



INSTALACIONES 3A DOCUMENTO INTRODUCTORIO

U.T. 1 FUNDAMENTOS CONCEPTUALES

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

PARTE 1: INTRODUCCIÓN

Los siguientes textos pretenden contextualizar los diferentes conceptos, materiales y métodos desarrollados para introducirnos en las temáticas de la Luminotecnia y la Acústica. Desde un **nuevo enfoque de INSTALACIONES 3-A** se pretende que los futuros arquitectos comprendan la interrelación entre **sonido, luz y espacio**, e interpreten los materiales, las técnicas y las estrategias para incorporar a la luz y el sonido desde la génesis del proyecto de manera integral.

La **Unidad Temática 1** pretende ser, no solo una introducción conceptual, sino que estos sirvan de referencia para el desarrollo de las otras U.T. y tienen como objetivo:

- *Crear en los estudiantes una visión integral del problema a resolver, donde lo acústico y lumínico no sean vistos solo como aportes tecnológicos, sino que formen parte como premisas desde la génesis del proyecto ya que contribuyen al confort y calidad de vida.*
- *Promover el descubrimiento de que lo que creía solo fáctico, también se sustenta en reflexiones conceptuales, comprendan las variables intervinientes en cada caso y pueda hacer las transferencias al proyecto.*
- *Comprender los parámetros cuantitativos y cualitativos como aspectos articulados para lograr espacios confortables.*
- *Aprender a mirar y analizar de manera diferente los espacios arquitectónicos desde los aspectos sonoros y lumínicos para comprender el rol que cumplen en la definición espacial, las atmósferas y el confort.*

Para la construcción del conocimiento desde la especificidad disciplinar y su transferencia al diseño arquitectónico, se propone trabajar con algunos **conceptos que definen el enfoque**, y que articulan con otras materias del **nivel 4** ya que también los consideran en sus enfoques. Esos conceptos estarán presentes a lo largo de todo el desarrollo de esta asignatura, y su incorporación al proyecto, desde la concientización sobre ellos y que fundamenten las decisiones y la toma de partido ante los problemas de diseño a resolver. Los conceptos fundamentales que hemos escogido, por ser transversales a las dos temáticas son:

- **Sustentabilidad ambiental**
- **Eficiencia energética**
- **Confort**
- **Calidad de vida**

y su incorporación responde al propósito de formar futuros arquitectos comprometidos con su hacer profesional y con un rol consustanciado con las problemáticas de una sociedad inmersa en un mundo cada vez más complejo y con graves conflictos ambientales.

Los conceptos que definen el enfoque y fundamentan esta propuesta, han sido consensuados en la coordinación de Nivel IV, para trabajar desde Instalaciones III los mismos que en otras materias del nivel desarrollan desde la especificidad de cada una de ellas. Estos conceptos que definen este enfoque son transversales a cada uno de los contenidos temáticos de Instalaciones III-A, y permiten reflexionar sobre las propias prácticas y especialmente al momento de tomar decisiones de diseño.

Estamos inmersos en un mundo caracterizado por la creciente urbanización, con un consumo masivo de los recursos energéticos que, entre otros, derivan en problemas ambientales y la consecuente crisis de la **sustentabilidad ambiental**. Por otro lado, la revolución tecnológica que posibilita en tiempo real, acceder a la información y brinda los recursos para agilizar las comunicaciones interpersonales promueve la formación continua y la capacitación.

La Comisión Brundtland (1987) define el desarrollo sostenible como aquel “que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de satisfacer sus propias necesidades”. Esta definición ha dado lugar a una serie de subdefiniciones que responden a las necesidades particulares de cada sector. Un buen ejemplo es la que utiliza el estudio de arquitectura Norman Foster+Partners, que define la arquitectura sostenible como la creación de edificios “que sean eficientes en cuanto al consumo de energía, saludables, cómodos, flexibles en el uso y pensados para tener una larga vida útil”¹.

Según Brian Edwards (2005, p.159) la sostenibilidad es cada vez más el principal argumento del proyecto arquitectónico en el siglo XXI (...) toda arquitectura que eluda este problema y no sea medioambientalmente sostenible carecerá de validez moral, ya que la sostenibilidad tiene una dimensión social y estética. La función de la tecnología es servir de puente entre ambas, compaginando mejora social y armonía ecológica (...) Se trata, en definitiva, de un nuevo paradigma arquitectónico que reconciliará finalmente el hábitat humano y la naturaleza. Sólo mediante la tecnología podrá lograrse una arquitectura sostenible, y ampliando el concepto más allá del mero ahorro energético, o sea la interacción entre los seres humanos, el espacio y la tecnología en el marco de un modelo sostenible.

La sustentabilidad ambiental, está basado en el esquema triádico de las tres esferas autónomas de desarrollo (económico, social y ecológico). Así, el punto central de convergencia y equilibrio deseable entre las tres esferas es lo que se generalmente se ha denominado como desarrollo sustentable. Una dimensión que no figura en el mencionado esquema es la gobernabilidad, entendiéndose como sustentabilidad política. La toma de conciencia ambiental, superando la visión reducida a lo ecológico (compromiso frente al agotamiento de los recursos), y contemplando las dimensiones de lo económico, lo social y lo político, contribuye a la búsqueda de mejorar la *calidad de vida en la sociedad*.

Brian Edwards, en su libro *Guía básica de la sostenibilidad* (2005, p.161) expresa que la sostenibilidad no es algo independiente del proyecto, sino un objetivo más al que debe aspirar el arquitecto. Como la **calidad de un proyecto** depende de los recursos disponibles, el objetivo del proyecto sostenible debe ser generar más valor durante un período más largo de tiempo y utilizando los recursos existentes. Los indicadores de calidad del proyecto engloban las características de función, calidad del edificio e impacto, de manera que pueda medirse de forma racional la sostenibilidad desde tres puntos de vista esenciales: social, económico y medioambiental.

