es parte fundamental del entorno del jardín.

Pero el Paraíso terrenal que el jardín islámico pretende emular va más allá de la mera representación coránica. Se trata, a su vez, de un sitio de recreo para sus moradores y un deleite para los sentidos: flores, arbustos, aromas, vistas, inscripciones poéticas, fuentes, acequias, albercas, pórticos, pabellones, miradores, etc. En los palacios, el jardín adquiere, además, el carácter iconográfico de lugar de dominio y control, ya que alberga las principales fuentes de riqueza del gobierno real: árboles y especies agrícolas; y ofrece perspectivas del paisaje y la ciudad que desde allí se dominan. Madinat al-Zahra es un ejemplo evidente de la simbiosis que en él se da entre jardín de poder y jardín de placer.

El agua, como se indicaba, está siempre presente en los jardines, donde asume un significado trascendental, heredado de la filosofía árabe. Es el centro simbólico y físico de los patios y jardines. El agua de los patios de abluciones, es símbolo de higiene y pureza, mientras que, fluyendo por canales y en movimiento sugería el paso del tiempo. Por otra parte, la forma y disposición de los jardines venían determinadas por los sistemas de captación, irrigación y distribución del agua. La ubicación de palacios y jardines, e incluso ciudades, dependía sobre todo del agua disponible. El "milagro" del agua hizo posible la elección de la colina de la Alhambra como corte real, y ha sido el agua, por extensión, la que ha permitido el desarrollo agrícola de la ciudad de Granada.

La profusión de huertos y jardines en al-Ándalus fue tal que su descripción y alabanza pasó a convertirse en género poético de la literatura andalusí. Sirva como ejemplo esta descripción que el poeta Ibn Khâqân hace de un jardín cordobés del siglo XI:

"En el jardín se perfilan líneas de árboles dispuestas de manera simétrica y las flores sonríen entre las yemas apenas abiertas. Aquella fronda protege el suelo del alcance del sol y la brisa, de día y de noche, toda cargada de perfumes, cruza el huerto... Abû'Amir tuvo mucha suerte de haber sido enterrado allí" (11).

DISPOSICIONES ESPACIALES EN TORNO AL PATIO. LA HIPÓTESIS DEL ESQUEMA PATIO-PÓRTICO-TORRE.

Además del carácter medioambiental que en sí tienen el patio y el jardín, la forma en que se disponen las piezas habitables a su alrededor influye en la correcta distribución del microclima generado en aquéllos.

En los patios de los palacios, lo más interesante, desde el punto de vista bioclimático, es la adición de una torre o *qubba* al eje principal, por lo general localizada en el ala norte. La *qubba* es la cámara principal del palacio y su imagen está asociada al poder monárquico. Siempre tiene ventanas perimetrales en su parte alta por las que ilumina y ventila, sin embargo, en la parte inferior suelen estar cerradas al exterior, aunque no al jardín. Si tienen alguna abertura a la calle es de pequeño tamaño, y su excusa es la de favorecer una vista estratégica y puntual (12).

Entre la *qubba* y el patio se inserta un espacio intermedio o de transición. La antesala a la *qubba* suele ser un pórtico, que hace de amortiguador térmico del patio. Así se establece una serie espacial patio-pórtico-torre, muy habitual en la arquitectura hispanomusulmana. La encontramos, por ejemplo, en el Cuarto Real de Santo Domingo en Granada, la Aljafería de Zaragoza —aunque aquí la torre no está alineada al eje del patio—, el Salón de los Embajadores del Alcazar de Sevilla y es también una composición corriente en los palacios nazaríes de la Alhambra. En el Palacio de Comares, y debido a su supuesto doble uso como residencia real y salón del trono, la secuencia se hace aún más compleja al levantarse entre la torre y el pórtico la Sala de la Barca, apartamento privado del sultán. Pero el caso más singular lo constituye, sin duda, el Patio de los Leones, cuya composición y complejidad lo convierten en el más original de la arquitectura nazarí. El patio es biaxial o de crucero. En su eje menor, y a cada extremo, se dispone una *qubba*: Sala de las Dos Hermanas y Sala de los Abencerrajes, mientras que en el eje mayor se localizan la Sala de los Mocárabes y la Sala de los Reyes —ésta última podría ser interpretada como la adición de tres *qubbas*—. Las cuatro salas, situadas en los extremos de cada eje compiten en importancia formal, lo que enfatiza el carácter de crucero del que carecen los restantes patios.

