

Paper

El diseño eficiente de la iluminación natural en vivienda. Aportes desde la didáctica del proyecto

Miguel, Sebastián Alfredo; Avalos Ambroggio, Ana Sofía
sebastianmiguel.sm@gmail.com; sofia.avalos@unc.edu.ar

Universidad Católica de Salta. Facultad de Arquitectura y
Urbanismo. Instituto de Sustentabilidad Energética y Diseño
Bioambiental. Salta, Argentina.

Línea temática 2. Escalas, proyectos y propuestas

Palabras clave

Diseño, Iluminación, Natural, Vivienda, Proyecto.

Resumen

La iluminación natural en arquitectura es utilizada desde comienzos de la civilización hasta nuestros días. Tiene efectos en las actividades humanas y el comportamiento de las personas. El estudio y la manera de proyectar edificios de vivienda utilizando iluminación natural se encuentra en debate: Algunas de las preguntas referidas al diseño arquitectónico en donde se utiliza el recurso de la luz solar están referidas a la cantidad de luz que incide en el edificio y que efectos se producen en el espacio interior. Esto conduce a otros interrogantes sobre la materialización de los dispositivos y sistemas constructivos para lograr el ingreso controlado de la luz natural. Por otra parte, nos cuestionamos en este trabajo cuál debe ser el abordaje de las metodologías de enseñanza en los talleres de diseño sobre el manejo e incidencia de la luz natural en el proyecto de viviendas. Se propone para ello una revisión de los aspectos fenomenológicos sobre el uso de la iluminación natural en los procesos de

diseño a través de algunos autores. Por otra parte, se realiza una clasificación integral de los tipos de iluminación natural en vivienda, tomando algunas clasificaciones existentes, adaptadas a las necesidades fisiológicas y de confort, enfocadas al programa de vivienda contemporánea. Finalmente, se realiza una experiencia proyectual en el taller de arquitectura con alumnos de 3º, 4º y 5º año de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Católica de Salta en donde se trabaja en una propuesta didáctica sobre la incorporación de diferentes sistemas de iluminación natural que califican un espacio interior determinado. Este trabajo tiene como resultado la indagación proyectual y conceptual que permite al estudiante adquirir herramientas y destrezas proyectuales a partir de la incorporación de conceptos teóricos y exploraciones prácticas en el campo de la enseñanza del diseño.

Introducción

El diseño arquitectónico de espacios y edificios ha sido siempre el responsable de proveer iluminación natural eficiente. En la antigüedad era la única fuente disponible y segura (además del fuego) y se debía considerar la manera de distribuirla en cantidad suficiente para poder realizar actividades y proteger a los ocupantes de las condiciones del clima.

La luz natural que ingresa por las aberturas del edificio es imprescindible para que se desarrolle la vida y actividades cotidianas e influye en el estado de ánimo de las personas y el confort visual. Por otra parte, se pueden utilizar las ganancias solares para calefacción y contribuir al ahorro energético reduciendo el consumo para acondicionamiento térmico e iluminación artificial. Además, también se debe tener en cuenta el control del ingreso excesivo de radiación que puede ser perjudicial por el excedente de cargas térmicas.

La iluminación natural juega un papel fundamental al momento de diseñar un edificio a través de factores como la implantación, orientación de locales, forma de las envolventes, tamaño, tipo y forma de las aberturas, tipos de materiales utilizados (tanto en las aberturas como en los interiores de los edificios) y las protecciones solares, entre otros

Para Campo Baeza (2000) la luz constituye un material moderno. Es materia que puede medirse, cuantificarse como algo concreto, preciso y continuo. Sin embargo, indica que los arquitectos, en general, ignoran estas posibilidades y deberían “llevar siempre consigo la brújula y un fotómetro” para verificar con la primera la dirección y la inclinación de la luz que podría ingresar a un edificio y para determinar la cantidad de luz el segundo. Por lo tanto, Campo Baeza

define a la luz como el material más antiguo, eterno y universal, con el que es posible construir y crear espacios. Por otra parte, afirma que, es posible cuantificar y cualificar la luz: a través de estudios, ya sea con modelos a escala, softwares u otros equipos, pero finalmente la definición, el diseño y su utilización está en función del ser humano. La luz también constituye el tiempo (Campo Baeza, 1999) que permite las transformaciones de los edificios a través de su incidencia en los distintos momentos del día y de los meses del año.

Materiales y métodos

Desde el siglo XX la utilización de la luz natural en el ejercicio profesional y el desarrollo científico en la iluminación natural han tenido rumbos paralelos y desligados (Esquivias Fernández, 2017). Por un lado, los proyectistas siguen procesos intuitivos y vinculados al hecho creativo que luego materializan en sus obras con las tecnologías disponibles de acuerdo a los recursos tanto físicos, técnicos, como económicos. Por otra parte, se han desarrollado indicadores, se han definido modelos y se han utilizado métodos de cálculo sobre la iluminación natural y sus efectos tanto lumínicos como térmicos.

Por consiguiente, es posible establecer una discusión que considera que el uso de la iluminación natural en arquitectura sea más un arte que una ciencia, donde intervienen en mayor medida la intuición y experiencias previas y no tanto los indicadores científicos y objetivos de las condiciones de iluminación natural, el asoleamiento y sus efectos en el interior de los edificios.

Sin embargo, en la actualidad, estos estudios científicos permiten realizar análisis, verificaciones, mediciones y ajustes tanto en instancias del proceso proyectual como en la obra ejecutada a partir de metodologías de cálculo, simulación y auditoría, de uso común en el sector.

Los criterios de eficiencia energética (EE) y el cambio climático (CC) también plantean la revisión de los modelos de estudio y la aplicación en el campo de la iluminación natural. Mejorar las condiciones de confort de las personas, su hábitat y reducir los consumos energéticos son hoy en día un desafío que tanto el contexto nacional e internacional, como las nuevas generaciones de profesionales y comitentes, demandan.