Huw Heywood, en “*101 reglas básicas para edificios y ciudades sostenibles*”² sostiene que *el diseño sostenible tiene seis dimensiones. Un edificio sostenible es holístico y se ha concebido contemplando toda su vida útil. La efectividad de sus cualidades medioambientales así como su impacto ambiental pueden observarse en las diferentes fases del proyecto. Esto es posible porque los tradicionales dibujos bidimensionales han dejado paso a las maquetas tridimensionales virtuales e inteligentes, a las que se suma una cuarta dimensión, el paso del tiempo, y una quinta, el coste de las decisiones que tomamos a lo largo de la vida útil del edificio. En un modelo de seis dimensiones, la información sobre el proyecto ejecutado puede estar a disposición del propietario para permitir un funcionamiento sostenible del edificio. Innovar con las herramientas disponibles con el fin de crear entornos sostenibles es el fundamento del diseño en seis dimensiones. Existen muchas herramientas de apoyo para un proceso proyectual sostenible, que incluyen las utilizadas en los análisis de alternativas (de orientación, forma, asoleo, viento, luz natural, consumo energético, materiales y residuos) en el programa 3D de CAD Modelado de la Información para la Edificación (BIM), así como en el Análisis del ciclo de Vida (ACV) que mide el impacto ambiental de los materiales.*

¹ EDWARDS, Brian. (2005) *Guía básica de la sostenibilidad*. Barcelona, España. Ed. Gustavo Gili.

² HEYWOOD, Huw. (2015) *101 reglas básicas para edificios y ciudades sostenibles*. Barcelona, España. Ed. Gustavo Gili.

Abordar el tema de la **calidad de vida** en tiempos posmodernos y de la globalización es hacer referencia a un término que ha ido adquiriendo diferentes consideraciones, dimensiones y ámbitos de aplicación, pero que influye cada vez más en una mirada holística del hombre viviendo en la sociedad contemporánea. Comencemos por diferenciar Calidad de Vida de Nivel de Vida; según el Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), el término *Nivel de Vida* hace referencia al nivel de confort material que un individuo o grupo puede aspirar a obtener, tanto por cuenta propia como los suministrados por los gobiernos y otras organizaciones. En cambio, para considerar la *Calidad de Vida* los indicadores deben ser más subjetivos, incluyendo la propia percepción de los individuos y la sociedad influidos por la cultura y la escala de valores. Lo que queda claro al hablar de Calidad de Vida, ya sea de una persona o un grupo de personas, es que nos referimos a aquellos elementos que hacen que esa vida sea digna, confortable, agradable y satisfactoria. Esos elementos pueden ser tanto emotivos, materiales o culturales y contribuyen a contar con una buena Calidad de Vida, y deben ser tomados en cuenta cuando desde el diseño se busca mejorar el entorno y el *confort* de los espacios.

Habitualmente cuando nos referimos al rol que cumple la arquitectura en la satisfacción de necesidades humanas, el concepto de **confort** es utilizado con frecuencia. Generalmente se lo hace considerando aspectos de control térmico, dimensiones y equipamiento adecuados a las actividades del espacio, pero pocas veces se toman en cuenta el confort acústico y lumínico. Contar con iluminación suficiente y sin deslumbramientos y lograr el equilibrio correcto entre humedad y ventilación, además de considerar el confort acústico, garantizan alcanzar una calidad de vida deseable.

Así como la finalidad de las envolventes de los edificios (muros, cubierta) es modificar las condiciones climáticas del exterior para alcanzar unas condiciones de confort en el interior, también deben ser considerados los entornos desde su comportamiento acústico, garantizando el desarrollo de actividades superpuestas espacialmente, sin interrupciones que bajen esa calidad en los espacios.

En INSTALACIONES III-A, los contenidos que se abordan contemplan dos factores importantes que contribuyen a mejorar esa calidad de vida, asociándolo al concepto de **confort acústico y lumínico**. Al referirnos a la iluminación en arquitectura consideramos que no se trata solo de temas relacionados con la Luminotecnia, sino que, al intervenir el hombre y sus sensaciones, será necesario manejar las variables de la luz para la percepción de los objetos y el espacio. Así, superar el rol meramente funcional, incorporando el rol expresivo de la luz es tarea ineludible de los arquitectos, ya que cumple un rol fundamental en la definición espacial. El espacio arquitectónico es un sistema complejo de interrelaciones que soporta y cualifica la vida del hombre.

En la arquitectura, la luz y el sonido son aspectos que crean espacios funcionales para el desarrollo de las tareas, pero también **confortables y de bienestar, creando atmósferas**. El carácter acústico del espacio y los espacios lumínicos contribuyen a la calidad de vida y el confort de los usuarios. Así, el sonido se manifiesta en el espacio por una respuesta acústica del recinto, cuyos indicadores puede ser medidos en parámetros objetivos o cuantitativos; así como considerar lo subjetivo permite una visión más integral ya que expresa lo cualitativo, las sensaciones y por ende incide en el **confort**. La luz en el espacio alcanza un protagonismo insoslayable, ya que puede ser utilizada como “materia sutil” para transformar un mismo espacio físico en diferentes espacios lumínicos según las variables de diseño que se utilicen. La iluminación de un espacio es un proceso creativo en el que la intuición y la imaginación, unidos a conocimientos técnicos necesarios, pero no suficientes, nos marcan el camino para conseguir nuestros objetivos.

Concebir a la luz como materia para el diseño, atendiendo a sus problemas funcionales, formales, técnicos, de mantenimiento y económicos será lo que garantizará una adecuada resolución del proyecto arquitectónico. En el campo de la arquitectura y el interiorismo la luz ha sido siempre una constante a debatir, y en la actualidad acompañado por los avances tecnológicos y cambios culturales adquiere relevancia.

La acústica constituye otro de los factores fundamentales en el acondicionamiento de los espacios interiores y también en el espacio urbano. Los niveles sonoros a los que están sometidos los usuarios han ido creciendo en las últimas décadas como consecuencia del desarrollo tecnológico, económico y social, produciendo ambientes de baja fidelidad, en el que la comunicación humana se torna más dificultosa. Por lo tanto, *consideramos dos aspectos importantes como son la aislación de ruidos y el acondicionamiento*

acústico de los locales para una mejor percepción y desarrollo de las actividades, con niveles adecuados de confort.