La hipótesis bioclimática atribuible a esta se-

cuencia espacial consiste, en esencia, en la interacción entre patio, pórtico y torre. La complementariedad entre los tres espacios hace de éste un sistema eficaz, desde un punto de vista ambiental. La torre, por su ubicación, forma y fenestración, actúa como una torre de ventilación, encargada de eliminar el calor interno, gracias a la corriente de aire constante que se crea desde el patio. El pórtico, por su parte, protege del sol y es el amortiguador térmico entre patio y torre. En particular, tres son los efectos termo-físicos que se favorecen con esta composición: el “chimenea”, el “Venturi” y el producido por la incidencia directa del viento. Analizados en detalle consistirían:

- a) El efecto “chimenea” se origina por la diferencia de densidad entre el aire frío, más pesado, y el aire caliente, más ligero. En un espacio vertical como una torre, la diferencia de densidades hace que el aire se distribuya de forma natural en capas, arriba el caliente y abajo el más fresco. La parte superior de la torre, al estar muy ventilada, elimina con rapidez las bolsas de aire allí acumuladas. La evacuación del aire caliente provoca que el inferior ascienda. Se establece así un movimiento natural del aire. Por otro lado, la parte de abajo, al estar abierta al patio, absorbe hacia dentro el aire fresco del pórtico y del jardín, y hace que fluya de modo natural hacia la torre. Por tanto, la circulación de aire que se crea no es sólo vertical sino también horizontal.
- b) El efecto “Venturi” se produce al atravesar el viento las ventanas altas de las torres. Colocadas en todo el perímetro y enfrentadas unas a otras, posibilitan que el viento las atraviese con facilidad. Debido a la velocidad de la corriente de aire, se produce una bajada de la presión atmosférica que arrastra el aire de abajo hacia arriba, es decir, de más a menos presión. A mayor velocidad del viento, mayor movimiento de aire. Este efecto, combinado con el “chimenea”, produce un significativo flujo vertical que expulsa con facilidad el aire viciado al exterior.
- c) El tercer efecto es el de la presión directa que el viento ejerce sobre los edificios. Para optimizar la capacidad de evacuación del viento, este ha de canalizarse mediante aberturas estratégicas que arrastren a su paso la mayor cantidad de aire exhausto. En las *qubbas*, en concreto, los huecos están encarados para facilitar la ventilación cruzada. Así pues, habrá dos niveles de

ventilación, uno en las ventanas superiores y otro en los huecos inferiores, entre el patio y el exterior. Si en la parte de abajo de las torres no aparecen aberturas al exterior o éstas se cierran, entonces la única circulación de aire posible es entre las ventanas altas y el patio. En el caso particular de los edificios granadinos encarados a norte, su orientación es idónea no sólo respecto a su asoleo, sino también a su ventilación natural. De hecho, en Granada, los vientos de componente sur y un poco sudoeste son los más fuertes y constantes del año. Se trata, además, de vientos frescos que provienen del macizo de Sierra Nevada, con nieves casi perpetuas. Al soplar desde el sur, atraviesan los patios donde se humedecen y refrescan gracias al agua y a la vegetación que contienen, y desde aquí, barren las principales estancias hacia el exterior.

En la figura 2 se muestran los gráficos obtenidos en unas mediciones puntuales llevadas a cabo a lo largo de un día de verano en el Patio de los Leones. Las curvas reflejan cómo la temperatura, humedad y viento se relacionan entre sí. A la vista de estos resultados, se puede concluir que las condiciones climáticas suelen estar atemperadas en el patio respecto al exterior. En las *qubbas*, éstas son mejores, si cabe, ya que permanecen muy estables a lo largo del día y dentro de los márgenes considerados como de confort. También se puede deducir que las líneas de temperatura y humedad tienden a ser inversamente proporcionales, es decir, a mayor temperatura, menor humedad y viceversa. Por otro lado, las curvas de velocidad del aire, excepto a las nueve de la mañana y por la noche, son casi paralelas a las de temperatura e inversas a las de humedad. Esto significa que en las horas centrales del día la ventilación es contraproducente, mientras que para el resto del tiempo su efecto es beneficioso.

En paralelo, la colocación de unos medidores encargados de registrar datos e información sobre temperatura y humedad a lo largo de varios días, permite comparar simultáneamente los resultados y el comportamiento ambiental de las diferentes áreas medidas. En la figura 3 se reflejan las curvas de temperatura y humedad resultantes de una de estas series de mediciones realizada en la Sala de los Abencerrajes, pórtico y un lugar exterior al patio. El resultado es sorprendente en ambos cuadros. Temperaturas y humedades están muy atenuadas en el interior y más en el patio que en el exterior. Ambas líneas son más estables y con menos picos de sierra que las que están más en contacto con el exterior. En las horas de calor

más tórrido, la diferencia con el interior llega a ser de casi 12° C y con un incremento proporcional de humedad relativa de más del 15%. Otra interesante conclusión obtenida es el retraso producido en las horas de máximo calor entre dentro y fuera, de unas dos horas aproximadamente —diferencia considerable si se tiene en cuenta que el edificio estaba abierto, por completo, al aire externo—. Este retraso está producido por el efecto radiactivo de los anchos muros que envuelven la Sala.

El resultado de estos experimentos confirma, en gran medida, las hipótesis planteadas sobre la mejora en las condiciones ambientales del conjunto. Patio e interiores son sustancialmente más frescos y húmedos. Y existe, en la secuencia espacial, interacción entre los factores climáticos que en ella intervienen.

