

# On Natural Light in Architecture

## Sobre luz natural en la arquitectura

investigación  
pp. 076-083

Cecilia Guadarrama Gándara

Daniel Bronfman Rubli

### Resumen

La importancia de la luz natural en la arquitectura incita a entender cómo se presenta, comporta y analiza; asimismo, implica entender la forma en la cual, a través del conocimiento del recurso lumínico natural, es posible afectar al objeto arquitectónico desde el proceso de su diseño en cuanto a los beneficios asociados a un buen aprovechamiento del recurso. Un breve vistazo sobre los aspectos relevantes, así como sobre la reglamentación en la materia, permiten hacer una valoración de dónde estamos situados frente al reconocimiento e interés que se le destina a la luz natural en la disciplina arquitectónica.

**Palabras clave:** luz natural, luz de día, iluminación natural, diseño arquitectónico

### Abstract

The importance of natural light in architecture fosters the understanding of its nature and how it is analyzed. Through knowledge of the natural lighting resource, the architectural object could be affected from the design process in order to achieve the benefits associated with its good use. A glimpse of important aspects and regulation in this area provides an understanding of where we are standing in the acknowledgment and interest advocated to natural lighting in the architectural discipline.

**Keywords:** natural light, daylight, daylighting, architectural design

La luz es radiación electromagnética con propiedades ondulatorias y fotónicas; en combinación con el ojo –que es sensible a ésta y transmite al cerebro la información captada– produce el fenómeno de la visión, el cual nos ha permitido conocer, entender y apreciar el mundo y su belleza.<sup>1</sup> En tanto que la experiencia sensible de la visión en el ser humano determina la mayor parte de lo que percibe, se le puede denominar como *Homo videns*, concepto ampliamente desarrollado por Giovanni Sartori.<sup>2</sup>

En la experiencia estética –del latín *aesthetica*: percepción de los sentidos<sup>3</sup>– de lo arquitectónico, la luz, a través de su intensidad, dirección y tonalidad, en buena medida condiciona la forma como percibimos y entendemos la materialidad y lo espacial. La luz se convierte en un elemento imprescindible, ineludible, para la arquitectura. Asimismo, se la concibe como un elemento más con el que es posible inducir sensaciones y provocar percepciones de los objetos y en los mismos.

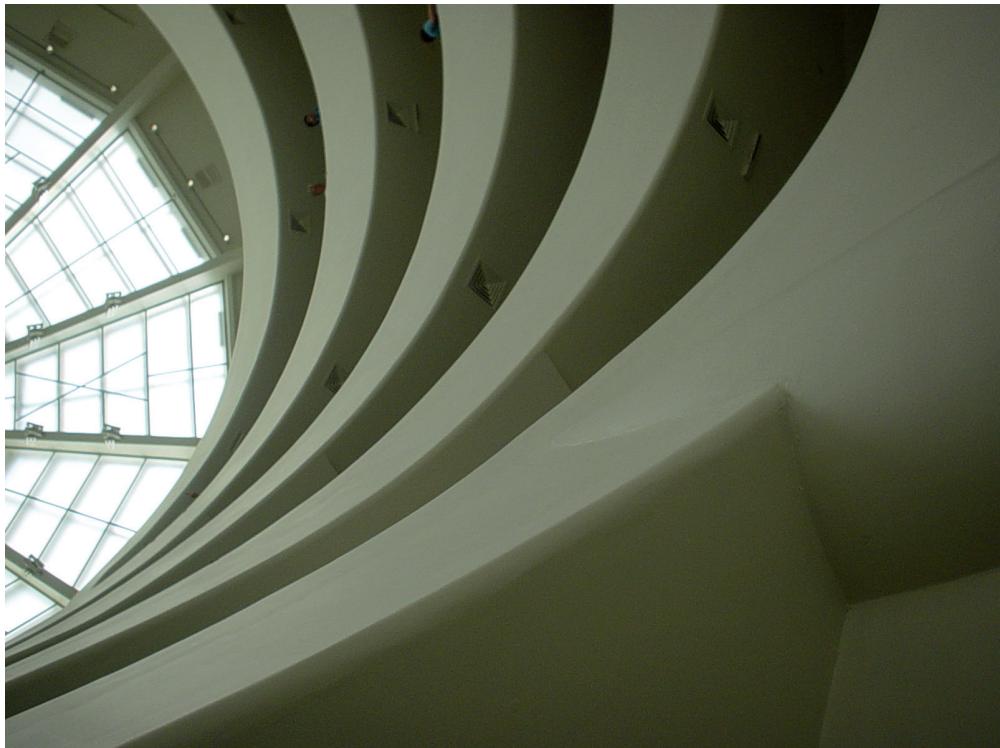
En cuanto a la luz natural, ésta proviene del Sol, una fuente inagotable; en términos físicos se define por una angosta franja del espectro electromagnético de la radiación solar –que es la descomposición de la energía proveniente del Sol– constituido por una gama de longitudes de onda. El rango de esta angosta franja, llamada luz visible, abarca de los 0.4 a los 0.7 micrones; las radiaciones que no son percibidas por el ojo humano quedan fuera de este rango.<sup>4</sup>

