



## INSTALACIONES 3A DOCUMENTO COMPLEMENTARIO

### U.D. 3 ILUMINACIÓN ARQUITECTÓNICA

*Material didáctico con fines académicos, de uso exclusivo  
para alumnos de INSTALACIONES III-A de la FAUD-UNC.*

#### DE LA BOMBILLA A LA BACTERIA<sup>1</sup>. Rosa Urbano [1]

*Una buena iluminación no sólo hace las cosas visibles; también dirige la mirada, controla percepción, llama la atención sobre los detalles, orienta, dota a los objetos de forma y los relaciona con los diferentes puntos del espacio. La uniformidad de la distribución de los niveles de iluminación es un criterio esencial para una buena visibilidad, pero el contraste es la base de nuestra percepción del espacio: la presencia de cierta cantidad de sombras aumenta la tridimensionalidad de una habitación y la de sus objetos.*

*Nuestro sistema visual responde fisiológicamente a la distribución de luminancias en nuestro campo de visión: la luminancia es una cantidad objetiva que depende tanto de la iluminancia (cantidad de luz que alcanza una superficie) como de la reflectancia de la superficie iluminada. La luz tiene cualidades direccionales, por lo que la modelación y apariencia de una superficie depende de su color, reflectancia (función de su materialidad, textura y geometría, sea rugosa, lisa, pulida, plana o curva), así como de la disposición y orientación de las fuentes de luz (pequeñas y aisladas producirán un modelado duro, mientras que con el incremento de tamaño y número de las fuentes el efecto se vuelve más suave).*

*La forma, por tanto, se revela según el ángulo de incidencia y la intensidad de la luz, la posición del observador y la naturaleza de la superficie iluminada. Para revelar la textura, cuanto más tangencial es la luz a la superficie, más legible se hace la profundidad. Los estudios de Gyögy Kepes, recogidos en su texto *Design and Light* (1967), evidencian estas variaciones sorprendentes, demostrando que la luz es un poderoso instrumento proyectual.*

*La percepción del espacio depende del número de fuentes de iluminación y su posición. Siguiendo códigos fototrópicos, nuestros ojos siempre se dirigen instintivamente a las partes más brillantes de una escena. Este conocimiento, unido a estudios similares a los realizados por la Gestalt, nos ha proporcionado diversos recursos operativos. El espacio iluminado desde arriba nos recuerda la situación habitual en nuestra relación con la luz del sol, y nos resulta familiar: hace que se enfatice el arraigo a la tierra. Pero, si el espacio se ilumina desde el suelo, produce una sensación inusual, inquietante, de ingravidez: como si los objetos flotasen.*

*Por su parte, la iluminación del plano opuesto al plano por el que entramos en una habitación es clave a la hora de establecer el carácter dinámico o estático del espacio, y organiza su circulación: si brillante, incita al movimiento; si sombrío, incita a la calma y la observación. Hans T. Von Malotki, el ingeniero que trabajó con Ludwig Mies van der Rohe en la creación de la iluminación de la Nueva Galería Nacional de Berlín (1968), contaba que para Mies había sólo un concepto lumínico que tenía que resolverse: la diferenciación entre planos horizontales y verticales, usando downlighting para el Gran Hall y wallwashing para iluminar las pinturas de las paredes. De este modo, el techo sólo se ilumina con la luz reflejada por el suelo. El énfasis se sitúa en los planos, sin acentos individualizados. El objetivo era el silencio.*

*Por su parte, para Hans Scharoun en la Filarmónica de Berlín (1963), la luz tenía que proporcionar un “desorden planeado” de patrones irregulares y policromías: el objetivo era recrear un cielo estrellado. Le Corbusier hablaba de la luz en su arquitectura como un proceso de entretejido: el objetivo era la trabazón de unidades materiales y lumínicas. Para Louis Kahn, la luz tenía que ser indirecta, rebotada, deslizándose por los planos: el objetivo era destacar la materialidad de las paredes, las proporciones del espacio y la complejidad de los volúmenes.*

#### **Retos medioambientales**

<sup>1</sup> *Arquitectura Viva* 197 (2017). Págs.71 a 74. Madrid: Publisher.