INTERPRETACIÓN MEDIOAMBIENTAL DEL TIPO MEZQUITA

Dos son los tipos de edificios religiosos que existieron en al-Ándalus. En el período califal, por un lado, se introdujo el modelo de la gran Mezquita de Damasco como referencia arquitectónica para la construcción de la Mezquita de Córdoba. De este primer modelo, además de la de Córdoba, quedan parte del patio y del minarete de la mezquita almohade de Sevilla, los restos arqueológicos de las de Madinat al-Zahra y fragmentos de otras mezquitas menos reconocibles. El otro grupo englobaría varias tipologías que irían desde la pequeña mezquita, como la de Bab al-Mardum en Toledo, al oratorio privado, como el de la Aljafería de Zaragoza, el de la mezquita del Alcázar de Jerez de la Frontera y el de la Madraza de Granada (13).

Para reconstruir el comportamiento climático del primer tipo, es necesario imaginar cómo sería desde un punto de vista funcional y espacial. Si se toma como ejemplo a la mezquita cordobesa, y se la imagina sin las intervenciones cristianas, en sus orígenes sería un espacio más uniforme. De un golpe de vista se reconocería la forma elemental de la sala de oración: una serie de naves longitudinales perpendiculares a la *qibbla*, separadas por filas de columnas, cuya vista sesgada produciría el conocido efecto de bosque de columnas. La uniformidad se vería alterada por la capilla del *mihrab*, las estancias que la antecedían y la capilla de Villaviciosa. El gran rectángulo de la sala de oración estaría abierto al patio en uno de los lados mediante diecinueve grandes arcadas, que se corresponderían con el final de las naves —en época cristiana, estas arcadas se cegaron para construir capillas—. Por tanto, la relación entre el interior y el Patio de los Naranjos sería más estrecha e íntima de

lo que es hoy. El gran patio hacía de antesala de la mezquita. En él tenían lugar las abluciones del rito musulmán y la “aclimatación” y preparación al culto. Era además, un sitio abierto y de encuentro para antes y después del rezo. Todavía hoy, el Patio de los Naranjos sigue siendo el mayor espacio público de la ciudad antigua de Córdoba.

El carácter de lugar de transición del Patio de los Naranjos tiene, a su vez, un paralelismo medioambiental. En el patio se producía un microclima que mitigaba el caluroso exterior. Las suavizadas temperaturas se expandían por ventilación o conducción del aire hacia la sala de oración a través de las arcadas de las naves, que permanecían abiertas o con algún tipo de puerta, cortina o estera que regulaba la entrada de luz y de calor. Las condiciones térmicas del patio eran modificadas, como en otros casos, por la sombra, la vegetación y el agua. Desde un manantial de la sierra se conducía el agua hasta un gran aljibe localizado en el centro del patio. Del aljibe se alimentaban dos fuentes y se irrigaba la vegetación dispuesta en filas, alineadas con las columnas del interior. Palmeras, naranjos, olivos, cipreses y arrayanes eran las especies encargadas de proporcionar sombra al jardín (14).

El espacio columnado estaba en penumbra y sin aberturas a la calle que interrumpiesen los oficios religiosos, sin posibilidad, por tanto, de soleamiento. Sí había, en cambio, unas pequeñas ventanas con celosías que hacían de la sala un espacio no del todo estanco al aire (Lám. 1). Estas celosías se encuentran distribuidas de modo regular en tres de los lados del perímetro que separan el interior de la calle (15). De este modo, se producía una ventilación cruzada entre el patio y las ventanas, capaz de evacuar y renovar el aire viciado, muy conveniente en los momentos de plegaria y celebraciones multitudinarias. Los vientos dominantes en Córdoba se localizan en la dirección del valle del Guadalquivir, sin dejar de tener importancia los de este y noreste, que soplarían desde el patio hacia dentro. Así, en la sala de oración, se ha de suponer la existencia de una fina corriente de aire permanente que, además de transportar el enfriamiento del patio, distribuía el frescor que irradiaban el suelo, la cubierta y los gruesos muros exteriores. De hecho, la gran inercia térmica de cubiertas, muros y suelo, sería lo que más atenuase las altas temperaturas exteriores (Fig. 4).

En cuanto a las otras tipologías de edificios religiosos menores, las estrategias bioclimáticas que se aprecian poseen rasgos comunes con otros tipos ya comentados. En general, los oratorios, como las *qubbas*, son torres iluminadas y ventiladas cenitalmente mediante celosías perimetrales (16). Se matiza así la entrada de luz y el espacio general queda oscurecido.

Como en los otros casos, la ventilación superior elimina con facilidad el aire exhausto, por la combinación del efecto “chimenea” y el “Venturi”. Y por último, el grosor de los muros perimetrales se encarga de aislar y emitir el frío almacenado durante la noche.

LUZ NATURAL. CONTROL Y SIMBOLOGÍA.

Otro aspecto muy tenido en cuenta en la arquitectura árabe era la luz. Su manipulación ayudaba a percibir y entender los espacios de una manera preestablecida, servidora de la cosmogonía islámica y más allá del carácter físico de los edificios. El modo en que la iluminación natural es introducida y modificada no es del todo valorable o cuantificable, pero merece una especial atención por tratarse de un aspecto “bioclimático” y de relación con el medio. De nuevo, una fuente natural se pone al servicio de un objetivo práctico y, al mismo tiempo, formal.