La luz natural viaja a través de la atmósfera en todas las direcciones, mientras no se encuentre con ningún obstáculo que le impida el paso. Al valorar que los volúmenes y formas arquitectónicas concebidos modifican el paso de la luz reflejándola, absorbiéndola y transmitiéndola, comprendemos la importancia de diseñar la arquitectura considerando la luz natural del sitio en cuestión. Estos fenómenos luminosos (reflexión, absorción y transmisión) generan un juego de luces y sombras que detecta nuestra mirada y asombran.

Para algunos de los más destacados arquitectos de la modernidad del siglo pasado, como Barragán, Wright, Le Corbusier, Aalto o Kahn, la luz natural representaba un objeto de fascinación. Les maravillaba pensar en el hecho de que un flujo de energía cambiante centrara su atención en los volúmenes expuestos, en la manera como éstos capturaban la luz mientras la



Capilla de Notre Dame du Haut, Le Corbusier. Ronchamp, Francia, 1950-1955.  
Fotografía: Ytnam C.



Frank Lloyd Wright, Nueva York, EUA, 1943-1959. Fotografía: Cecilia Guadarrama G.

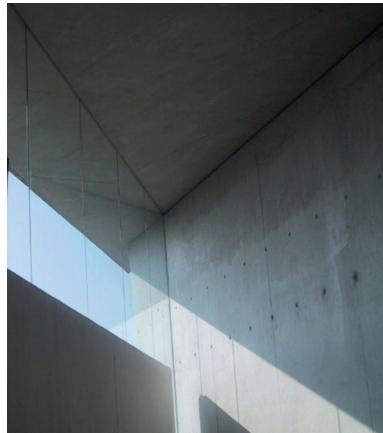
reflejaban y transmitían. Tal era la admiración que el fenómeno de la luz natural despertaría en esta generación de influyentes arquitectos, que Louis Kahn declararía: "Nosotros nacimos de la luz; las estaciones del año son reconocidas por la luz y la luz natural es la única que convierte a la arquitectura en arquitectura"; para Wright, la luz natural sería el elemento "esencial para embellecer un edificio"; Le Corbusier la consideraba la "llave para el bienestar", al grado de afirmar: "Yo compongo con luz".<sup>5</sup> Al contemplar las obras que dejaron en su trayectoria, se puede notar que estas "grandes" personalidades de la historiografía arquitectónica fueron particularmente sensibles al fenómeno lumínico, al cual estudiaron y observaron finamente.

La luz natural, transmitida al interior de los volúmenes arquitectónicos, a los espacios habitables, es la que nos permite ver y desarrollar nuestras actividades diurnas en ellos. Actualmente, este hecho ha cobrado especial interés debido al ahorro energético que puede representar utilizar más luz natural en vez de reemplazarla con luz eléctrica para la realización de tareas diurnas en los espacios intramuros. Por ejemplo, según estudios, edificios comerciales y de oficinas con horarios diurnos pueden ahorrar del 20% al 40%

en consumo de luz y refrigeración con el uso apropiado de luz natural en los interiores arquitectónicos.<sup>6</sup>

A raíz del interés por conocer los efectos de la luz natural en los seres humanos, se ha investigado ampliamente de qué forma respondemos a las diferentes calidades y cantidades de este estímulo lumínico. Los estudios muestran cómo privar a las personas del ciclo luminoso natural día-noche genera trastornos fisiológicos y psicológicos, y cómo el espectro completo y único de la luz natural propicia la salud y el bienestar humano.<sup>7</sup>

En este sentido recalcamos la importancia de considerar la luz natural del sitio en el proceso de diseño, pues enaltecería la arquitectura del objeto a través de la percepción visual del juego de luces y sombras en conjunto con sus tonalidades. Paralelamente, el uso adecuado de la luz natural en los interiores arquitectónicos podría significar un ahorro de energía, crear sensación de bienestar y propiciar la salud de las personas que habitan estos espacios.