Si nos referimos a la **calidad acústica**, en las últimas décadas se han desarrollado diferentes estudios basados en parámetros físicos, especialmente para salas de música. Según María Andrea Farina³ al referirse a la Calidad Acústica, *esta queda definida por los juicios de valor estético emitidos por los espectadores a partir de lo que oyen, sus expectativas musicales, sus gustos individuales y lo que han aprendido que es correcto para su época. Como toda evaluación perceptual, depende y está definida en gran parte por la cultura musical del grupo de sujetos consultados. (...) Por supuesto, la calidad acústica además depende el comportamiento físico de las ondas sonoras en el recinto. El gran tema del estudio científico de la acústica de salas es precisamente el vínculo –complejo, multidimensional y cambiante- entre los campos físicos y la percepción de esos mismos campos.* Por supuesto que este tema del tratamiento y calidad acústica de salas es más específico y minucioso para este tipo de espacios, pero no deben dejarse de lado el resto de los espacios de uso masivo o público, donde las condiciones de reverberación suelen atentar contra el disfrute y el confort para el desarrollo de determinadas actividades. Así, los halls, pasillos, aulas, talleres y otros espacios también son parte de las consideraciones que aportan a la calidad de un edificio y el disfrute de sus usuarios.

Docentes de esta Cátedra hemos investigado sobre **Tecnologías disruptivas y nuevos paradigmas en iluminación y diseño - El impacto de las nuevas tecnologías en la iluminación arquitectónica contemporánea**⁴. Y de esos trabajos sintetizamos algunos conceptos.

En el mundo contemporáneo, la creciente urbanización, la mayor demanda energética y el consecuente agotamiento de las fuentes de energía no renovables condujo, a partir de los '70, a la toma de conciencia ambiental y búsqueda de soluciones alternativas. Actualmente, la electricidad destinada a la iluminación representa a nivel global el 15-20% del consumo de energía mundial, y es responsable del 5% de las emisiones que provocan el efecto invernadero. En este contexto se impulsó la investigación y desarrollo (I+D) de nuevas tecnologías en iluminación, ya que las fuentes luminosas pueden reducir ese consumo de energía sin comprometer la calidad de la iluminación, a través de soluciones energéticamente eficientes.

*Esto replanteó el uso de las tecnologías tradicionales en iluminación y su consecuente sustitución por nuevas **tecnologías más eficientes y menos contaminantes**, también llevó a considerar a la **luz natural** como fuente integrada en el diseño arquitectónico y considerar los **factores humanos en iluminación** (HCL-Human Centric Lighting). Además, se avanzó en parámetros cualitativos como las características espectrales entre otros, ya que la luz tiene el atributo de modificar la percepción de los espacios, las personas y los objetos. Este proceso se ha acelerado con tecnologías disruptivas, definidas como una innovación que ayuda a crear una nueva red de valor y que interrumpe en el mercado actual (en unos pocos años o décadas), desplazando una tecnología anterior.*

*En esta disrupción e innovación los **LEDs** (Light Emitting Diode) surgen como una nueva tecnología para la generación de luz, que está avanzando de forma exponencial y que promueve la sustitución de las fuentes luminosas a corto y mediano plazo. Además, han llevado a replantear conceptos de diseño, cambiando los paradigmas en iluminación y aspectos expresivos y comunicacionales de la luz. Con los LED aparece un nuevo principio de generación de luz producida por dispositivos en estado sólido, del acrónimo en inglés SSL (Solid State Lighting). Esta tecnología de la iluminación ha experimentado avances que han provocado cambios sustanciales, tanto en lo tecnológico, lo visual, el color y en consecuencia en aspectos vinculados al diseño.*

En el desarrollo y evolución de las tecnologías de iluminación resulta apropiado aclarar dos conceptos: Hay una innovación evolutiva y una disruptiva. Las innovaciones evolutivas hacen pequeños cambios y las disruptivas hacen grandes cambios y provocan mejoras. Normalmente las tecnologías disruptivas aparecen mucho tiempo antes de tener su mayor impacto sobre los sectores afectados. Es habitual que exista un fuerte desarrollo teórico en torno a ellas y su aplicación, esperando a que se den las condiciones físicas (costos,

³ FARINA, María (2019) **Tipologías arquitectónicas y calidad acústica de salas para música**. Bernal, Buenos Aires. Universidad de Quilmes Editorial.

⁴ ZOPPI, Carlos y equipo (2019-2022). Trabajos de investigación: **Tecnologías disruptivas y nuevos paradigmas en iluminación y diseño - El impacto de las nuevas tecnologías en la iluminación arquitectónica contemporánea**. SECyT – FAUD.

precisión de manufactura, procesos de producción) que posibiliten su explotación masiva, más allá de costosos prototipos. Esto es lo que ha ocurrido con la tecnología LED en el campo de la iluminación, especialmente en las aplicaciones para su uso en iluminación arquitectónica y alumbrado público. Tal es así, que hasta se habla de un cambio de paradigma en el campo del diseño de iluminación; esta tecnología ha producido innovación por su versatilidad, miniaturización, eficiencia energética, color, vida útil, entre otros aspectos.

La conciencia ambiental iniciada en la década del 70 no solo puso en crisis la utilización de las fuentes de energía tradicionales, sino que impulsó la investigación y desarrollo de las nuevas fuentes luminosas artificiales (lámparas) mejorando especialmente los aspectos relativos a la eficiencia energética de las mismas, y también a la disminución de las dimensiones de las lámparas, y mejoras en parámetros vinculados al color.

La estrategia que se ha adoptado en el mercado mundial de iluminación se ha dividido en dos etapas: la primera, conocida como **Retrofit**, que consiste en el aprovechamiento de las instalaciones existentes y el reemplazo de un producto de tecnología tradicional y reemplazarlo con otro con tecnología LED tratando de adaptarse a los artefactos existentes; y la segunda, denominada **Ledfit**, que se basa en el diseño de productos específicos para la tecnología led y en consecuencia llevando a la investigación, exploración proyectual con nuevas estrategias de diseño y productos.