Es por ello, que los efectos de la radiación solar global tienen impactos en las decisiones proyectuales del manejo de la iluminación natural. Estos efectos repercuten tanto en las componentes lumínicas como las térmicas. De este modo entran en juego en los procesos proyectuales, no solamente los efectos e intenciones del manejo de la luz natural, sino también las necesidades de control. En el caso de las tipologías de vivienda, se deben tener en cuenta el tipo de actividad que se realiza en cada uno de los espacios: estos necesitan un tipo y calidad especial de luz que califica a los espacios (áreas sociales, áreas privadas, áreas de servicio y espacios intermedios, entre otros)

A partir de estas observaciones, se desprende la siguiente metodología de trabajo.

1-Revisión de los enfoques de diferentes autores sobre los aspectos fenomenológicos del uso de la iluminación natural en la arquitectura.

Se realiza una selección de diferentes definiciones y opiniones sobre el estudio, incidencia e interpretaciones del uso de la luz natural en arquitectura.

2-Clasificación integral de los tipos de iluminación natural en vivienda

Se relevan algunas clasificaciones sobre los tipos de iluminación natural en arquitectura de acuerdo a la ubicación en el elemento de diseño, el tipo de luz. Se consideran algunos estándares definidos en normativas, que permiten resolver las necesidades fisiológicas y de confort de los usuarios.

3) Experiencia proyectual en el taller de arquitectura de grado sobre la incorporación de diferentes sistemas de iluminación natural que califican un espacio interior abstracto.

El trabajo se realiza con alumnos de 3º, 4º y 5º año del Taller de la Comisión IV-Cátedra Miguel¹ de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Católica de Salta en donde se trabaja en una propuesta didáctica sobre la incorporación de diferentes sistemas de iluminación natural que califican un espacio interior determinado.

Las pautas del trabajo proyectual realizado son las siguientes:

1-Exploración de los efectos de la luz natural en espacios interiores abstractos a partir de operaciones realizadas en las envolventes de un cubo de 30x30x30 cm materializado en *foam board* blanco.

2-Estudio de manera práctica los mecanismos y operaciones que se deben realizar para incorporar luz natural generando un efecto deseado que no provoque deslumbramiento en un espacio interior abstracto a través de operaciones sobre el modelo físico de la maqueta y la exposición a la luz natural.

3-Registro mediante fotografías de los efectos logrados y mediante dibujos en corte indicar las operaciones realizadas en las envolventes de la maqueta para evidenciar la relación entre las aberturas realizadas y los efectos de iluminación que se producen.

4-Encuesta semi estructurada a los participantes de la experiencia realizada y sus resultados. Parte 1: 4 preguntas con una puntuación de valoración entre 1 (sin valoración o no calificado) y 10 (altamente valorado o calificado)

1-Qué conocimientos previos y manejo de la iluminación natural en el proyecto de arquitectura tenía el alumno antes de esta ejercitación.

2-Qué conocimientos y manejo de la iluminación natural en el proyecto de arquitectura considera tener el alumno una vez realizada esta ejercitación.

¹ Equipo docente que participó de la actividad durante marzo de 2024: Arq. Sebastián Miguel, Arq. Ezequiel Pistone, Arq. Agustín Bernasconi, Arq. Agustín Madeo y Arq. Solana Islas Abdenur.

3-Qué importancia le otorga a la iluminación natural en el edificio que vive o visita.

4-Qué importancia tiene en el diseño de arquitectura la iluminación natural.

Parte 2: Se solicitó a los estudiantes que definieran con palabras con qué otros elementos del diseño se ponen en diálogo el diseño de la iluminación natural en un edificio.

Resultados

1-Revisión de los enfoques de diferentes autores sobre los aspectos fenomenológicos del uso de la iluminación natural en la arquitectura.

Vladimiro Acosta (1979) quien desarrolló la mayor parte de su carrera profesional durante la posguerra, encuentra en la vivienda contemporánea un fenómeno biológico que depende de factores técnicos y económicos. Por lo tanto, plantea que el arquitecto debe considerar los aspectos de la biología y la higiene para realizar prácticas proyectuales. Para eso debe tener conocimientos sobre los fenómenos geo-meteorológicos que consideran las particularidades del clima y cuáles son las influencias de estas características sobre las personas. Por otra parte, plantea en sus escritos de qué manera los profesionales pueden colaborar desde el diseño de sistemas y tecnologías que permitan realizar aportes a la industria y a la estandarización de soluciones que se puedan materializar de manera eficiente y sean aprovechadas para resolver los factores biológicos y sociales de los usuarios.

Acosta desarrolló un modelo proyectual sobre la tipología de vivienda denominado “viviendas helios” en donde utiliza los recursos de cálculos geométricos y matemáticos para analizar las trayectorias solares que inciden en sus edificios, ubicados en diferentes latitudes de Latinoamérica. Esto le permite modelar las formas y componentes de las viviendas, proponer materiales a utilizar y definir la expresión de sus edificios en donde, por lo general, cada parte componente de sus envolventes cumple una función determinada en relación al programa de la vivienda.

Sin dudas, Acosta, influenciado por el modernismo europeo ha analizado la obra y teoría de Le Corbusier quien introduce los 5 puntos de la arquitectura (*Les cinq Points d'une architecture Nouvelle*, 1926). Explica que es posible el diseño libre de la fachada a partir de separar el exterior del edificio de su función estructural. La fachada puede materializarse con un cerramiento independiente a las necesidades estructurales y pueden, por lo tanto, practicarse aberturas de acuerdo a las necesidades de las funciones interiores y compositivas.

Esto llevó también a definir otro de los cinco puntos que es la posibilidad de contar con aventamientos horizontales. De este modo se permite “el ingreso copioso de la luz y el aire”. En su obra “Tres advertencias a los señores arquitectos” (Le Corbusier, 1923) plantea en la advertencia I: los volúmenes.