Las zonas donde esta arquitectura se localiza se caracterizan por la intensa radiación solar y días despejados la mayor parte del año. Además, el Islam y la raza árabe tienen sus orígenes en lugares desérticos o semi-desérticos donde la luz es deslumbrante y molesta. Desde el primer momento, se tiene conciencia de que confort visual significa tamizar y difuminar la luz solar. Por ello los hispanomusulmanes huyen de la intensa iluminación en los interiores. Gustan de habitaciones semi-oscuras o en penumbra y de lugares sombreados porque son más frescos y porque en ellos la luz está amortiguada y suavizada. Para la lectura o el trabajo manual se aproximarían a las pequeñas ventanas o celosías, o bien, las realizarían al aire libre o en los pórticos. El interior se reserva para la calma, el reposo, la meditación o para observar hacia fuera sin ser visto y, en el caso de las mezquitas, para orar. La oscuridad en la mentalidad islámica tiene el sentido de privacidad.

La iluminación interior suele ser indirecta, rara vez procede de la penetración solar. Las ventanas tienen siempre celosías que filtran y moderan la entrada de luz. Las situadas a nivel del suelo se localizan en pequeños miradores o alcobas que desvían la iluminación directa. Es el caso de las alcobas del Salón de Embajadores, el Mirador de Lindaraja o el mirador de la Sala de los Reyes del Generalife. En cambio, en los grandes huecos abiertos a los patios, la presencia de pórticos gradúa la entrada de luz, que se refleja en sucesivas superficies hasta alcanzar el interior. De hecho, rara vez se penetra desde fuera a una estancia oscura directamente, sin esa gradación lumínica.

Lo habitual, sin embargo, era confinar la iluminación indirecta a la parte alta de las salas y habitaciones, lo que difuminaba la luz de arriba a abajo,

dando un aire sugerente y misterioso a los interiores. La luz cenital bañaba la superficie de los muros y materializaba su abundante decoración, realizada a partir de inscripciones, mosaicos, elaborados trabajos de madera, zócalos vidriados o mocárabes policromos. De este modo se lograba una sensación de riqueza y esplendor en unas construcciones realizadas, por lo general, con materiales pobres.

En el interior de las mezquitas, la luz adquiere, además, un significado simbólico y religioso. La oración, realizada cinco veces al día, está marcada y guiada por la luz; en cada momento del día el rezo adquiere un sentido diferente. Y como en el Cristianismo, para los musulmanes la divinidad, Alá, es la Luz, y hacia la Luz se dirigen las miradas. Así, la iluminación de las salas de oración asumía un carácter místico, que “orientaba” o conducía la mirada hacia el lugar sagrado del Corán. En Córdoba, por ejemplo, los tres habitáculos previos a la Capilla del *mihrab* y la Capilla de Villaviciosa se elevaban para captar iluminación cenital. Su decoración se enriquecía, a su vez, con dorados mosaicos que resplandecían en la penumbra. Desde cualquier punto de la inmensa sala hipóstila, la vista era dirigida hacia el lugar sagrado, mientras que el resto se perdía en la oscuridad general.

Al tiempo, la arquitectura hispanomusulmana “juega” con la luz y los efectos visuales que ésta produce. Este tratamiento lúdico tiene que ver con la incidencia lumínica en determinados materiales. Los paramentos tienen acabados y texturas que con la luz se multiplican en destellos y pequeños reflejos; es el caso de los zócalos vidriados, de los mosaicos y de las yeserías. Sugerentes efectos se dejan ver también cuando la luz atraviesa las tupidas celosías y las vidrieras de colores, cuando incide en la marquetería de puertas y techos, en los mármoles blancos; cuando penetra entre los árboles de los jardines y cuando “juega” con el agua: reflejando la arquitectura en las albercas o brillando en el agua de las fuentes y regueras.

Prueba de cómo la manipulación de la luz era un objetivo normal y estético, son las citas que, como descripciones que la arquitectura hace de sí misma, aparecen por doquier en los muros de la Alhambra y el Generalife granadinos. Sirva ésta como ejemplo:

*“¿Cuántos arcos se elevan en su cima,
sobre columnas por la luz ornadas,
como esferas celestes que voltean
sobre el pilar luciente de la aurora!
Las columnas en todo son tan bellas,
que en lenguas corredora anda su fama:
Lanza el mármol su clara luz, que invade
la negra esquina que tiznó la sombra;
irisan sus reflejos, y dirías
son, a pesar de su tamaño, perlas.
Jamás vimos alcázar más excelso,
de contornos más claros y espacios (...)” (17).*

La Sala de las Dos Hermanas contiene este poema de Ibn Zamrak que se repite en parte en la Sala de los Abencerrajes. En otra parte de la Sala de las Dos Hermanas y enlazando con el Mirador de Lindaraja, entre otras cosas, puede leerse:

"(...) se asemejan a otros tantos planetas que giran bajo estas bóvedas como en su órbita, para esclarecer las tinieblas con sus raudales de luz matutina. —He aquí mármoles labrados con todas las perfecciones, y cuya hermosura ha pasado en proverbio. —Y columnas, que al ser iluminadas por los rayos de la aurora, parecen a pesar de sus dimensiones madejas de perlas. (...) —Cuando los alientos del céfiro son reprimidos por los rayos del mediodía, estos salones parecen inundados de una luz que repele hacia la sombra a todas las otras luces" (18).