Vitra Fire Station, Zaha Hadid. Weil am Rhein, Alemania, 1990-1993. Fotografías: Hélène Binet

### Luz natural

La variabilidad en el espacio y en el tiempo es la característica principal de la luz natural; está determinada por la ubicación en la Tierra y por la hora del día en el año. Se trata esencialmente de un fenómeno físico que presenta variaciones dependiendo de la localidad, el tiempo y las condiciones atmosféricas presentes. Por lo tanto, las características de la luz natural disponible de un sitio geográfico como la Ciudad de México varían de manera significativa en comparación a las de Oslo, por ejemplo. Es decir, un objeto y su espacialidad iluminada con el recurso natural serán únicos en cualquier momento y lugar.

La luz natural exterior disponible está definida, principalmente, por la luz solar directa y la luz difusa de la bóveda celeste. Si bien la posición del Sol es predecible gracias a cálculos geométricos, las condiciones de la atmósfera, en cambio, están sujetas a movimientos locales y regionales de masas de aire y al contenido y composición de esta capa gaseosa, lo cual resulta en los diferentes tipos de cielo que afectarán directa y constantemente la luz natural disponible en un sitio.

En consecuencia, la manera de incidir de la luz natural en el objeto arquitectónico lo ligará inequívocamente a su entorno; dado que quedará determinado por su emplazamiento y posición, es necesario que en la búsqueda de efectos deseados sea fundamental considerar las características de la luz natural del lugar que condicionarán la manera como el objeto será percibido y habitado.

### Luz natural y diseño

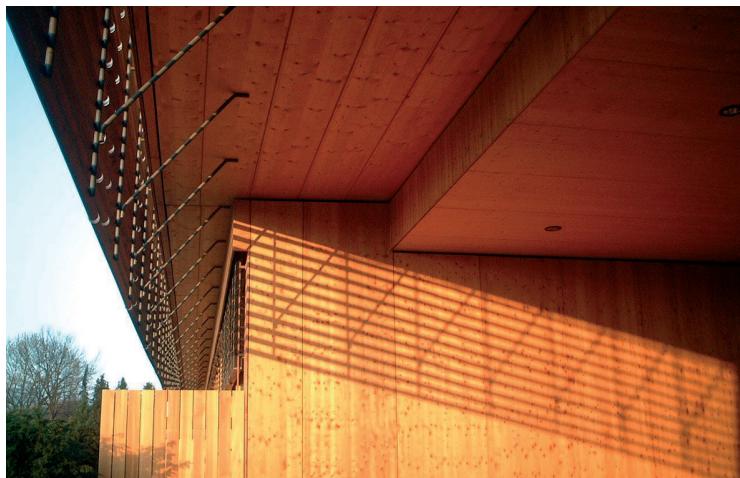
Hasta aquí hemos podido dirigir la atención hacia la importancia y la complejidad de la luz natural. Surge la inquietud de preguntarnos cómo desde el proceso de concepción del objeto arquitectónico es posible atender al conocimiento de la luz natural y acceder a él. Incluso se podría sugerir que los objetos arquitectónicos son susceptibles de afectarse desde su prefiguración, encaminados a resolverse coherentemente en relación con las condiciones luminosas naturales del lugar. Para ello es importante saber que los componentes de diseño de luz natural con los que puede trabajar un diseñador arquitectónico se dividen inicialmente en dos grupos: los componentes de conducción y los componentes de transmisión; ambos pueden combinarse en un mismo diseño.<sup>8</sup>