Define a la arquitectura como “el juego sabio, correcto y magnífico bajo la luz. Nuestros ojos están hechos para ver las formas bajo la luz: las sombras y los claros revelan las formas” (pp.16) En su Advertencia 2: las superficies. Retoma lo indicado anteriormente y como consecuencia define que “Dejar a un volumen el esplendor de su forma bajo la luz, pero, por otra parte, dar a la superficie misiones con frecuencia utilitarias, significa obligarse a hallar en la división impuesta de la superficie, las *acusatrices*, las *generatrices* de la forma. Dicho de otro modo, una arquitectura es una casa, un templo, o una fábrica. La superficie del templo o de la fábrica es, la mayoría de las veces, un muro agujereado por puertas y ventanas” (pp. 25)

Para Louis I. Kahn la luz en la arquitectura representa la energía de lo real. En este sentido y con una visión más metafísica, propone una relación entre el silencio de lo ideal y la iluminación real y concreta de los espacios. El modo que Kahn había encontrado para iluminar sus obras era a través de los elementos estructurales y de cerramiento por medio de ranuras cenitales, aberturas laterales o planos horadados (Ribagorda Peytavi, 2017)

En la misma dirección de pensamiento Peter Zumthor (2006) nos plantea desde el análisis de su propia obra arquitectónica la necesidad de buscar una atmósfera de los espacios que parte de indagar en las profundidades de la sensibilidad emocional. Pone en valor al sujeto que experimenta sensaciones de entendimiento o rechazo casi inmediatos cuando percibe y vivencia un espacio.

“En lo que se refiere a la luz, natural y artificial, debo confesar que la natural, la luz sobre las cosas, me emociona a veces de tal manera que hasta creo percibir algo espiritual” (pp.61)

Zumthor tiene un manejo especial de los materiales y el uso de la luz natural, entablando una relación bidireccional entre ellos para crear efectos y “atmósferas” particulares en sus obras. A partir de la observación del paisaje y el entorno, analiza el movimiento de la luz solar y sus efectos, que le permiten componer espacios y sensaciones en los interiores de los edificios.

Marcel Breuer (1956), con una amplia trayectoria en el diseño y construcción de viviendas en los Estados Unidos, plantea como uno de los principios básicos de su trabajo a la creatividad sobre el uso del sol y la sombra. Dicho de otro modo, el uso sutil de la luz con sus diferentes matices al igual que una paleta de tonos entre el blanco y el negro.

Steven Holl (1997) retoma el tema de la percepción y la define como un ejercicio cotidiano que permite vivenciar de manera integral los fenómenos de la vida a través de experiencias metafóricas del mundo. Dichas percepciones son diferentes a las del pensamiento racionalista y a la observación científica.

En una búsqueda mas allá de lo funcionalista e higienista, Holl plantea una evolución en contraste con los referentes de la arquitectura moderna ya citados e introduce la componente psicológica que tiene influencia en las calidades

lumínicas de los espacios: los contrastes entre las luces y sombras definiendo una metafísica de la luz.

En otro tipo de registro vinculado con los aspectos fenomenológicos de la percepción del mundo moderno Merleau-Ponty (1993) plantea:

“Las cualidades de la cosa, por ejemplo, su color, su dureza, su peso, nos dicen mucho más acerca de ella que sus propiedades geométricas. La mesa es y sigue siendo parda a través de todos los juegos de luz y todas las iluminaciones. ¿Qué es, pues, para empezar, este color real y como tenemos acceso al mismo? Uno sentirá la tentación de responder que es el color bajo el que veo la mesa con más frecuencia, el que toma bajo luz diurna, a corta distancia, en las condiciones “normales”, eso es, las más frecuentes. Cuando la distancia es demasiado grande, o la iluminación tiene un color propio, como en el ocaso o bajo la luz eléctrica, desplazo el color efectivo en beneficio de un color del recuerdo” (pp.318)

En este sentido expresa que las experiencias vividas a través de la comprensión de las espacialidades nos brindan registros en nuestra conciencia que son capaces de reelaborarse a través del tiempo. Sobre el fenómeno de los efectos de la luz, estas implicancias tienen una importancia fundamental, no solamente para definir los cuerpos y objetos en el espacio sino también las tonalidades, coloraciones y texturas.

Más adelante continua:

“Pero existen muchos más, de los que, durante mucho tiempo, los psicólogos no han hablado: el color de los cuerpos transparentes, que ocupa las tres dimensiones del espacio (*Raumfarbe*); el reflejo (*Glanz*); el color ardiente (*Gluhen*); el color radiante (*Leuchten*) y, en general, el color de la iluminación, el cual se confunde tan poco con el de la fuente luminosa, que el pintor puede representar el primero con la repartición de sombras y luces sobre los objetos sin representar el segundo.¹² El prejuicio está en creer que se trata de diferentes disposiciones” (pp.320)

Estas observaciones nos permiten entonces establecer calidades y tipos de iluminación en los espacios que estarán definidos por el recurso proyectual elaborado y que tienen acción directa, no solamente sobre el espacio sino además sobre la percepción que nosotros mismos tenemos.

2-Clasificación integral de los tipos de iluminación natural en vivienda

Partimos de la definición sobre la iluminación natural en arquitectura que es la acción controlada de incorporar luz natural a un espacio de uso. Dicho tipo de luz se compone fotométricamente de la luz directa que proviene del sol, la luz

difusa que proviene de la bóveda celeste y la luz reflejada o albedo². Para ello debe existir un adecuado diseño de las envolventes del edificio. Esto permite la incorporación de la cantidad de luz deseada y necesaria, teniendo en cuenta los efectos secundarios que se pueden producir como ser el deslumbramiento y el aumento de temperatura, entre otros. Por otra parte, los diferentes tipos e intensidades de luz natural deben posibilitar la realización de las actividades determinadas. Históricamente y hasta nuestros días el fenómeno de la luz natural se utiliza en términos estéticos y simbólicos. Por otra parte, ha representado y clasificado etapas de la historia de la arquitectura acompañada de los desarrollos tecnológicos de cada época: desarrollo de los materiales, los sistemas constructivos y los conceptos teóricos. También tiene efectos positivos en la salud tanto mental como física y es considerada como elemento vital de los ritmos circadianos³.