En las inscripciones existentes en el Salón de Embajadores y Sala de la Barca, se ensalzan las características del lugar como espacio áulico. El edificio habla de sí de este modo:

"Y aunque sean mis adornos los signos del cielo, se echa en mí de menos el resplandor del sol. Cubríome mi glorioso señor Yusuf con vestido de alegría y de primor, con necesitar de otro vestido; y me hizo trono regío, cuya altura iguala con la verdad, a la luz, al tálamo y al trono celestial" (19).

A MODO DE COROLARIO

Como se ha visto, no existe una única manera clara y evidente de responder al clima en arquitectura. Los edificios hispanomusulmanes eran el resultado de un proceso de experimentación intuitivo, en el que se contemplaba el lugar dentro del diseño general y se aprendía la lección aportada por construcciones anteriores. De este modo, se iban afinando unas "destrezas" bioclimáticas muy precisas y, al tiempo, eficaces.

Es bien sabido que estos edificios han tenido una gran influencia y trascendencia en la arquitectura vernácula española y, en especial, en aquellas zonas donde la presencia islámica dejó una impronta mayor. Así por ejemplo, el urbanismo árabe es aún visible en los centros de ciudades y pueblos del centro y sur. El patio, por otro lado, es todavía la pieza clave en muchas tipologías de vivienda tradicional. Pero no sólo ha pervivido un compendio de formas y estilos, sino también aquellas aptitudes que tienen que ver con el bienestar y el lugar. Como consecuencia, el bioclimatismo pasó a ser una constante en gran parte de la arquitectura popular, la cual, suele incorporar aspectos que la arquitectura de autor ignora.

En la actualidad, los avances tecnológicos han permitido suplir nuestras necesidades de confort mediante el empleo de fuentes de energía no renovables y de gran coste medioambiental. Lo cual ha facilitado que, en parte, los edificios modernos no se conciben mirando lo que pasa a su alrededor, y atien-

dan más a otros planteamientos e intereses. A su vez, la falta de compromiso con el entorno desliga a la arquitectura de los objetivos sociales para los que se concibe. Nunca está de más, por tanto, volver la vista hacia nuestros antepasados hispanoárabes, para apreciar su legado arquitectónico y su actitud para hacer del medio natural algo con lo que convivir y no a lo que enfrentarse.

NOTAS

Este artículo forma parte de una investigación que con el mismo nombre se está llevando a cabo en la Architectural Association Graduate School de Londres bajo la dirección del profesor Simos Yannas y con el patrocinio de la Comisión Interministerial de Ciencia y Tecnología (CICYT) del Ministerio de Educación y Cultura.

1. El tipo de vivienda con patio se ha venido usando en muchas civilizaciones antiguas desde el Neolítico, donde en algunos levantamientos arqueológicos de ciudades de Oriente Medio ha aparecido esta disposición. Casas organizadas en torno a un patio eran de uso corriente en los valles mesopotámicos del Tigris y el Eufrates, el valle del Indo en el Indostán, el valle del Nilo, los valles del Hwang Ho and Yangze en China, y todo el área de influencia del mundo clásico griego y romano. Además, este modelo de vivienda ha pervivido en el tiempo y se ha hecho tradicional en muchas más zonas, siendo una forma común en ciudades africanas, asiáticas y de América del Sur. Por tanto, esto llevaría a pensar que, aparte de la lógica influencia cultural, la casa con patio podría ser una forma de asentamiento espontáneo en zonas cálidas que se ha mantenido constante como una forma natural de respuesta al medio.
2. Según cronistas de la época, la densidad de las ciudades orientales como Damasco era todavía mayor y en ellas las casas alcanzaban las tres plantas. Por tanto, el aprovechamiento del suelo estaría vinculado a la presión humana más que a una densidad de ciudad establecida.
3. Se hace difícil precisar los colores que la arquitectura hispanoárabe tendría en su momento, puesto que el envejecimiento y las sucesivas restauraciones han alterado su colorido original. Los criterios modernos de restauración, y un gusto más actual, han venido valorando el que las superficies de los edificios reflejen su calidad material como principio de "sinceridad arquitectónica", descarnando superficies estucadas y dejando vistos mármoles, ladrillos, enfoscados de color tierra y utilizando el blanco como color base. La realidad tendría más que ver con una arquitectura muy colorista, de columnas y capiteles de mármol pintados, tejas y pavimentos de barro vidriado en diversos colores, zócalos de brillantes alicatados, junto con las decoraciones murales de mocárabes y yeserías recubiertas de una viva policromía. A esto habría que añadir una vegetación, en patios y jardines, más variada y exuberante que la actual, que incrementaría esa idea de riqueza colorista.
4. EGUARAS IBÁÑEZ, J., *Ibn Luyūn: Tratado de Agricultura*.
5. OLGAY, V., *Solar Control and Shading Devices*.
6. Véase el experimento de la torre de enfriamiento en Sede-Boqer, Israel. PEARLMUTTER, D. y otros, *The development of an Evaporative Cooling Tower for Semi-Enclosed Spaces*.
7. ARGIRION, A. y SANTAMOURIS, M., *Heat Gains Control and Passive Cooling*.
8. Del artículo de: WESCOAT, J., *The Islamic Garden: Issues for Landscape Research*.
9. *El Corán*, Sura 55.
10. *El Corán*, Sura 76.