Particularmente en los últimos años ese proceso se ha acelerado, con tecnologías disruptivas que han venido a revolucionar y en consecuencia a replantear conceptos y han impactado en el diseño cambiando los paradigmas de la iluminación. Las nuevas tecnologías LED han aportado avances sustantivos en términos de **calidad de la iluminación**, ya que contemplan parámetros como el Índice de Reproducción Cromática (IRC-CRI), la temperatura de color y su variación a lo largo del día, en relación a factores humanos como es nuestro reloj biológico o ciclo circadiano y su vínculo estrecho con esa calidad lumínica.

Por todo lo expresado hasta aquí, la estrategia central en INSTALACIONES 3-A y su enfoque es la **integración**, no sólo de las dos áreas temáticas (Acústica y Luminotecnia), sino también para el abordaje de los temas, partiendo de la concepción que **la arquitectura es una experiencia espacial significativa, compleja y donde intervienen diversidad de disciplinas que se articulan para lograr integridad y coherencia interna**. Esto implica no solo lo cuantitativo, sino también lo cualitativo entendido como lo psicofísico, lo subjetivo, lo perceptual, lo sensorial y en definitiva contemplar lo fenomenológico en el espacio arquitectónico.

La arquitectura, como un factor importante para lograr la calidad de vida de las personas, es la respuesta a la necesidad de dar equilibrio, orden, confort, calidad y significado al hábitat humano, y en el contexto actual con una impronta del paradigma de lo sustentable. Al referirnos al concepto de sustentabilidad hacemos alusión a la visión holística de una problemática y su resolución, por lo que desde **Instalaciones III-A** se pretende que el alumno adquiera las **destrezas y habilidades** para el desarrollo de **proyectos integrales**. El espacio es lugar y es atmósfera, la luz y el sonido ayudan a crear confort y bienestar, y por ende es calidad de vida. El paradigma de la sustentabilidad implica no solo eficiencia de los recursos y la energía, sino que promueven la calidad de vida del ser humano y sus comunidades. Los conceptos de **calidad de vida, confort, eficiencia y sustentabilidad ambiental** forman parte de la arquitectura ya que es una experiencia espacial significativa, compleja y donde intervienen diversidad de disciplinas y por ende se pretende que ésta posea integridad y coherencia interna.

El rol que cumplen las materias tecnológicas en el proceso proyectual, y de articulación con las Arquitecturas, lo plantea el arquitecto Ian Dutari en su propuesta académica para Arquitectura IV-A **“La consideración de la tecnología como un aspecto indisoluble y primordial del diseño arquitectónico, desde su gestación hasta su concreción como así también el desarrollo de criterios para la determinación de la tecnología, procesos constructivos adecuados al problema y sus circunstancias”** y **“La tecnología empleada no como un agregado sino como un factor de ideación más del diseño”**.⁵

⁵ DUTARI, Ian y otros (2017). **A4A: formación en proyecto**. Córdoba. Ed. Fac. de Arquitectura, Urbanismo y Diseño

PARTE 2: AMPLIANDO CONCEPTOS

Para ampliar lo expresado en la Introducción de este documento, comenzaremos por la **sustentabilidad ambiental**, y para ello tomaremos a uno de los referentes en la temática y en la formación de posgrado en muchas universidades argentinas, latinoamericanas y europeas. Nos referimos al Dr. Arq. Roberto Fernández, quien en su último libro ***Ruina y artificio. Ecología artificial: Proyectos y Ciudades Sustentables*** (2017)⁶, expresa en la introducción (págs. 5-7):

El desarrollo de la modernidad en sus instancias de industrialización, urbanización e incremento de la productividad y cambios en la producción y consumo ha devenido -según empezó a constatar en la Cumbre de Río de 1992 donde comenzó a utilizarse la expresión desarrollo sustentable- en una crisis de sustentabilidad expresada a nivel global o ecosférico y también en diversas dimensiones regionales y locales. Fenómenos genéricos de tal proceso como el cambio climático incremental o la reducción progresiva de biodiversidad son síntomas de la intensa presión de la sociedad moderna sobre los soportes naturales que la mera noción de capital natural o sistema de recursos naturales, ahora menos accesibles o más caros y en general, más escasos.

La noción de sustentabilidad fue concebida desde dicha instancia de Río, según la convergencia y armonización de tres sustentabilidades: la económica, la social y la ecológica definiéndose así tres campos por sustentar: la producción, la sociedad y el ambiente (o la naturaleza en cierta forma artificializada). A ello se suele agregar un cuarto ítem llamado de sustentabilidad política cuyo campo por sustentar sería el de una gestión democrática participativa y sustantiva.

También se han planteado escalas diversas de sustentabilidad desde la global o ecosférica hasta las regionales o locales en diversos niveles territoriales pasando por la sustentabilidad urbana y alcanzando a su vez otras dimensiones puntuales como la sustentabilidad de los edificios o la de los objetos. Se suele decir que en cualquiera de esas escalas la sustentabilidad se alcanza cuando la artificialización producida no agrava o empeora la calidad del ambiente o al menos, no transgrede su umbral de resiliencia.

Ejemplificando con la escala de la sustentabilidad urbana podría aludirse a la constatación de dos instancias o formas de sustentabilidad: una sustentabilidad que llamaríamos secundaria manifiesta en como una determinada bioestructura (o soporte predominantemente natural) soporta una determinada tecnoestructura (infraestructuras diversas que facilitan las funciones urbanas y definen su forma) y una sustentabilidad que llamaríamos primaria por la cual tal tecnoestructura soporta una determinada socioestructura (habitantes urbanos y sus formas asociativas).

El paradigma productivo capitalista que continua apuntando a una generación pretendidamente infinita de riqueza sobre la transformación de la capacidad finita de la naturaleza ecosférica ha instalado modelos de producción basados en demandas significativas de materia y energía natural y modelos de consumo relacionados con la utilización irracional de recursos de stock acotado (como la energía de base fósil), con criterios de usar-y-tirar renovando constantemente objetos de uso fungibles y con una generación inmanejable de residuos.