Por lo tanto, la integración de los factores que intervienen en el recurso de iluminación natural considera por un lado a la geometría de la trayectoria solar y sus condiciones de nubosidad. Por el otro, el nivel de iluminación, también llamado la iluminancia de diseño y la distribución de la luz en el interior de los espacios de la vivienda. A su vez, diremos que la iluminación interior de un local recibe una proporción de la luz exterior y se puede determinar el nivel de iluminación a través de un valor relativo denominado “coeficiente de luz diurna” (CLD). El mismo se define como la relación entre la iluminación total diurna en un punto determinado de un espacio interior, excluyendo a la luz solar directa y a la iluminación exterior simultánea sobre un plano horizontal iluminado por el total de la bóveda del cielo en condiciones cubierto (Gonzalo, 2003: 241)

Las Normas IRAM y otras normativas internacionales como las Illuminating Engineering Society (IES) establecen para vivienda ciertos valores mínimos necesarios de CLD y realizan algunas observaciones en relación a sus dimensiones (Tabla 1)

Tabla 1: Valores mínimos para CLD en locales de vivienda según Normas IRAM AADL J-20-02 y IES-1968

TIPO DE LOCAL	CLD MINIMO	OBSERVACIONES	CLD MINIMO	OBSERVACIONES
	% IRAM AADL J-20-02		% IES 1968	
ESTAR	2	Valores que deben medirse o verificarse sobre el plano útil a una distancia desde la abertura igual a la mitad de la profundidad del local	1	Al menos el 75% del local (aprox. 5,50 m ²)
COCINA	2		2	Al menos el 50% del local (aprox. 4,50 m ²)
DORMITORIO	1		0,5	Al menos el 75% del local (aprox. 5,50 m ²)

Fuente (Gonzalo 2003: 241-242)

² El albedo medio de la Tierra es aproximadamente 0.3. Este valor es adimensional y se mide en una escala de cero (correspondiente a un cuerpo negro que absorbe la totalidad de la radiación incidente) a uno (correspondiente a un cuerpo blanco que refleja toda la radiación incidente).

³ Desde el punto estrictamente biológico los ritmos circadianos, se refiere a oscilaciones de las variables biológicas en intervalos regulares de aproximadamente 24hs. La alteración en su secuencia u orden, tiene un efecto negativo a corto plazo y a mediano plazo pueden desencadenar desórdenes neurológicos y otros psiquiátricos.

Una clasificación posible está determinada por las condiciones de la iluminación natural de un espacio y dependen principalmente de tres factores: 1) Por dónde y de qué manera ingresa la luz; 2) La forma del espacio interior en todas sus dimensiones; 3) Las propiedades reflectivas de los materiales arquitectónicos que configuran el espacio interior.

Por otra parte, existen características variables que influyen en la manera de cómo el espacio y los objetos interactúan con la luz. Por lo tanto, existe una gran variedad y diversidad de espacios interiores iluminados naturalmente que surgen de las múltiples combinaciones que el proyectista puede elaborar.

Esto determina que la iluminación natural interior está caracterizada por tres tipos de situaciones que surgen de la anterior enumeración:

1- Las características de las aberturas o aventanamientos en donde se definen las orientaciones respecto a los puntos cardinales, la forma de las mismas, su ubicación con respecto al interior del local, el tipo y forma de materiales usados para las carpinterías, vidriados y protecciones solares, entre otros.

2- Las características propias del local a iluminar, donde se consideran sus dimensiones espaciales (largo, ancho y altura). También las cualidades materiales, constructivas y de color de las superficies internas.

3- Las características exteriores a los puntos de ingreso de la luz natural como ser vegetación, tipos y materializaciones de edificaciones cercanas u otros objetos particulares.

Sobre las orientaciones de las aberturas diremos que se encuentran en relación a las posibilidades de implantación del edificio que está condicionado por múltiples factores. Existen en general, orientaciones mas favorables para las aberturas como la norte y sur porque permiten controlar mejor los efectos directos de la radiación solar sin obstruir demasiado las visuales exteriores. Por el contrario, las orientaciones este y oeste no son tan recomendables debido a que los ángulos solares son mas bajos y deben ser controlados por sistemas enfrentados a las aberturas que en general tienen una alta obstrucción de visuales y de la bóveda celeste. (Esteves Miramont, 2017) (Gonzalo, 2003)

La manera en la que la luz natural ingresa en el espacio interior, está determinada por la relación espacial que existe entre la posición de la fuente lumínica que permite el ingreso de la luz exterior y la configuración espacial y material del local interior a iluminar. (Alonso Meneses Bedoya, 2015)

Esta relación puede ser directa: cuando las aberturas comunican directamente al espacio exterior dejando que el rayo lumínico penetre al interior, o indirecta: cuando ciertos dispositivos conducen la luz natural hasta el espacio que se pretende iluminar, entregando así una luz difusa que se genera a partir de sus rebotes tanto en los elementos exteriores como en los interiores.

Es por ello que la envolvente, también denominada piel del edificio es la responsable de que se produzca esta relación entre el interior y el exterior. Esto

determina que los muros y cubiertas sean los elementos arquitectónicos que permitan, a través de sus huecos y perforaciones, el ingreso de la luz solar al interior de los edificios.

Aquí se abre otra clasificación relacionada con la dirección de la luz que ingresa y está definida por 2 parámetros: El primero con la inclinación y orientación del rayo solar y demás efectos ya analizados que caracterizan la dirección de la fuente lumínica. El segundo está definido por la ubicación de la perforación de la envolvente. Esto define el ingreso de luz natural horizontal: si las aberturas se ubican en paredes, luz cenital o vertical si es a través de perforaciones en la cubierta como lucernarios u operaciones en las partes altas de los muros. Además, es posible combinar más de un efecto como ser la luz cenital y horizontal, por lo tanto, se genera un efecto lumínico mixto o diagonal. También si el tipo de luz que ingresa por las aberturas es del tipo directo o indirecto, aquí se pueden estudiar a su vez, múltiples variantes del tipo de reflejo o rebotes que la luz puede tener para iluminar los espacios.