11. Del artículo de: DICKIE, J., *The Islamic Garden in Spain*.
12. Véanse los trabajos publicados al respecto por PAVÓN MALDONADO, B., como por ejemplo: "La qubba en el Islam occidental", *Estudios sobre la Alhambra II*.
13. Las Madrazas solían estar destinadas a escuelas coránicas más que a la oración. Aunque, según parece en el caso concreto de la de Granada, se trataba de una biblioteca universitaria. Véase: CABANELAS, D., "La Madraza árabe de Granada y su suerte en época cristiana", *Cuadernos de la Alhambra*, n° 24.
14. De acuerdo con crónicas cordobesas, los naranjos, que dan nombre al patio, no se conocían en la época califal, y según parece, en tiempos de Abderraman III, el patio estaba plantado con olivos, palmeras y laureles. Sin embargo, ya en tiempos de Carlos II (1690-1691), un embajador marroquí enviado a España hace la siguiente descripción: "Esta mezquita tiene un gran patio con una alberca en el centro. Alrededor de este patio hay plantados ciento diecisiete naranjos".
15. Aparte de filtrar la luz y el polvo del exterior, las celosías eran capaces por sí solas de enfriar el aire que las atravesaba. Realizadas en mármol, este material siempre está más frío que el aire caliente que las atraviesa.
16. Este simple modelo se hace más complejo en la mezquita toledana de Bab al-Mardum. El espacio único se subdivide en nueve cúpulas sostenidas por columnas, que convierten a la sala en hipóstila. Las cúpulas tienen perforaciones perimetrales en su base, abiertas a la fachada cuando toca y, en el caso de la central, esta se eleva para iluminar y ventilar directamente al exterior.
17. Traducción de: GARCÍA GÓMEZ, E., *Ibn Zamrak. El poeta de la Alhambra*.
18. Traducción de: LAFUENTE ALCÁNTARA, M., *Historia de Granada...*
19. Traducción de: GARCÍA GÓMEZ, E., *Poemas árabes en los muros y fuentes de la Alhambra*.

BIBLIOGRAFÍA

ÁLVAREZ DOMÍNGUEZ, S. y otros, *Guía básica para el acondicionamiento de espacios abiertos*. Madrid, 1994.

ARGIRION, A. y SANTAMOURIS, M., "Heat Gains Control and Passive Cooling", *Module 1: Design Principles*, TEMPUS Joint European Project-1802, 1993.

BURCKHARDT, T., *El Arte del Islam*. Palma de Mallorca, 1988.

DICKIE, J., "The Islamic Garden in Spain", *The Islamic Garden*. Washington, 1976, pp. 89-133.

EGUARAS IBÁÑEZ, J., *Ibn Luyún: Tratado de Agricultura*. Granada, 1988.

GARCÍA GÓMEZ, E., *Ibn Zamrak. El poeta de la Alhambra*. Granada, 1975.

GIVONI, B., *Passive and Low Energy Cooling of Buildings*. New York, 1994.

GRABAR, O., *La Alhambra: iconografía, formas y valores*. Madrid, 1978.

LEHRMAN, J., *Early Paradise, Garden and Courtyard in Islam*. London, 1980.

OLGYAY, A. y V., *Solar Control and Shading Devices*. New Jersey, 1957.

ORIHUELA UZAL, A., *Casas y palacios nazaries. Siglos XIII-XV*. Barcelona, 1996.

PAVÓN MALDONADO, B., *Estudios sobre la Alhambra II*. Granada, 1977.

PEARLMUTTER, D. y otros, "The Development of an Evaporative Cooling Tower for Semi-Enclosed Spaces", in *Architecture of the Extremes, Proceedings of the Tenth PLEA Conference*. Israel, 1994.

SERRA, R., *Clima, lugar y arquitectura*. Madrid, 1989.

TORRES BALBÁS, L., "Arte almohade, arte nazarí, arte mudéjar", *Ars Hispanie*, vol. 4. Madrid, 1949.

TORRES BALBÁS, L., "Arte califal. España musulmana. Hasta la caída del Califato de Córdoba (711-1031 d. JC)", *Historia de España*, vol. 5. Madrid, 1957.

WESCOAT, J., "The Islamic Garden: Issues for Landscape Research", *Environmental Design. The Garden as a City, the City as a Garden*. Rome, 1986.

YANNAS, S., *Handbook on Passive Cooling*, vol. 1: *Comfort Climate and Building Design*. Proyecto PASCOOL, Comisión Europea, 1995.

YANNAS, S., "Passive Heating and Cooling Design Strategies", *Climate Responsive, Energy Efficient Architecture*, vol. I. New Delhi, 1995.

YÁÑEZ, G., *Arquitectura Solar. Aspectos pasivos, bioclimatismo e iluminación natural*. Madrid, 1988.

JUNTA DE ANDALUCÍA
CONSEJERÍA DE CULTURA
Patronato de la Alhambra y Generalife



Lám. 1. Imagen de una de las ventanas-celosía que circundan el perímetro del oratorio de la Mezquita de Córdoba.