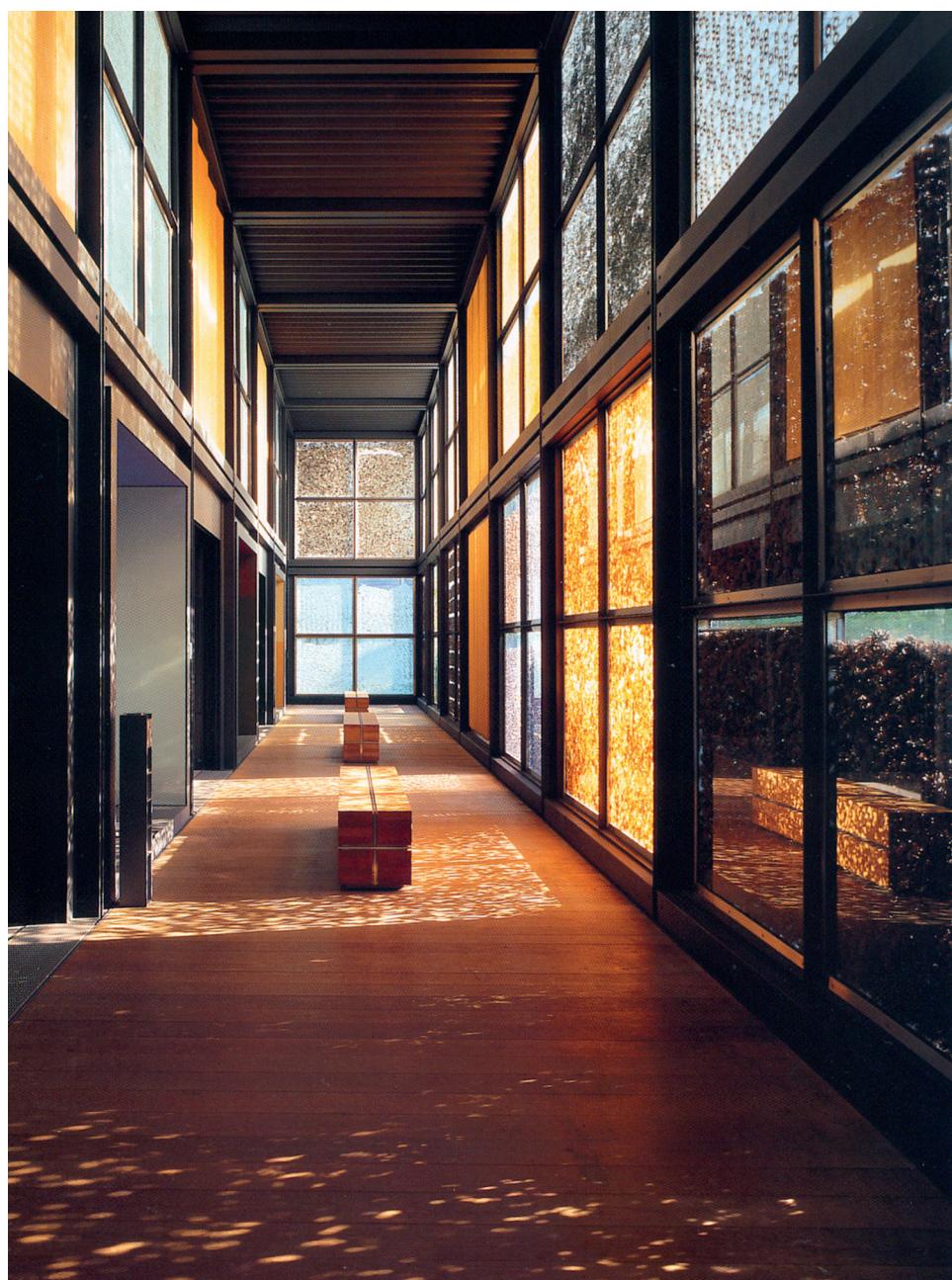
Kunsthaus Bregenz, Peter Zumthor, Bregenz, Austria, 1997. Fotografía: Hélène Binet



Maria-Montessori-Schule, E. Kasper y K. Klever. Aachen, Alemania. 2003. Fotografías: Cecilia Guadarrama G.



Christus-Pavillon, Herzog y De Meuron. Volkenroda, Alemania. 2001. Tomado de Henry Plummer, *Natürliches Licht in der Architektur*, Niggli, 2009



Christus-Pavillon, Herzog y De Meuron. Volkenroda, Alemania. 2001.  
Tomado de Henry Plummer, *Natürliches Licht in der Architektur*, Niggli, 2009

El primer grupo –el de los componentes de conducción– se refiere a espacios que guían y distribuyen la luz natural a los interiores a través de su disposición en una edificación. Puede tratarse de, por ejemplo, una zona perimetral, como la de un pórtico; o, en otro caso, de un espacio interior, como un patio. Mientras que éstos guían y distribuyen la luz natural al interior de los espacios adyacentes, los componentes de transmisión –el segundo grupo– relacionan dos ambientes lumínicos, permitiendo que la luz pase de uno a otro. En general, dentro de este grupo se pueden identificar tres tipos de componentes: laterales, cenitales y globales. Los laterales se sitúan en la envolvente vertical; los cenitales, en los techos de las edificaciones; los globales son una parte o el total de la envolvente que permite la incidencia lateral y cenital de la luz a los interiores. Para este conjunto de soluciones existen diversos elementos de control lumínico, tales como pantallas rígidas o flexibles, superficies separadoras, filtros y obstructores solares, por mencionar sólo los principales.