Las estrategias para potenciar mejores condiciones de sustentabilidad implican por una parte conocer las circunstancias generales del estado de la ecósfera en función de los procesos actuales y futuros de la producción y el consumo, así como entender las dinámicas socio-económicas y culturales que relacionan la civilización global y las culturas locales. Entender la crisis de sustentabilidad implica así una capacidad de discernir aquellos procesos regentados por una prevalencia economicista, así como aquellas dinámicas relacionales entre globalidad y regionalidad. También es necesario traducir el nuevo imperativo cognitivo y político que introduce la noción de sustentabilidad (y muchas ideas asociadas como la de resiliencia que define la capacidad de un sistema ambiental de recuperar su estado después de una sobre-explotación o un evento catastrófico) a las diferentes escalas espaciales de su

⁶ FERNANDEZ, Roberto (2017). ***Ruina y artificio. Ecología artificial: Proyectos y Ciudades Sustentables***. 1ª ed revisada. Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Ed. Pangea, ediciones de la tierra.

manifestación: desde las territoriales a las urbanas y desde las arquitectónicas a las objetuales. Lo territorial como el estado ambiental suscitado por las transformaciones histórico-productivas y por la voluntad política de alcanzar una clase determinada de ordenamiento territorial mediante las dotaciones de infraestructuras y el auspicio de políticas productivas sectoriales; lo urbano como la problemática de las diversas configuraciones de la vida social urbana (que en América Latina alcanza a más del 80% de su población total) desde las redes y sistemas de asentamientos predominantemente definidos como centros de servicio rural hasta las diferentes escalas de ciudad y las formas metropolitanas y sus complejidades de centralidad y densidad; lo arquitectónico como los formatos de soporte e instalación de las actividades productivas y habitativas y lo objetual como los sistemas de cosas operativas o consumibles con las que se formalizan los usos y las actividades humanas.

Esas cuatro dimensiones pueden afrontarse teórica y prácticamente mediante el dispositivo llamado proyecto. Noción que debe entenderse aquí no sólo como al prefiguración técnica de una realidad futura -como habitualmente se lo conoce y practica en la arquitectura- sino además como la unidad operativa en que debe manifestarse la planificación y la gestión, esa última y de menor escala y mayor especificidad P del ciclo de la planificación que antepone al Proyecto las fases más abarcativas y complejas de los Programas, los Planes y las Políticas.

Si consideramos entonces que la crisis de sustentabilidad se presenta como uno de los grandes megatemas-problema más relevantes de la actualidad y el futuro y que es preciso vincularla con la presentada noción escalar y funcionalmente ampliada de proyecto, resulta atendible advertir el fundamento estratégico que asume la presente propuesta en torno de la idea relacional y programática de ecoproyecto o proyecto sustentable.

Tal como se ha expresado el enfoque de esta cátedra para el desarrollo de las temáticas de Acústica y Luminotecnia, es la integración y además tratando de motivar a los futuros profesionales de la arquitectura a superar lo meramente tecnológico y cuantificable, para el desarrollo de diseños acústicos y lumínicos de manera sustentable y promoviendo la calidad de vida y el confort de los espacios.

Por ello, el texto de Ana María Álvarez, en la introducción del libro: **Luz, color, sonido. Efectos sensoriales en la arquitectura contemporánea**⁷, nos ayuda a comprender los cambios en los modos de pensar e interpretar la arquitectura de las últimas décadas, en tiempos de la globalización y la posmodernidad. Comienza con estos interrogantes:

¿Cómo es la experiencia sensorial de la arquitectura en esta era de la tecnología? ¿Cómo se percibe la arquitectura? ¿Puede hablarse de un placer sensual al contemplar un edificio?

La percepción de la arquitectura se ha centrado en la visión y el tacto, dejando a un lado el olfato, el oído y el gusto. Se crean edificios que son imágenes llamativas de persuasión instantánea, como una fotografía que hace una descripción única del objeto, sin dimensiones ni detalles. No obstante, en los últimos años empiezan a surgir proyectos que investigan, tanto desde una perspectiva conceptual como desde la técnica, la aplicación de la luz artificial, el color y el sonido de maneras diferentes. Se proyectan edificios de naturaleza interdisciplinar, en los que se entrelazan y fusionan arte, arquitectura y tecnología; proyectos donde la implicación de artistas o la experiencia de un técnico son básicas en el diseño y desarrollo de esta arquitectura.

La experimentación con la luz, el color y el sonido ha permitido el surgimiento de arquitecturas que controlan las sensaciones y las percepciones de quienes las aprecian. Edificios que son un instrumento de comunicación totalmente ligado a los sentidos; aunque el color y la luz se perciban con los ojos y el sonido con los oídos, los cinco sentidos reaccionan a ellos. La arquitectura se experimenta con el cuerpo entero al percibir las cualidades, los materiales y la escala del espacio: la interacción constante de todos los sentidos articula la realidad. En el mundo actual, en el que se produce un bombardeo constante de información,

⁷ BAHAMÓN, Alejandro y Ana Álvarez (2010). **Luz, color, sonido. Efectos sensoriales en la arquitectura contemporánea**. Barcelona. Parramón ed.

escoger técnicas y materiales es un trabajo que distingue a un proyecto de otro y que busca alterar la percepción. Para lograr los efectos sensoriales pretendidos con estos elementos arquitectónicos, se debe pasar por un largo proceso de exploración, sugestión y revisión, que es particular para cada proyecto. El impacto no se puede repetir, copiar o transferir de una obra a otra. Cuanto más provocativo sea el estímulo para la percepción del espectador, más libre será el poder creativo y más incitará al espectador a participar en el desarrollo de su entorno. Los efectos con luz, color y sonido distinguen de modo particular la arquitectura, convirtiendo cada edificio en único; así, surgen proyectos-imagen, representativos de una marca o estandartes de comunicación.