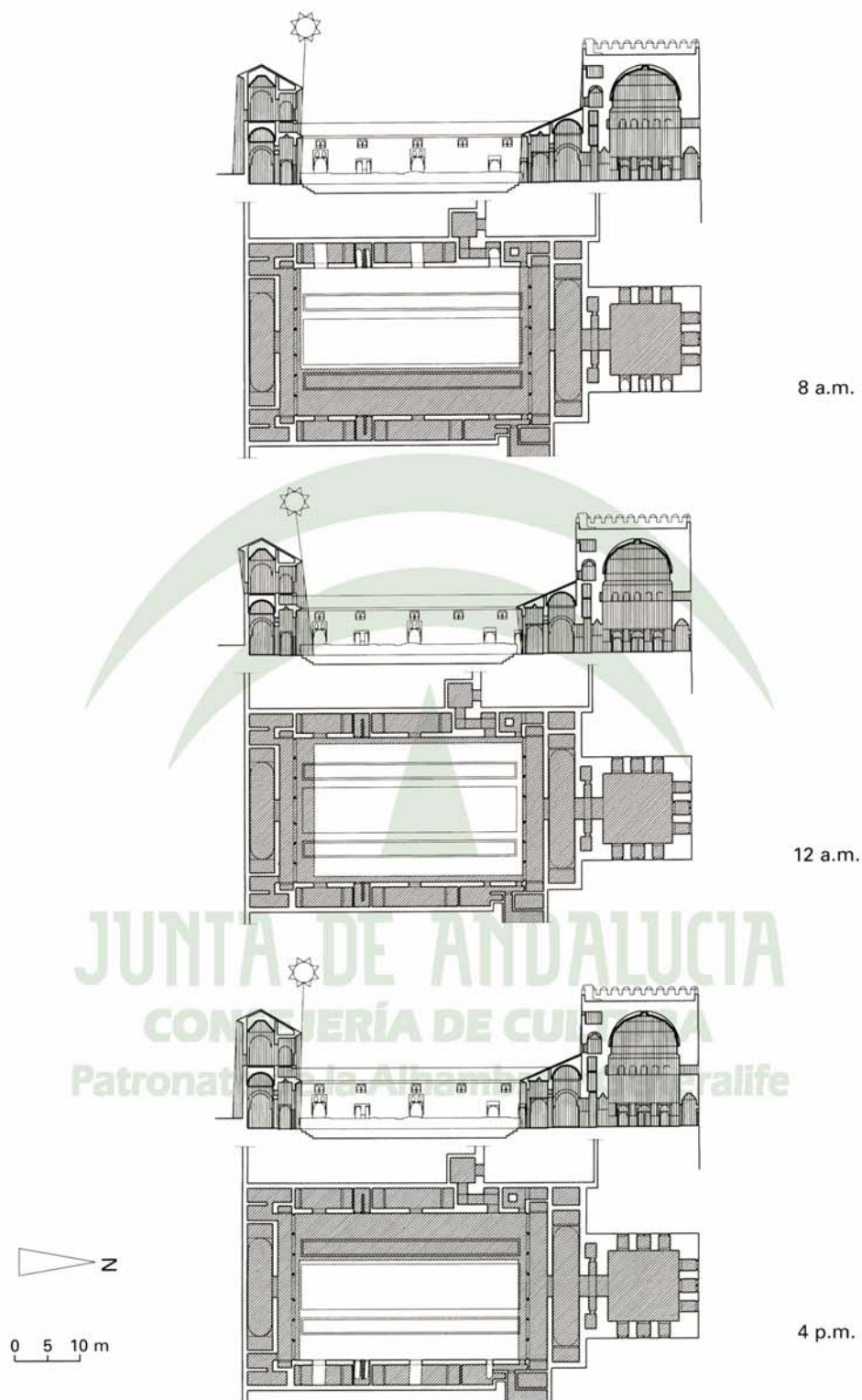


Fig. 1. Esquema de soleamiento del Patio de Comares para un día 21 de junio.



Fig. 2. Evolución de las temperaturas, humedades y velocidad del aire en las Salas de las Dos Hermanas, Abencerrajes y Patio de los Leones, en cuatro momentos diferentes de un típico día de verano.