*El acceso extensivo a la luz económica gracias las lámparas fluorescentes en los años 1940 permitió no sólo dejar de tener en cuenta la ubicación y orientación de los edificios, sino incluso cerrarlos al exterior asumiendo que cada rincón se podía iluminar con luz eléctrica. La crisis energética de los años 1970 cambió radicalmente esa visión, y ahora es un recurso tratado científicamente que necesita continua optimización. Según estadísticas de 2017, los edificios ubicados en países industrializados son responsables de un 40% del consumo total energético del cual un 73,4% es consumo eléctrico, y un 11% se destina a iluminación artificial. La mayoría de la electricidad que surte a los sistemas luminotécnicos aún se produce usando combustibles fósiles. Además, la producción de luz eléctrica es todavía un proceso muy ineficiente: las lámparas incandescentes sólo convierten un 10% de la electricidad en luz, el resto se transforma en calor; las bombillas fluorescentes compactas consiguen una conversión del 20%, y los LEDs transforman entre un 25% y un 75%, consumiendo en la actualidad al menos 75% menos energía que las incandescentes, y aportando una vida 25 veces superior.*

*Consecuentemente, la investigación para optimizar los sistemas de iluminación se centra en cuatro factores: la mejora de la eficacia de las bombillas, medida en lúmenes por vatio (luz emitida por unidad eléctrica), así como su reproducción cromática y su duración; la eficiencia de la luminaria en proporcionar luz sobre el plano de trabajo de trabajo; la eficiencia de los mecanismos de control y la instalación eléctrica, reduciendo al máximo las pérdidas de carga; y la adecuada disposición de las fuentes luminosas.*

### **Ambientes personalizados**

*Los conceptos de iluminación básicos usados convencionalmente en la arquitectura son la iluminación ambiental o del espacio (tradicionalmente usando lámparas de descarga), y la iluminación puntual de los objetos (tradicionalmente usando incandescentes). Durante muchos años la iluminación funcional se ha basado en estándares del confort visual: adecuada iluminancia relativa al uso del espacio (por ejemplo 500 Lux en oficinas); distribución de luminancias uniforme sin contrastes fuertes, molestos reflejos y deslumbramientos; y aportación de un buen índice de reproducción cromática. El confort del ambiente se ha entendido de una manera global y constante: se calienta, refrigera, ventila e ilumina todo el espacio de manera uniforme.*

*Sin embargo, consideraciones energéticas y ecológicas, junto con los resultados de la investigación en la salud y el impacto no visual de la luz en los usuarios, han puesto en tela de juicio este procedimiento, llevando el diseño hacia una provisión personalizada del ambiente. El objetivo es la descentralización del sistema: que cada individuo pueda controlar el contraste lumínico en su área de actividad, el tipo de espectro emitido, así como la regulación de una diversidad de colores y efectos ópticos.*

*Para esto se necesitan sistemas de iluminación que operen selectiva y directamente, modos impulsados por la tecnología de la fibra óptica y la iluminación de estado sólido. La fibra óptica se puede entender como un paso hacia el estado sólido, ya que separa la fuente de calor del punto de emisión de la luz y permite la división de la iluminación en múltiples puntos. La iluminación de estado sólido, basada en materiales semiconductores que convierten la electricidad en luz, incluye por ahora tres tecnologías: diodos emisores de luz orgánicos (OLEDs), diodos emisores de luz basados en polímeros (PLEDs), y con especial profusión, diodos emisores de luz (LEDs). Estos últimos no sólo cumplen las propiedades mencionadas para fibra óptica, sino que además se accionan de manera autónoma e inmediata, y permiten total libertad en la programación de colores, intensidades y tiempos. Además, su tamaño hace la instalación de iluminación accesible a espacios reducidos, las características espectrales se pueden controlar con precisión, y no se necesitan reflectores, filtros o lentes.*

### **OLEDs y LEDs**

*La nanotecnología de OLEDs y LEDs permite por primera vez contar con la iluminación partiendo del propio plano a iluminar, es decir, volviendo luminosas las propias superficies. Las tecnologías tradicionales eran calientes, frágiles y deslumbrantes, y por lo tanto tenían que estar contenidas dentro de una luminaria dispuesta a cierta distancia del plano iluminado, bien tratadas como ornamentación, bien escondidas tras molduras, falsos techos, nichos, filtros o pantallas. Frente a las técnicas tradicionales (dowlighting, uplighting, wall wash lighting, angle lighting...), la nueva posibilidad de poder mirar directamente a la fuente de emisión sin deslumbrarnos permite integrarlas en las superficies arquitectónicas, encastradas en el propio material, o incluso alojarlas en los tejidos de nuestra ropa (como Luminex).*