Aunque cada edificio es una declaración de intenciones (diseñar experiencias durables), al estar ésta completamente relacionada con el progreso de la tecnología, se trata de arquitectura permanente pero cambiante, capaz de adaptarse y transformarse según el espectáculo o el contexto: una arquitectura hecha para durar lo justo y necesario. Esta cualidad efímera refleja el momento cultural de su creación y obliga a sugerir nuevas lecturas, sobre todo a buscar que el impacto instantáneo no convierta, inmediatamente, la arquitectura en obsoleta. En este sentido, las sensaciones que producen la luz, el color y el sonido dependen del entorno en el que se encuentra el edificio; así, los efectos que produce esta arquitectura la convierten en hitos urbanos. Con estos valores se buscan efectos estéticos y funcionales; uniformizar o subrayar calles y plazas, así como distinguir, articular o animar un edificio. (...)

La luz

La evolución de la arquitectura está íntimamente unida al desarrollo de la luz artificial. No obstante, es a finales del siglo XX cuando los arquitectos toman la luz artificial como un elemento integrado al proceso de diseño. Deja de ser un sistema funcional o un accesorio de maquillaje. Los edificios se convierten en fuentes de luz que, por un lado, cumplen con las necesidades básicas de la visión y, por otro, crean un efecto, una atmósfera, una condición.

El uso de este elemento estaba limitado a las áreas de entretenimiento y comercio: el Times Square de Nueva York, el Strip de Las Vegas, el distrito Shinjuku de Tokio o el Piccadilly Circus de Londres. A finales del siglo XX, la luz acentúa la estructura de los edificios y les da cierta expresión nocturna (de movimiento y ritmo). Se empieza a pensar en el día y en la noche desde el proceso de diseño, con la idea de que la imagen del edificio en la noche es tan importante como la de día. Asimismo, el interior empieza a reflejarse en el diseño exterior a través de la luz: los vidrios que dejan filtrar la luz natural durante el día se convierten en linternas brillantes que iluminan el entorno en la noche.

Con estas condiciones, la luz artificial es más que un medio funcional: la arquitectura se transforma al llegar la noche. La apariencia de las formas y de los materiales cambia con luz natural y artificial; las superficies se ven diferentes y contrastantes entre el día y la noche (por ejemplo, sólidas durante el día y transparentes en la noche). En los proyectos donde la luz es la base del diseño, la fachada deja de ser un cerramiento, un límite entre el exterior y el interior, para convertirse en una superficie singular.

El sonido

En arquitectura, el sonido, como el color, también es un recuerdo; las impresiones visuales están relacionadas con un sonido que, finalmente, ejerce de enlace temporal entre el proyecto y el espectador. El eco del espacio arquitectónico permanece en el sujeto como una experiencia inconsciente. Es así como se recuerdan y relacionan ciudades y edificios a sonidos determinados.

Para comprender el rol del sonido en los espacios arquitectónicos desde una mirada holística, también superando lo meramente objetivo, el carácter acústico del espacio que propone Fausto Rodríguez Manzo⁸ en **“Espacio, sonido y arquitectura: una reflexión teórica acerca del carácter acústico del espacio arquitectónico”**⁴ (pág. 82-102) ayudará en este sentido.

(...) Las características del espacio arquitectónico están tradicionalmente ligadas, en primer lugar, a un

⁸ RODRIGUEZ MANZO, Fausto. (2017) **Espacio, sonido y arquitectura: una reflexión teórica acerca del carácter acústico del espacio arquitectónico**. México: Limusa-UAM.

orden histórico y estético, y en segundo a uno técnico. Por lo consiguiente, para el diseño del espacio los arquitectos toman en cuenta solo elementos visibles. Sin embargo, existen muchos otros aspectos involucrados que contribuyen a “visualizar” el espacio, sin que estos sean estrictamente visuales, como el sonido.

Al parecer el sonido ha sido el campo de menor interés en la historia del diseño arquitectónico y de la arquitectura misma, en contraste con la luz, la temperatura y la ventilación. Las publicaciones en libros y revistas así lo testifican, no explícitamente, sino por la ausencia del tema. Son realmente contados los autores que mencionan al sonido como parte de la experiencia arquitectónica.

El sonido ha sido tradicionalmente materia de otras disciplinas, como la acústica, la física y la electrónica, pero no de la arquitectura. Pero estos campos del conocimiento han estudiado al sonido desde un punto de vista estrictamente científico y técnico, ubicando el comportamiento del sonido en el espacio desde ópticas casi siempre alejadas de la arquitectura.

Por lo tanto, se requiere que el sonido sea considerado como un ingrediente de la arquitectura, como parte de la forma como los arquitectos conciben y crean los espacios, como una pieza importante en la caja de herramientas de diseño que el arquitecto aplica para hacer posible la arquitectura.

Sin embargo, para describir al sonido como un elemento del espacio en la arquitectura, ni las palabras, ni las imágenes son fácilmente elegibles. El sonido es una especie de “sustancia mágica” e inmaterial que se puede percibir, pero no ver, y este es quizá el motivo por el cual los arquitectos no lo consideran en la conceptualización de sus espacios. Pocos son los arquitectos que han declarado explícitamente haber tomado al sonido como argumento de diseño.

En contraste, existen varios ejemplos de cómo los arquitectos han realizado un excelente trabajo en cuanto al sonido de ciertos lugares, en particular los dedicados a la música u otras actividades sonoras específicas, como salas de concierto, teatros y auditorios. En estos casos, los arquitectos buscan la asesoría de especialistas para el diseño acústico o para evaluar el diseño en materia de acústica. En este sentido, es importante establecer que la asesoría y consultoría acústica es un apoyo que se requerirá siempre en los proyectos arquitectónicos de espacios especializados, ya que son lugares que, precisamente, necesitan asegurar su eficiencia acústica de acuerdo con las manifestaciones sonoras que en ellos se presenten.

(...) Por lo tanto, el sonido se convierte en un asunto técnico, que busca cuantificar los espacios acústicamente para obtener los valores que aseguren la eficiencia de una función o actividad determinada, o la protección contra el ruido, sin tomar en cuenta al sonido de manera cualitativa.