Con otro enfoque complementario, la forma y ubicación de las aberturas se deben estudiar en relación al volumen del local a iluminar. El proyectista además debe considerar la función a desarrollar y de qué manera se utiliza (D'Alencon, 2008). En el caso de la vivienda existen locales con funciones de áreas de dormir y trabajo, espacios de estar o de servicio como cocinas y sanitarios que requieren un tipo de iluminación específico que también se encuentra condicionado por el equipamiento de dichos locales.

Para dar paso a la siguiente clasificación consideraremos a las aberturas o huecos realizados en un elemento constructivo opaco al que también se lo denomina ventana. De acuerdo a su proporción y ubicación se las puede clasificar del siguiente modo:

1-Ventana vertical: tiene una proporción mayor en altura con respecto a su ancho, lo que permiten mayor penetración de la luz solar hacia la profundidad del local,

2-Ventana longitudinal: tiene una proporción alargada. Pueden ubicarse en la parte media o alta del muro del local y esto permite generar una iluminación paralela a la pared que las contiene. Dependiendo de su altura, la iluminación será de mayor intensidad hacia el centro del local o hacia la dirección de la ventana.

3-Ventanas en paramentos opuestas: esta disposición permite una mejor distribución de la luz y disminuye el contraste de iluminancias dependiendo de la geometría y profundidad del local.

4-Ventanas cenitales: también denominados lucernarios. Se colocan en la parte alta de los locales, principalmente en las cubiertas. Presentan una iluminación uniforme para todo el local, pero deben tenerse reparos y consideraciones de control de la radiación solar excesiva sobre todo en climas cálidos donde deben diseñarse protecciones.

5-Sheds: Es una solución que combina la colocación de aberturas del tipo vertical con cubiertas con pendiente. La mejor orientación para su utilización es la sur (para el hemisferio sur). En el caso de la orientación norte, se requiere el estudio de protecciones solares del tipo aleros o celosías. Para las orientaciones este y oeste, debido a la acción perpendicular de la radiación solar, pueden provocar exceso de iluminación y deslumbramiento.

6-Atrios: también llamados pozos de luz. Es una solución para iluminar naturalmente la parte central de edificios con mucha profundidad en planta. La iluminación ingresa de manera cenital al interior del edificio y luego la misma se distribuye hacia el interior de los locales relacionados con este espacio central. Tiene los mismos requerimientos y condicionantes que las ventanas cenitales. La distribución de la luz natural no es uniforme, sobre todo puede presentar déficits en las áreas mas alejadas de la fuente lumínica y se debe tener en cuenta la proporción de la abertura del atrio (en planta) en relación con la profundidad (en corte).

Por otro lado, existen algunas soluciones arquitectónicas capaces de mejorar las condiciones del ingreso de la luz natural. Estos dispositivos tienen la capacidad de ser elementos reflejantes interiores y/o exteriores. Se los denomina estantes de luz o bandejas de luz. Son superficies reflectoras que permiten aumentar y potencial el ingreso y efecto de luz natural dentro de un local dirigiéndola por rebote hacia el cielorraso. Este dispositivo puede utilizarse tanto en el interior como en el exterior y permite además controlar el exceso de radiación solar directa. Mejora los niveles de iluminación e incrementa la uniformidad de la distribución de la luz natural. Pueden ser planos o curvos confeccionados en materiales reflejantes por lo general de colores claros.

Finalmente, es necesario controlar en muchas ocasiones el exceso de ingreso de radiación solar que puede ocasionar el sobrecalentamiento de los espacios interiores (sobre todo en latitudes de alta radiación y en períodos estivales). Por lo tanto, existen dispositivos que permiten el balance adecuado entre la iluminación natural necesaria y la obturación de dicha radiación. La Norma IRAM 11603 (1996) plantea una serie de recomendaciones para tener en cuenta en relación al asoleamiento, las protecciones solares y las orientaciones favorables y desfavorables para las diferentes regiones bioclimática sde la Argentina.

A través del estudio del asoleamiento en las diferentes latitudes, épocas del año y horas del día se podrán determinar las pautas y sistemas que mejor se adecuen al diseño. A partir de esto, surge una clasificación diversa (San Juan et al, 2013) que organiza grupos de sistemas de protección según: 1- el movimiento de los dispositivos, 2- la posición de los mismos con respecto a la envolvente del edificio, 3- si conforman un espacio intermedio y 4- si es parte de la propia envolvente. A continuación se sintetizan los tipos de elementos que corresponden a cada sistema (Cuadro 1)

Cuadro 1: Clasificación de protecciones solares

TIPO DE PROTECCION		
MOVIMIENTO	FIJAS	SEPARADAS DEL EDIFICIO
		JUNTAS A LA ABERTURA
		ELEMENTOS TRASLUCIDOS
	MOVILES	DESPLAZAMIENTO LATERAL
		DESPLAZAMIENTO VERTICAL
		ORIENTABLES
POSICION	PARTE DEL VOLUMEN ARQUITECTONICO	
	ADOSADO AL VOLUMEN ARQUITECTONICO	
	EN EL DISEÑO DE LA ENVOLVENTE O PIEL	
	INTERIORES Y EXTERIORES	
ESPACIOS INTERMEDIOS	GALERIA	BALCON
	PERGOLA	VOLUMEN PROPIO EDIFICIO
	ELEMENTO NATURAL CERCANO A LA ENVOLVENTE	
	PARASOL	VOLADIZO Y ALERO
PROPIA DE LA ENVOLVENTE HABITABLE	TOLDO	TECHO DE SOMBRA
	CORTINA	PANTALLAS
	CRISTALES	HOLOGRAFIAS
	PERSIANAS, CELOSIAS, TREILLAGES	
	ORADACIONES O MUROS CONFORMADOS	
	ELEMENTO NATURAL ADOSADO A LA ENVOLVENTE	