*Algunos ejemplos de estas posibilidades son la superficie interactiva y cinética Mimosa, de Jason Bruges Studio para Philips Lumiblade (2010), o la superficie Unda, de Anjali Srinivasan para Swarovski (2016) y Light Pollination, de Universal Assembly Unit para iGuzzini (2016), realizadas con placas de OLEDs móviles, LEDs y fibra óptica con LEDs respectivamente, las cuales reaccionan a la acción humana iluminándose selectivamente a través del movimiento, el tacto o la captura de luz.*

### **Control inteligente**

*La experiencia del ambiente uniforme que ha dominado las cuatro últimas décadas, obsesionada con eliminar el deslumbramiento y proveer una cantidad de Lux constante en todo el espacio, puede dar paso de nuevo a una experiencia más diversa, con acentos, matices, sombras y mutabilidad, gracias a la progresiva miniaturización y descentralización que permiten estas nuevas tecnologías, que han generado la emergencia de líneas de investigación en esta dirección.*

*Por un lado, la creación de controles inteligentes gobernados por innumerables aplicaciones instalables en nuestros dispositivos móviles, como los proporcionados por Philips Hue, para personalizar rutinas diarias: despertarnos, concentrarnos, leer, relajarnos o incluso influenciar nuestro humor y nuestros niveles energéticos. El sistema Halo, un prototipo desarrollado en el MIT MediaLab, consiste en un sistema de sensores contenido en una tarjeta de bolsillo que monitoriza la cantidad y calidad de la luz que cae sobre el usuario allá donde se encuentre, incluyendo la luz natural, y permitiendo el ajuste de intensidad, color y accionamiento de la luminaria. Por su parte, Random Walk and Lighting Control, también en proceso de desarrollo en el mismo laboratorio, intenta facilitar la manipulación de los controles sin dispositivos extra, accionándolos con nuestros movimientos.*

*Otras investigaciones se centran en la especialización de las características del diseño lumínico para cada tipo de función: en las oficinas, para mejorar la productividad y bienestar de los empleados; en los comercios, para atraer la atención, aumentar las ventas y definir una imagen comercial; en los museos, para proporcionar la máxima visibilidad mientras se evita la degradación de las obras expuestas. Especial atención están recibiendo los centros relacionados con la salud y las terapias lumínicas, donde el objetivo es poder reproducir por completo todos los beneficios de la luz natural: su variabilidad, cromaticidad, aportación de vitamina D, así como la regulación de nuestro ciclo circadiano y otros equilibrios vitales.*

*Los avances técnicos nos aportan mejores materiales y técnicas, eficiencias mayores, herramientas para cuantificar y visualizar escenarios lumínicos, mejores estándares que incluyen exigentes demandas ergonómicas, fisiológicas y energéticas, pero ¿dónde queda el papel estético de la luz en la arquitectura? ¿Cuál es el significado de una “buena iluminación”? No todo es una cuestión de números. La pregunta clave es: ¿cómo se combinan las cualidades conceptuales de la arquitectura de la luz, la que ayudaba a definir el concepto arquitectónico de Mies, o los conocimientos sobre nuestra percepción contundentemente expuestos por Kepes, con las nuevas exigencias funcionales?*

### **Proyecto e iluminación**

*En esa luz anteriormente descrita de la Nueva Galería Nacional de Berlín, donde los planos reflectantes y la luz concentrada en las aristas rompían la continuidad, la iluminación tenía como función primordial acentuar esa lectura que tanto le obsesionó a Mies: la del espacio formado por planos que no se tocan entre sí, se deslizan. Tal como postulaba Bruno Zevi, “la luz es una forma arquitectónica” inherente a la estructura del proyecto, sea natural o artificial y, por tanto, la arquitectura de la luz debe cartografiar el espacio desde el significado arquitectónico.*