(...) Tenemos la experiencia del espacio arquitectónico con nuestros sentidos, y así, por ejemplo, debido a las reflexiones de la luz, percibimos el color, la forma y el volumen del espacio. De la misma forma, pero en este caso a consecuencia de las reflexiones sonoras, podemos percibir el tamaño y el volumen del lugar, así como la cercanía de elementos como los muros u otro tipo de límites del espacio.

Un concepto que puede unificar todos estos tipos de percepciones es la calidad del espacio: La luz y el sonido son las herramientas principales que los arquitectos pueden utilizar para hacer evidente la calidad de un espacio, pues esta está conformada por lo que vemos, oímos, olemos y sentimos ambientalmente.

(...) “El carácter acústico del espacio es un fenómeno cualitativo y cotidiano de la experiencia humana, que estimula los sentidos, en especial el del oído, producto de la respuesta del sonido a la configuración arquitectónica del lugar, que puede generar una atmósfera y un ambiente de confort y en su caso expresar sentimientos y sensaciones artísticas”.

En el diseño de la acústica arquitectónica es fundamental aclarar algunos conceptos, ya que llevan a diferentes tomas de decisiones proyectuales y criterios de diseño según sean los requerimientos de cada espacio. Para ello, los conceptos de **aislamiento acústico** y **acondicionamiento acústico** de los espacios arquitectónicos y los siguientes textos ayudan a aclarar los mismo.

El diseño del aislamiento acústico⁹ – pág 374-375

Cuando el proyectista asume el diseño del edificio, las condiciones acústicas del ambiente exterior vienen condicionadas por las fuentes de ruido del entorno y los criterios de prevención de la contaminación acústica tenidos en cuenta durante las fases del planeamiento urbano o diseño de las infraestructuras (...). También hemos visto que, siempre y cuando las condiciones de ordenación de la parcela se lo permitan, el diseñador puede tener en cuenta acciones previas que atañen a la posición y orientación de la edificación, los retranqueos, la distribución de los recintos más o menos sensibles respecto a las fuentes de ruido, el escalonamiento de las distintas alturas, el aprovechamiento de voladizos o terrazas, la utilización del propio edificio como barrera acústica, etc.

Una vez agotados estos criterios de diseño general del edificio, el resto de acciones deben concentrarse en el control de la transmisión del sonido, tanto del que incide sobre la envolvente exterior y alcanza el interior (que será de naturaleza fundamentalmente aérea), como del que se genera y transmite entre los propios recintos (que podrá ser tanto aéreo como estructural, según veremos).

(...) En resumen, partiendo de los condicionantes y requerimientos acústicos de un edificio y de sus recintos, diremos que el diseño del aislamiento consiste en definir las soluciones constructivas, adecuadas que dificultan la propagación del sonido entre los ambientes sonoros implicados, minimizando el ruido transmitido hasta los espacios receptores y logrando en ellos una habitabilidad acústica acorde con su uso.

Diseño y acondicionamiento acústico de recintos¹⁰ pág. 492

En el capítulo anterior nos adentrábamos ya en el edificio para estudiar el diseño del aislamiento acústico, necesario para limitar el ruido transmitido a un recinto receptor desde el ambiente exterior o desde otros espacios. Se trata de una acción fundamental con la que lograremos que el ruido de fondo con origen fuera del recinto sea lo más bajo posible y no interfiera con la actividad que alberga. En este capítulo conoceremos cómo se comporta el sonido generado en el interior del propio recinto y cómo puede controlarse para que lo haga de modo adecuado al uso.

En primer lugar, hablaremos de la acústica de recintos, que es el campo de la acústica que estudia el comportamiento del sonido en su interior en función de tres fenómenos fundamentales implicados en la propagación (absorción, reflexión y difusión), así como los criterios y los elementos o materiales utilizables para controlarlos en el proceso de diseño acústico. Estos tres fenómenos, junto con las resonancias propias del recinto, están implicados en otro más complejo, el de la reverberación.

El efecto de la reverberación se cuantifica y evalúa a través de un parámetro esencial en la valoración de la calidad acústica global de un recinto, el conocido tiempo de reverberación.

(...) Sabemos desde el Capítulo 1 que el fenómeno acústico consta de tres etapas principales, la emisión, que depende de la fuente sonora, la propagación, que depende del medio entre emisor y receptor, y la recepción, en la que influyen la sensibilidad y la capacidad de percepción. Sobre la propagación actúan a su vez otros fenómenos ligados al cambio de medio: reflexión, refracción, difracción, absorción y transmisión.

(...) La acústica de recintos se ocupa del comportamiento del sonido dentro de los límites de un espacio cerrado y, más en concreto, de la propagación de la energía sonora al entrar en contacto con las superficies que lo definen. La energía que es absorbida o atenuada por los elementos de separación o transmitida a otros recintos o al medio ambiente exterior no le interesa (esa es materia del aislamiento acústico), pero ha de tener en cuenta el resto de fenómenos asociados a la propagación y que afectan al sonido que permanece en el recinto donde se encuentra la fuente emisora.

(...) El diseño de salas recurre al conocimiento que le brinda la acústica de recintos para plantear la

⁹ AVILÉS LÓPEZ, Rodrigo y Rocío Perera M. (2017). **Manual de acústica ambiental y arquitectónica**. Madrid. Ed. Paraninfo.

¹⁰ Op. Cit.

definición de los espacios de modo que la calidad de la percepción sonora en su interior sea óptima, potenciando así su confort, habitabilidad y funcionalidad. Al diseño acústico de recintos muchas veces se le llama acondicionamiento acústico, pero a los autores de este manual nos gusta distinguir entre ambos, entendiendo el segundo como una parte más concreta del primero.

Así, diríamos que el diseño acústico actúa sobre todos los aspectos y elementos que definen el recinto. Incluye las propiedades espaciales esenciales (geometría, volumen, proporciones, orientación y relación de superficies, líneas visuales, etc.), mientras que el acondicionamiento tiene un alcance más limitado y se concentra en aspectos complementarios y más fáciles de modificar, introducir o sustituir a posteriori, tales como el tratamiento de superficies o la inclusión de elementos acústicos adicionales (revestimientos, paneles o bafles descolgados, mobiliario, etc.).