Elaboración propia en base a clasificación de (San Juan et al, 2013)

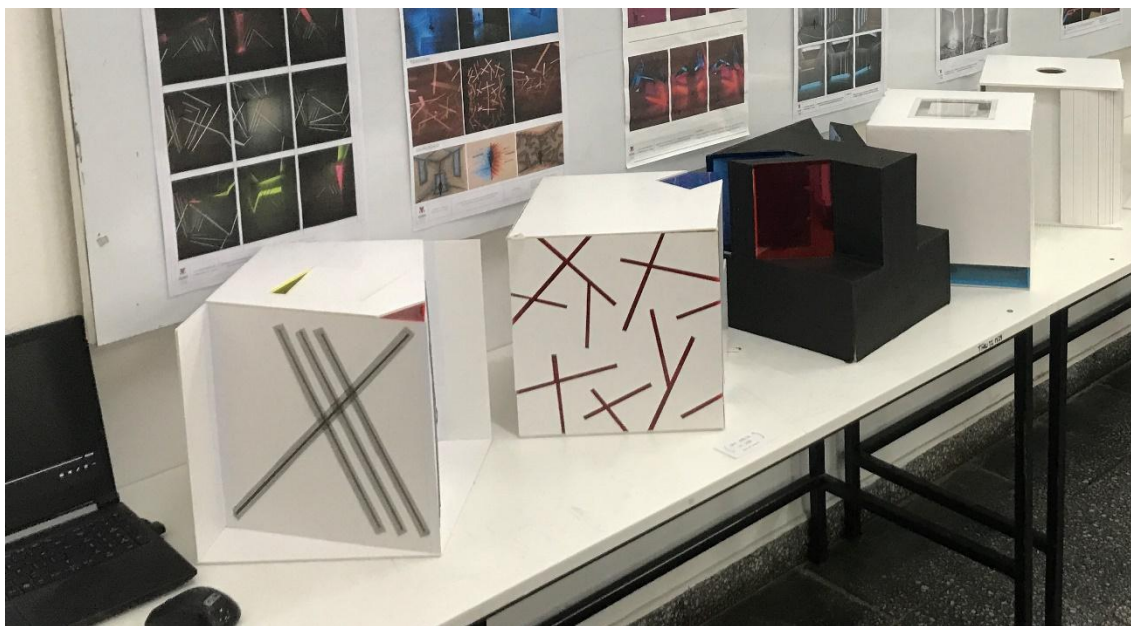
3) *Experiencia proyectual en el taller de arquitectura de grado sobre la incorporación de diferentes sistemas de iluminación natural que califican un espacio interior abstracto.*

1-La experiencia se realizó en grupos de cuatro estudiantes integrados por dos alumnos del 3° año y un alumno de 4° y otro de 5° año. El fin de esta modalidad permitió que estudiantes con diferentes grados de formación en la carrera pudieran interactuar y proponer actividades que den cuenta de las “acciones verticales de taller”. A modo de introducción al ejercicio, se dictó una clase teórica que mostraba definiciones, conceptos sobre el manejo de la iluminación natural en arquitectura, su geometría, forma de incidencia y tipos. Se avanzó en las explicaciones sobre cuáles eran las operaciones planteadas en los casos de análisis que se realizaron en las envolventes arquitectónicas para lograr los efectos buscados. Durante 3 clases de 4 horas cada una, se realizaron ensayos en los modelos a escala: se realizaron operaciones físicas a las maquetas para ir probando los efectos de la luz natural en el interior de los volúmenes abstractos.

2-El registro se realizaba mediante cámaras de los teléfonos móviles exponiendo los modelos a la luz natural en el exterior del taller. Luego se veían las imágenes en pantallas de computadoras portátiles y se realizaban correcciones junto al equipo docente y exposiciones en grupos de veinte

estudiantes para analizar los resultados. Se realizaron correcciones de los modelos para intensificar los efectos e integrarlos con al menos dos efectos más en el mismo modelo de manera simultánea con el objetivo de lograr condensar en un mismo espacio diferentes tipos de fuentes e intensidades de luz natural. (Figura 1)

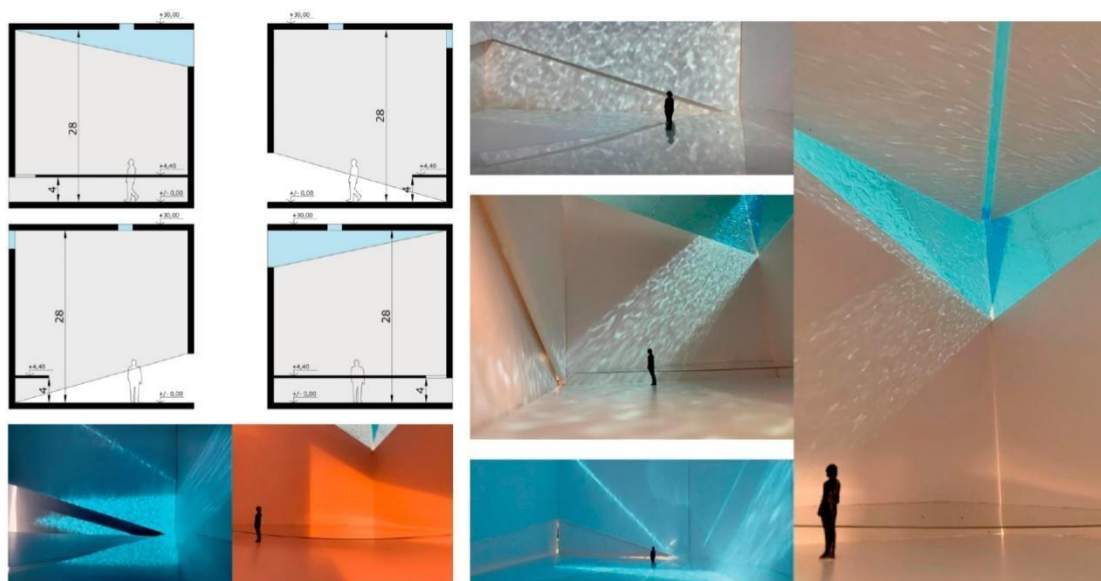
Figura 1: Estudio de los efectos de iluminación natural en maqueta para correcciones.