El componente básico del diseño con luz natural es la ventana. Ésta es una apertura en la envolvente vertical de la edificación, la cual permite una interacción entre el interior y el exterior. La ventana propicia un intercambio luminoso, térmico y acústico, así como ventilación natural y vistas del interior al exterior y viceversa. El diseño de una ventana, el cual contempla tipo, forma, posición y orientación, entre otros, compromete el intercambio de todos los aspectos antes mencionados. La importancia de la ventana respecto a introducir luz natural a un espacio intramuros está ligada a la función de permitir vistas al exterior, lo



Edificio Habitacional. Frank O. Ghery. Düsseldorf, Alemania.  
1998-1999. Fotografía: Cecilia Guadarrama G.

cual nos proporciona información del lugar, como la hora y el día del año, lo que al mismo tiempo provee sentido de orientación y, por consiguiente, sensación de bienestar.<sup>9</sup>

La luz natural que llega a nuestros ojos cuando miramos a través de una ventana proviene de diferentes puntos. Parte de la luz incidente proviene de la bóveda celeste y, en momentos, directamente del Sol, aunque también buena parte de esta luz ha sido reflejada por superficies exteriores, como edificios enfrentados y el suelo. Esto constituye un campo de luz que varía continuamente en intensidad y tonalidad, lo cual lo convierte en un elemento fundamental en tanto que nos proporciona conciencia del mundo exterior. A través de este cambio de patrones lumínicos, sabremos si se trata de un día soleado o de uno nublado y lluvioso; incluso, gracias a la variación llegamos a percibir de manera sensible la hora del día y las estaciones del año.

Todo lo cual obliga al diseñador arquitectónico a considerar necesario que los usuarios de un espacio interior aprecien la variabilidad de la luz natural. Al tomar en cuenta las condiciones recién mencionadas, así como las diferentes maneras de atenderlas desde el proyecto, la labor del diseño arquitectónico claramente representa una función integradora.

#### Luz natural, salud y ahorro energético

Se entiende que el ser humano segregá, gracias al ciclo día-noche, hormonas que mantienen en equilibrio al organismo. Si este ciclo se altera, por ejemplo, alargando el periodo luminoso natural mediante el uso excesivo de la luz eléctrica por las noches o disminuyendo el flujo luminoso na-

tural requerido por el día –sustituyéndolo por luz eléctrica–, provoca desajustes en la salud y en el bienestar psicológico de las personas. Asimismo, se han realizado varias investigaciones referentes a la influencia positiva que tiene la luz natural en el individuo, las cuales han mostrado cómo crea sensación de bienestar y genera mejor desempeño laboral y escolar y, en el caso de enfermos, cómo acelera el proceso de recuperación.<sup>10</sup>

La luz natural, en general, y la luz solar, en particular, son vitales para la vida en el planeta; no es difícil imaginar que su ausencia favorezca la propagación de enfermedades. Por ello, es importante señalar que existen funciones fisiológicas y psicológicas fundamentales coordinadas por ciclos que están íntimamente asociados con la luz natural, los cuales son cruciales para la vida de células, plantas, animales y seres humanos. Es así que se ha observado que, ante la ausencia de luz natural, los seres humanos, las plantas y otros animales desarrollan comportamientos anormales y enfermedades derivados de la perturbación del ciclo diurno.<sup>11</sup>

A pesar de ello, son visibles los esfuerzos –de hace un tiempo y actuales– dirigidos hacia el ahorro energético impulsado por la tecnología, los cuales se apoyan en la mejora de la óptica y eficiencia energética de sistemas lumínicos eléctricos, en lugar de aprovechar las fuentes renovables, como la luz natural, durante el día. Lo ideal, y no imposible, sería impulsar y fusionar ambas tendencias para el beneficio del usuario.

#### Luz natural y normatividad

Hasta la fecha los organismos reguladores en la materia no han generado criterios de luz natural

exitosos. Se requiere de dichos criterios dado que se desea y recomienda que sirvan para determinar y exigir la cantidad de luz natural necesaria por cierta duración dentro de las edificaciones.