*En general, las intervenciones artísticas parecen haber estado más comprometidas en este empeño por caracterizar espacio lumínico, si bien usan operaciones inversas: la luz no refuerza la percepción del espacio; la luz crea un espacio virtual. Olafur Eliasson y James Turrel exploran la presentación de la luz sólida, materializándose como atmósferas, paredes, ventanas y filtros ficticios que organizan el espacio desafiando nuestros sentidos. Valgan en este sentido ejemplos de Eliasson como Beauty (1993), The Weather Project (2003) o Your making things explicit (2009); y de Turrel, Wedgework III (1969) y Virga (day) (1974). En el extremo de esta exploración, la atmósfera luminosa toma tanta presencia que desdibuja o elimina el espacio físico. R&SIE, en su obra Snake (2003), produjeron una luz con tan bajo contraste que el espacio pierde legibilidad. Opuestamente, Anthony MacCall, en obras como Room with Altered*

*Window (1973) y Between you and I (2006), usa contrastes extremos entre luz y oscuridad para lograr la desaparición del medio sólido.*

*Con la disponibilidad de nuevos materiales, estructuras y texturas, la luz y sus propiedades se pueden examinar nuevamente. Sin embargo, muchos de los conceptos en el uso de la nueva luz simplemente reemplazan las fuentes de luz convencionales. Por ejemplo, pocos arquitectos hacen uso de las propiedades con las que se desplaza la luz (reflexión, refracción, transmisión) para guiar la luz intencionalmente. La excepción más coherente se encuentra en la obra de James Carpenter Design Associates y de su oficina paralela en Londres, Carpenter Lowings. Ejemplo de ello es la instalación *Folded Light* (2016), su *Prismatic Fabric Façade* (2014) y la fachada del 7 World Trade Center (2006), donde combina su tradicional exploración de materiales ópticos (dicroicos, metales reflectantes, vidrio) con texturas (prismas, lentes, relieves, tramas, perforaciones) y geometría volumétrica, con el uso combinado de luz natural y artificial.*

### **La luz del futuro**

*Por primera vez contamos con una flexibilidad excepcional para la creación de patrones lumínicos variables, con innumerables posibilidades en cuanto a color, intensidad y pulsación de movimiento. Por primera vez podemos proyectar des un punto de luz minúsculo hasta extensas superficies luminosas, sin necesidad de “bombillas”. Por primera vez la portabilidad personalizada de la luz hace posible devolver y redescubrir la oscuridad nocturna en la ciudad, erradicar la polución lumínica y devolverle a la iluminación su sentido urbano y público. Y por primera vez tenemos en nuestras manos la capacidad de manipular la luz con unos niveles de articulación y ajuste inéditos. Las formas paramétricas, los nuevos patrones geométricos complejos que definen ornamentos digitales, en conjunción con las propiedades de nuevos materiales y técnicas de fabricación digital, presentan oportunidades únicas para la integración de los nuevos sistemas miniaturizados y descentralizados de luz.*

*El futuro nos apunta otras novedades, como la llegada de BioLEDs, fuentes súper potentes que fusionan organismos bioluminiscentes (bacterias, plantas) modificadas genéticamente con tecnología de estado sólido, o la optimización e integración de materiales fotoluminiscentes como tecnología de “cero-energía”. Para muestra, el programa veraniego *Warm Up 2017* del MoMA apuesta este año por una marquesina de Jenny Sabin, tejida con dos hilos luminotécnicos: uno de ellos fotoluminiscente, libera lentamente luz ultravioleta absorbida por el día en forma de resplandor; el otro, muda su color en presencia de la luz.*

*Sólo queda esperar que en este futuro próximo se siga la célebre creencia de Kahn en que “la tecnología debe ser inspirada”, y que, efectivamente, sean los arquitectos los que de nuevo experimenten ese deseo.*

Rosa Urbano, Dr. Arquitecto, es profesora en la Universidad de Liverpool.

[1] Extraído de *Arquitectura Viva* 197 (2017). Págs.71 a 74. Madrid: Publisher.  
Material didáctico con fines académicos, de uso exclusivo para alumnos de la FAUD-UNC.

Material didáctico con fines académicos, de uso exclusivo para alumnos de INSTALACIONES III-A de la FAUD-UNC.