Elaboración propia en base al trabajo de los estudiantes.

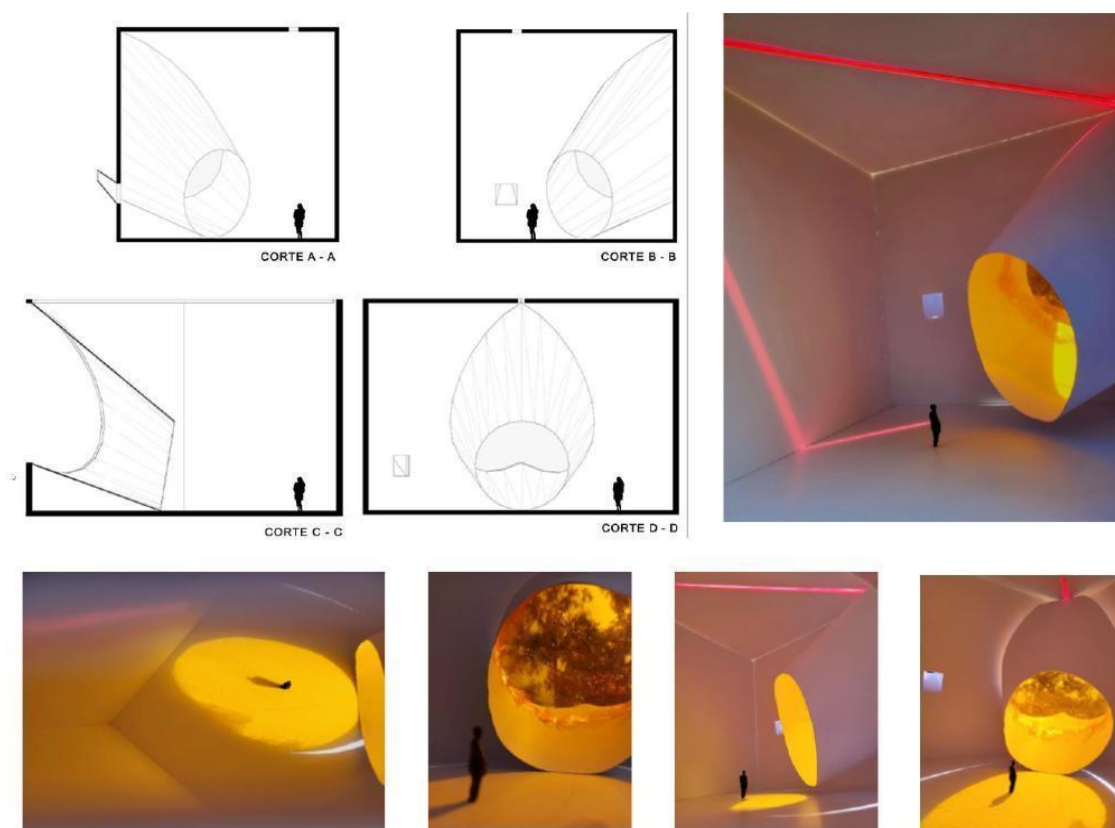
3-Se presentaron los resultados de los trabajos en láminas donde se integraban los registros fotográficos de los efectos logrados y los dibujos en corte que indicaban las operaciones realizadas en las envolventes de la maqueta para evidenciar la relación entre las aberturas realizadas y los efectos de iluminación producidos. (Figura 2 y 3)

Figura 2: Estudio de los efectos de iluminación natural en maqueta y cortes.



Elaboración propia en base al trabajo de los estudiantes Cortes, Cox, Portal, Toledo y Zenteno.

Figura 3: Estudio de los efectos de iluminación natural en maqueta y cortes.



Elaboración propia en base al trabajo de los estudiantes Argañaraz, Issa, De Singlau, Arias y Albares.

4-Encuesta semi estructurada a los participantes de la experiencia realizada y sus resultados.

Parte 1:

1-Qué qué conocimientos previos y manejo de la iluminación natural en el proyecto de arquitectura tenía el alumno antes de esta ejercitación. Las respuestas indican que el 77% tienen escasos conocimientos y manejo del recurso proyectual valorando este particular entre 3 y 6. El 23% restante indicó una mayor valoración (entre 7 y 9)

2-Qué conocimientos y manejo de la iluminación natural en el proyecto de arquitectura considera tener el alumno una vez realizada esta ejercitación. Las respuestas muestran que luego de la ejercitación el 77% considera contar con mejores herramientas y conocimientos, realizando una puntuación entre el 8 y el 10. El 23 % restante indica una situación media entre 5 y 7.

3-Qué importancia le otorga a la iluminación natural en el edificio que vive o visita. El 80 % manifiesta que es muy importante la iluminación natural en los espacios que habita y visita (entre 8 y 10), mientras que el 20% restante manifiesta que la importancia es relativa (entre 7 y 5)

4-Qué importancia tiene en el diseño de arquitectura la iluminación natural. Las respuestas muestran que el 98% considera que es muy importante (entre 8 y 10) mientras que el 2% restante manifiesta que es medianamente importante con 7.

Parte 2:

Finalmente se solicitó a los estudiantes que definieran con palabras con qué otros elementos del diseño se ponen en diálogo el diseño de la iluminación natural en un edificio. Las palabras más relevantes fueron: Forma, función, asoleamiento, materialidad, atmósfera, visuales, color, aberturas, texturas, orientación, entorno, confort y espacialidad.

Conclusiones

Una de las preguntas que nos planteamos desde la enseñanza de arquitectura en el grado es ¿cómo representar en el proyecto de arquitectura el uso de la iluminación natural? Otro interrogante alude a la existencia y aplicación de métodos de cálculo y simulación que puedan ser utilizados por profesionales sin tener que recurrir a profundos estudios científicos. Por lo tanto, es factible que aquello que se puede representar previamente pueda tener un mejor resultado en la materialización de las obras o al menos permita una reflexión objetiva durante el proceso de diseño.