Para el Dr. Mohamed Boubekri,<sup>12</sup> las normas existentes están destinadas a determinar valores de la luz estática, específicamente de la luz eléctrica, y advierte que no se hace referencia explícita a las situaciones de la luz natural, las cuales son por naturaleza dinámicas, cambiantes según el espacio y tiempo, por lo que no se puede depender completamente de sus valores para realizar tareas visuales. Por ello, este investigador sugiere que si las normas sobre la luz natural deben legislarse, sería necesario prescribir una cantidad mínima de iluminación –como es el caso en la normativa de los niveles de luz eléctrica– y establecer la duración de estos niveles. La dificultad de legislar sobre este tipo de luz radica en la poca estabilidad de los valores de la fuente natural, como indica Boubekri, lo cual es una razón para no tomarla en cuenta, aun cuando es superior en calidad a la artificial, pues se necesitan niveles estables y estáticos de luz en un interior para desarrollar una actividad en específico.

Un simple vistazo a la legislación, relativa a la luz natural, nos muestra cómo varía de un país a otro. No obstante se observan tres claras tendencias.<sup>13</sup> La primera –tal vez la más pragmática– aspira a garantizar el acceso a la luz solar durante un período de tiempo predeterminado a las edificaciones y a sus ocupantes, mediante el establecimiento de normas que regulen la altura de los edificios y la distancia entre ellos. La segunda línea de legislación consiste en la exigencia de ventanas y su dimensionamiento respecto al área del recinto

Iglesia de la luz, Tadao Ando. Osaka, Japón, 1989



o de la pared que las aloja. Por último, la tercera tendencia clara indica la cantidad de iluminación con la que se debe contar en un espacio interior.

Los derechos solares en Estados Unidos son usualmente protegidos por la doctrina de las "luces antiguas" (*Ancient Lights*) que emanaba de la Orden del Acta de 1832, una ley británica que impide a un propietario obstaculizar la luz del Sol de otro propietario colindante.<sup>14</sup> Es así como en nuestro país vecino se aplica una ley –aunque suena más a criterio o sentido rupestre– en la que si un propietario que ha ganado el derecho a las "luces antiguas" se ve afectado por la construcción del predio colindante, en cuanto a la obstrucción de la luz solar, el primero está amparado por el derecho para poder demandar al segundo en virtud de una cláusula relativa a las "molestias" causadas.

En la situación local, se puede observar que la presión ejercida por intereses privados de especulación inmobiliaria sobre el gobierno actual en la Ciudad de México ha modificado el uso de suelo para zonas que históricamente habían sido destinadas a vivienda de baja densidad, y sobre todo de baja altura. Mediante esa arbitrariedad, tan característica de los desarrolladores, se ha modificado el perfil urbano y provocado grandes sombras que limitan el acceso a la luz solar del resto de los ciudadanos.

Aún más sorprendente es que el Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal, a través de sus actualizaciones, ha ido eliminando artículos que se referían al derecho al sol, hasta llegar al punto en que no se le da importancia a que un edificio arroje sombra sobre otro, imposibilitando el acceso de horas de sol al día, indispensable para el bienestar de los ocupantes de la edificación. Asimismo, llama la atención que en la más reciente actualización del Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal no se mencione nada relativo a las edificaciones enfrentadas, ni en lo referente a la manipulación de la luz natural por la altura o los materiales –con la única excepción del artículo 122, donde se limita el uso del vidrio espejo–. Por lo tanto que-

dan fuera de la discusión y la legislación puntos que nos parecen importantes, tales como el ángulo máximo de obstrucción que pueden tener las edificaciones con respecto a los volúmenes enfrentados para la obtención de la luz natural, en relación con la orientación; y, por ende, la luz natural incidente en la fachada y su aprovechamiento a través de ventanas al interior de los inmuebles que conforman la ciudad.