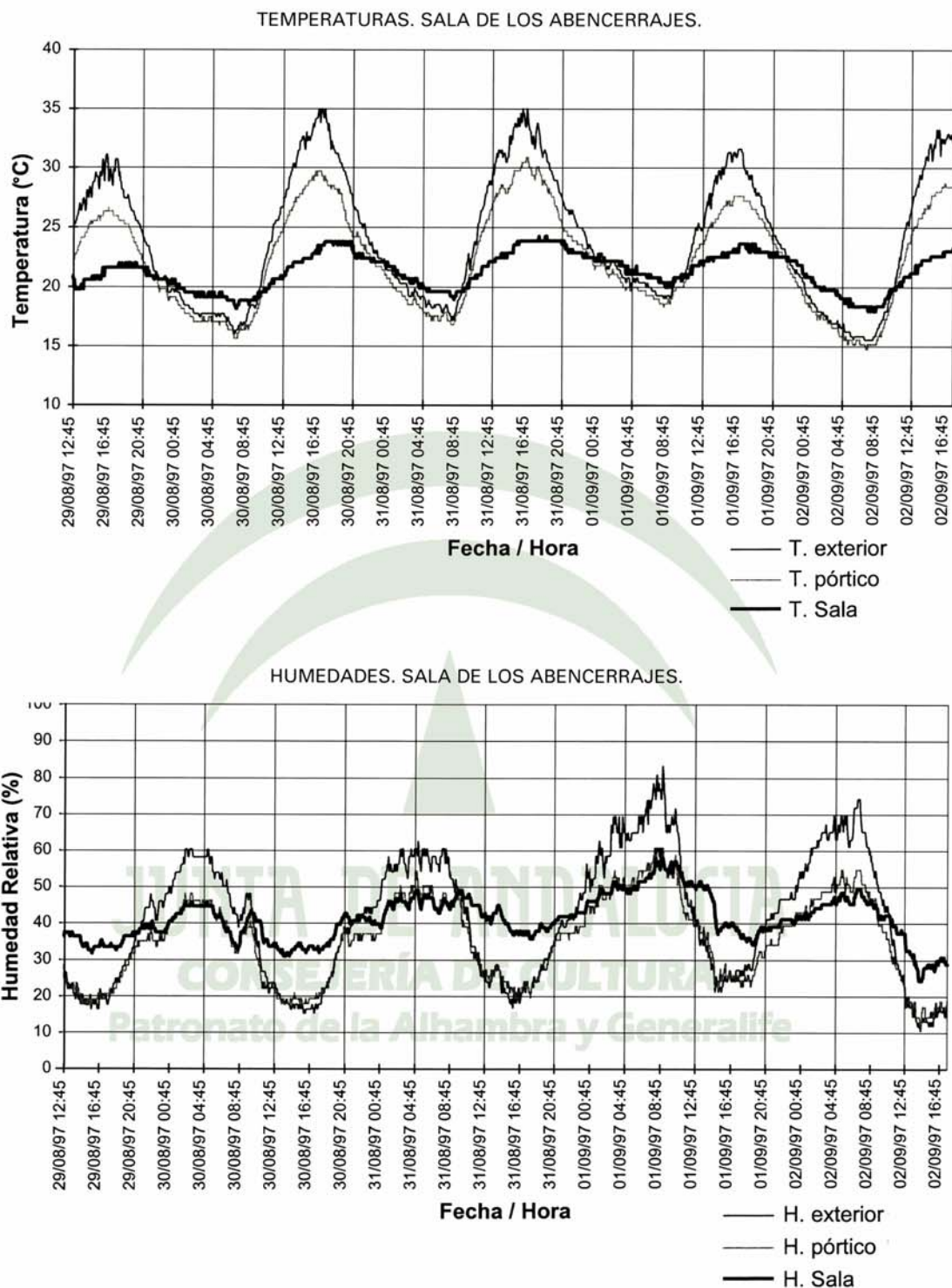


Fig. 3. Gráficos comparativos de temperaturas y humedades de un punto exterior, del pórtico y del interior de la Sala de los Abencerrajes de la Alhambra.

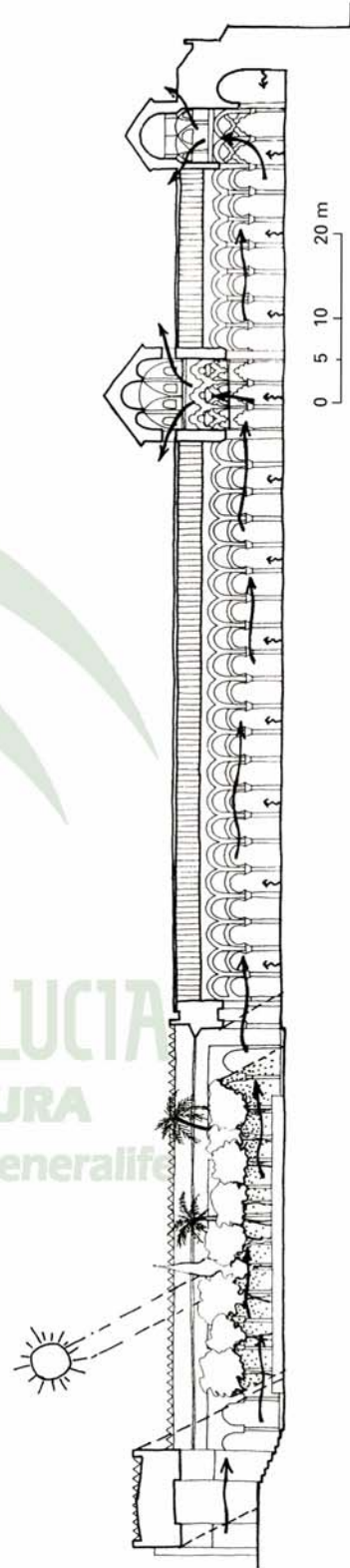


Fig. 4. Sección longitudinal de la Mezquita de Córdoba con el hipotético sistema de enfriamiento de la sala de oración.