Desde el ámbito académico y profesional (donde se forman los profesionales y donde se discuten los temas inherentes a la profesión), deberían experimentarse y reflexionar las maneras de abordar esta temática. Uno de los

tantos temas vinculados a la didáctica del proyecto de arquitectura. En general, ni los estudiantes ni los equipos docentes plantean en sus procesos de aprendizaje ¿cuál es la cantidad de luz que incide en el edificio o cuál es su color?, tampoco se estudia, generalmente, ¿qué efectos se producen en el espacio interior? Y para lograrlo ¿cómo se materializan los dispositivos y sistemas constructivos? Otra característica que se debería estudiar y analizar es la incidencia de las variaciones temporales de la incidencia de la luz en los edificios y sus espacios interiores. A su vez, los proyectos y edificios tienen diferentes materialidades, texturas y colores que reflejan, refractan o absorben la luz natural. Por lo tanto, es imprescindible conocer los aspectos fenomenológicos de la luz.

En otro nivel de discusión se pueden interpelar a las formas contemporáneas de habitar y de qué manera la arquitectura brinda una respuesta (a través de los proyectistas) a las necesidades individuales y colectivas (Sarquis, 2006). En este sentido, el sujeto tiene hábitos y conductas que va a desarrollar en torno a su hábitat: constituida en la forma de habitar. Por lo tanto, ¿cuáles son las respuestas desde la arquitectura para generar los espacios adecuados para este habitante? ¿Cuáles serán entonces las condiciones ambientales necesarias para obtener los grados de confort necesarios y cuáles serían estos estándares? Además, desde el enfoque del usuario: ¿cuáles son los parámetros involucrados en la fisiología humana que tienen en cuenta la percepción visual y qué papel juegan los receptores extra perceptivos caracterizados por los sentidos de las personas?

Desde las prácticas de la enseñanza en el taller de diseño de arquitectura consideramos que estamos dando algunos pasos en la reflexión consciente de la importancia que tiene profundizar en los métodos de enseñanza y los temas universales de la arquitectura. La encuesta demuestra un interés, compromiso y acompañamiento por parte de los estudiantes, pero consideramos que aún faltan transitar caminos para afianzar los enfoques y los resultados en el aprendizaje.

Estas reflexiones tienen como resultado la indagación proyectual y conceptual que permite al estudiante adquirir herramientas y destrezas proyectuales a partir de la incorporación de conceptos teóricos y exploraciones prácticas en el campo de la enseñanza del diseño.

Bibliografía

Acosta, V. (1976) *Vivienda y clima*. Buenos Aires: Nueva Visión.

Alonso Meneses Bedoya, E. (2015) La representación de la luz natural en el proyecto arquitectónico. Tesis doctoral. Universitat Politècnica de Catalunya. Escola Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona. Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica 1. Barcelona.

Breuer, M. (1956) *Sun and Shadow*. Londres: Longmans, Green and Co.

Campo Baeza, A. (1999) *Campo Baeza*. Colección Arquitectura Española contemporánea. Madrid: Ed. Munilla-Leria.

Campo Baeza, A. (2000) *La idea construida*. Textos de Arquitectura y Diseño. Universidad de Palermo. ASPPAN, Madrid: Ed. CP67.

D'Alencon, R. (2008) *Acondicionamientos. Arquitectura y técnica*. Escuela de Arquitectura. Pontificia Universidad Católica de Chile. Serie Arquitectura y técnica. Volumen 2. Santiago de Chile: Ediciones ARQ.

Esquivas Fernández, P. (2017) *Iluminación Natural diseñada a través de la Arquitectura. Análisis lumínico y térmico en base climática de estrategias arquitectónicas de iluminación natural*. Tesis doctoral. Universidad de Sevilla. Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Departamento de construcciones arquitectónicas 1, Sevilla.

Esteves Miramont, A. (2017) *Arquitectura Bioclimática y Sustentable. Teoría y práctica de la conservación de la energía, sistemas solares pasivos y enfriamiento natural de edificios*. Mendoza: Alfredo Esteves.

Gonzalo, G. (2003) *Manual de Arquitectura Bioclimática*. Buenos Aires: Ed. Nobuko

Holl, S. (1997) *Entrelazamientos*. Barcelona: Ed. Gustavo Gili.

Le Corbusier (1923) *Vers une architecture*. Paris: Editions des Cres.

Le Corbusier (1925) *Almenach d'architecture moderne*. Collection de L'Esprit Nouveau. Paris: Editions G. Crès,

Merleau-Ponty, M. (1993) *Fenomenología de la percepción*. Ed. Planeta Agostini, Barcelona

Norma IRAM-AADL J 20-02 (1969) *Iluminación Natural en Edificios. Condiciones generales y requisitos especiales*. Buenos Aires, Argentina: Instituto de Racionalización Argentino de Materiales (IRAM) y Asociación Argentina de Luminotecnia (AADL).

Norma IRAM 11603. (1996) *Acondicionamiento térmico de edificios. Clasificación Bioambiental de la República Argentina*. Buenos Aires: Instituto Argentino de Normalización y Certificación.

Ribagorda Peytavi, C. (2017) *Le Corbusier frente a Louis Kahn. El uso consciente de la luz natural*. Tesis de grado. Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Madrid. Universidad Politécnica de Madrid. Madrid.

San Juan, G. (2013) (coordinador) *Diseño bioclimático como aporte al proyecto arquitectónico*. 1ª ed. La Plata: Universidad Nacional de La Plata.

Sarquis, J. (2006) *Comp. Arquitectura y modos de habitar*. Nobuko. Buenos Aires

Zumthor, P. (2006) *Atmósferas. Entornos arquitectónicos. Las cosas a mi alrededor*. Barcelona: Ed. Gustavo Gili.