A partir de estudios realizados fuera de nuestro país, se han determinado criterios y parámetros que definen las condiciones mínimas aceptables para una ventana. Por ejemplo, se determina que para un cuarto habitable de una vivienda en Inglaterra –entiéndase cocina, estancia, dormitorios y comedor– será indispensable contar con una ventana de al menos un metro cuadrado que reciba luz directa del Sol durante media hora al día, en el período comprendido entre el primer día de noviembre y el último día de enero.<sup>15</sup> Vale la pena advertir que la gran mayoría de estos estudios se han realizado en latitudes más norteamericanas que nuestro punto geográfico, por lo cual es complicado confiar plenamente en estos criterios para garantizar la adecuada iluminación natural en un espacio interior ubicado en nuestro país. De ahí que en la UNAM se estén realizando mediciones de la disponibilidad de luz natural del cielo de la Ciudad de México en un período significativo de tiempo, con la finalidad de hacer investigación en este campo y obtener datos con los cuales determinar estrategias de diseño relacionadas a las necesidades y requerimientos específicos en este sitio.<sup>16</sup>

Ya sea por necesidad de protección al medio ambiente o por una nueva conceptualización, el interés de recurrir a la luz natural quizás signifique una vuelta a las raíces de la disciplina arquitectónica al momento previo de la industrialización del mundo, pero con los avances científicos y tecnológicos de hoy. Aun cuando siempre ha jugado un rol dominante, desde mostrar los atributos de la edificación y crear una atmósfera hasta proveer a los usuarios confort visual e iluminación funcional, lo cierto es que la luz natural es un reino recientemente redescubierto en el mundo de lo arquitectónico.

Este ímpetu es resultado de la crisis en los precios de los energéticos y de la "nueva" conciencia sobre el impacto negativo al medio ambiente provocado por la producción de energía a escala global. Una parte importante del consumo de ésta se utiliza en la iluminación artificial en un edificio para uso no doméstico, además de que el excedente de calor producido por los luminarios comúnmente exige tener que recurrir a sistemas de aire acondicionado para su enfriamiento.

Los beneficios de recurrir a esta inagotable fuente tal vez se limitan a resaltar los elementos de un edificio, a un confort visual, en suma, a una iluminación funcional. Empero, a través de los componentes de transmisión, las aperturas permiten vistas al exterior que redundan en beneficios psicológicos y en la salud del usuario, quien así incrementa su productividad. Pero dentro de un mundo tan homogeneizado, la luz natural se convierte en el recurso fundamental que refiere al sitio de emplazamiento. No menos estimable es que el recurrir a ella implica una postura de uso eficiente de la energía, pues en tanto se reduzca el consumo de energía eléctrica, menor impacto padecerá el medio ambiente.

### Notas

1. Ana María Cetto, *La luz: en la naturaleza y en el laboratorio*, 2<sup>a</sup> ed. (México: Fondo de Cultura Económica, 2012), 17, 92 y 120.
2. Giovanni Sartori, *Homo videns: la sociedad teledirigida* (Buenos Aires: Taurus, 1998), 26 y 27.
3. Guido Gómez De Silva, *Breve diccionario etimológico de la lengua española* (México: Colegio de México y Fondo de Cultura Económica, 1998), 279.
4. Teresa Ayllón, *Elementos de meteorología y climatología*, 3<sup>a</sup> ed. (México: Trillas, 2013), 33 y 34.
5. Henry Plummer, *The Architecture of Natural Light*, (Londres: Thames & Hudson, 2009), 10.
6. Tariq Muneer, *Solar Radiation and Daylighting Models*, 2<sup>a</sup> ed. (Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2004), xxxv.
7. Mohamed Boubekri, *Daylighting, Architecture and Health: Building Design Strategies* (Oxford: Architectural Press, 2008), 6, 78-80.
8. Nick Baker, Aldo Fanchiotti y Koen Steemers, eds., *Daylighting in Architecture: A European Reference Book* (Londres: Earthscan, 2010), 1-6.
9. Peter Boyce, Claudia Hunter y Owen Howlett, "The Benefits of Daylighting through Windows" (Troy, Nueva York: Rensselaer Polytechnic Institute, Lighting Research Center, 2003). [http://www.lrc.rpi.edu/programs/daylighting/pdf/DaylightBenefits.pdf] [verificado el 20 de noviembre de 2014].
10. Mohamed Boubekri, *Daylighting, Architecture and Health*, 101-9.
11. Mohamed Boubekri, *Daylighting, Architecture and Health*, 2.
12. Profesor asociado de la Illinois School of Architecture, quien a través de su libro *Daylighting, Architecture and Health: Building Design Strategies*, expone la interacción de la luz natural con las edificaciones, principalmente orientado hacia la salud humana y el análisis de la normativa.
13. Mohamed Boubekri, *Daylighting, Architecture and Health*, 41-52.
14. Mohamed Boubekri, *Daylighting, Architecture and Health*, 42-43.
15. Peter Tregenza y Michael Wilson, *Daylighting: Architecture and Lighting Design* (Abingdon, Oxon: Routledge, 2011), 122.
16. Estas investigaciones las realiza el Posgrado de Arquitectura en colaboración con el Observatorio de Radiación Solar del Instituto de Geofísica.

### Referencias

- Ander, Gregg. *Daylighting: Performance and Design*. 2<sup>a</sup> ed. Nueva Jersey: John Wiley and Sons, 2003.
- Ayllón, Teresa. *Elementos de meteorología y climatología*. 3.<sup>a</sup> ed. México: Trillas, 2013.
- Baker, Nick, Aldo Fanchiotti y Koen Steemers, eds. *Daylighting in Architecture: A European Reference Book*. Londres: Earthscan, 2010.
- Boubekri, Mohamed. *Daylighting, Architecture and Health: Building Design Strategies*. Oxford: Architectural Press, 2008.
- Boyce, Peter, Claudia Hunter y Owen Howlett. "The Benefits of Daylighting through Windows". Troy, Nueva York: Rensselaer Polytechnic Institute, Lighting Research Center, 2003. [http://www.lrc.rpi.edu/programs/daylighting/pdf/DaylightBenefits.pdf]
- Cetto, Ana María. *La luz: en la naturaleza y en el laboratorio*. 2<sup>a</sup> ed. México: Fondo de Cultura Económica, 2012.
- Chaiwiwatworakul, Pipat. *Daylighting in the Tropics: Daylight Availability, Sky Luminance Distribution, Daylight Application with Automated Blind*. Sarrebruck: Lambert Academic, 2011.
- Evans, Benjamin. *Daylighting in Architecture*. Nueva York: McGraw-Hill, 1981.
- Garduño, René. *El veleido clima*. Colección La Ciencia para Todos, 127. México: Fondo de Cultura Económica, 2004.
- Gómez De Silva, Guido. *Breve diccionario etimológico de la lengua española*. México: Colegio de México y Fondo de Cultura Económica, 1998.
- Hopkinson, Ralph, P. Petherbridge y James Longmore. *Daylighting*. Londres: Heinemann, 1966.
- IES, Illuminating Engineering Society, The IESNA Daylighting Committee. *Recommended Practice of Daylighting*. Nueva York: IES, 1999.
- Kittler, Richard, Miroslav Kocifaj y Stanislav Darula. *Daylight Science and Daylighting Technology*. Nueva York: Springer, 2011.
- Köster, Helmut. *Dynamic Daylighting Architecture, Basics, Systems, Projects*. Basilea: Birkhäuser, 2004.
- Lam, William. *Perception and Lighting as Formgivers for Architecture*. Nueva York: Van Nostrand Reinhold, 1992. \_\_\_\_\_ *Sunlight as Formgiver for Architecture*. Nueva York: Van Nostrand Reinhold, 1986.
- Lynes, J.A. *Principles of Natural Lighting*. Essex: Elsevier, 1968.
- Moore, Fuller. *Concepts and Practice of Architectural Daylighting*. Nueva York: Van Nostrand Reinhold, 1991.
- Muneer, Tariq. *Solar Radiation and Daylighting Models*. 2<sup>a</sup> ed. Oxford: Elsevier Butterworth-Heinemann, 2004.
- Phillips, Derek. *Daylighting: Natural Light in Architecture*. Oxford: Architectural Press, 2004.
- Plummer, Henry. *The Architecture of Natural Light*. Londres: Thames & Hudson, 2009.
- Sartori, Giovanni. *Homo videns: la sociedad teledirigida*. Buenos Aires: Taurus, 1998
- Tregenza, Peter y David Loe. *The Design of Lighting*. Londres: Spon Press, 2004.
- Tregenza, Peter y Michael Wilson. *Daylighting: Architecture and Lighting Design*. Abingdon, Oxon: Routledge, 2011.

Cecilia Guadarrama Gándara

Maestra en Arquitectura

Especialización en Diseño de Iluminación

Arquitectónica

Programa único de especializaciones en arquitectura

Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional

Autónoma de México

 ceciliaguadarrama@me.com

Daniel Bronfman Rubli

Arquitecto

Profesor de Teoría de la arquitectura y Taller de proyectos

Facultad de Arquitectura, Universidad Nacional

Autónoma de México

 dbronfman@prodigy.net.mx