Esta distinción nos permite entender que un espacio ya destinado a un uso específico pueda ser “reacondicionado” acústicamente para mejorar su funcionalidad o para destinarlo a un uso distinto, sin que sea necesario intervenir en otros parámetros básicos que fueron objeto del diseño original (en la mayoría de los casos no se podrá o será fácil, como sucede con la forma en planta o el volumen). En este sentido, un buen diseño acústico será una medida preventiva que garantiza la calidad y el bienestar acústico de un recinto, mientras que el acondicionamiento puede tener un carácter corrector sobre un diseño inicial deficiente o insuficiente.

Calidad acústica de un recinto¹¹ – Pág. 496

A lo largo de todo el manual el parámetro principal de referencia para evaluar la calidad acústica de un recinto ha sido el nivel de presión sonora y se ha tratado al sonido como algo no deseado, es decir como un ruido. Las actuaciones frente a él (medidas preventivas y correctoras) están encaminadas a reducir su valor tanto en la fuente emisora (...). El propio aislamiento acústico se entiende y se expresa como una reducción del nivel de presión al transmitirse entre dos recintos (o entre un recinto y el exterior) a través de los elementos constructivos implicados (directo y flancos).

El estudio y el control del sonido en el interior del recinto requiere del establecimiento de sus propios parámetros de calidad que, si bien están relacionados de uno u otro modo con el nivel de presión, se refieren a otras características de la percepción y del confort sonoro que van más allá de atender a su simple valor y que, además, entienden el sonido con un enfoque totalmente diferente; este deja de considerarse como un ruido intruso para tratarlo como algo que se desea potenciar y percibir en las mejores condiciones posibles.

(...) Como la percepción es subjetiva, se ha tenido que desarrollar una serie de parámetros objetivos que, basados en la medición o cálculo de unas magnitudes físicas ligadas a la energía sonora, puedan relacionarse con la sensación subjetiva que producen.

El más conocido y fácil de calcular o medir, el **tiempo de reverberación**, trata con menos detalle el comportamiento sonoro y, quizá por ello, resulta ser el menos subjetivo y el que se relaciona más directamente con la respuesta “física” del recinto. Suele emplearse para caracterizar la calidad general de todo el espacio de la sala. Sin embargo, es el más indispensable en el diseño acústico y está relacionado con otros parámetros muy importantes en su calidad acústica, como es la inteligibilidad de la palabra, cualidad primordial en ciertos tipos de recintos: aulas, salas de conferencias, teatros, etcétera.

Con el tiempo y la experiencia se han ido estableciendo qué valores del tiempo de reverberación resultan más adecuados en función del uso del recinto, de su volumen, del tipo de fuentes o incluso del tipo de representación o de música interpretada.

Para el tema de la luz y la arquitectura, y especialmente el diseño de iluminación, los siguientes textos ayudarán a comprender el rol importante que cumple en la definición de los espacios, cada uno desde un

¹¹ AVILÉS LÓPEZ, Rodrigo y Rocío Perera M. (2017). **Manual de acústica ambiental y arquitectónica**. Madrid. Ed. Paraninfo.

enfoque particular pero todos situados en el contexto del mundo actual, sus problemáticas ambientales y características culturales.

PINTAR LA LUZ DEL SOL¹²

Fabio Restrepo Hernández

(...) Luz y arquitectura constituyen un binomio inseparable. La luz es el material principal con el que cuenta el arquitecto para construir el espacio, por lo tanto, es determinante que conozca sus propiedades, comportamiento y estrategias para su manejo.

El arquitecto contemporáneo debe actuar éticamente en el marco de la responsabilidad ambiental. La situación actual del mundo demanda una actitud responsable con el medio ambiente, que promueva la sostenibilidad y la salud del planeta con el propósito de garantizar un medio adecuado para la vida de las futuras generaciones. La UNESCO predice que para el año 2025, aproximadamente el 70% de la población del mundo habitará en las ciudades. Del mismo modo, los edificios de estas ciudades consumirán el 70% de la energía producida en el planeta; en un gran porcentaje, dicha energía se generará a partir de recursos naturales no renovables, que al consumirse producen daños irreparables en el medio ambiente. Esta es la base para proponer una nueva arquitectura, cuyas construcciones perduren en el tiempo, sean capaces de adaptarse a la evolución de la sociedad y asumir la evolución tecnológica de la humanidad. Una arquitectura que se inscribe de manera armónica y racional al medio ambiente y al clima, al tiempo que genera grandes beneficios, porque busca de manera simultánea la eficiencia en el consumo energético y la conservación de los recursos naturales.

Con el objetivo de promover la eficiencia energética, es posible aplicar diversas estrategias que se enfocan en disponer el proyecto arquitectónico racionalmente con relación a los elementos naturales (Orr, 2008). Este enfoque permite que el arquitecto logre las mejores condiciones interiores de habitabilidad, en términos térmicos y lumínicos, sin necesidad de recurrir al uso indiscriminado de sistemas de iluminación y climatización artificial. Esto solo es posible cuando existe un conocimiento y su interacción con los elementos naturales y, además, se tiene la disposición para integrar el uso de fuentes alternativas de energía al proyecto.

Los diseñadores modernos llenaron el mundo con edificios y desarrollos inmobiliarios divorciados de su contexto, existiendo como si estuvieran en un terreno alienígena desconectado de la ecología...y el lugar. (Orr, 2008)

El espacio interior y las áreas exteriores de los proyectos de arquitectura pueden iluminarse mediante una combinación de mecanismos que aprovechan la luz natural y sistemas artificiales, de alta eficiencia energética. Un 30% de la luz artificial que se produce para iluminar nuestras ciudades se desperdicia en detrimento de la oscuridad del cielo nocturno por una mala utilización de los aparatos de alumbrado, lo que produce problemas de contaminación luminosa (Narisada & Schereuder, 2004). Un proyecto de arquitectura lumínicamente eficiente utiliza al máximo la luz natural durante el día y en los momentos de poca iluminación, así como en la noche hace uso de sistemas eficientes de iluminación artificial, cuyo funcionamiento óptimo aprovecha el uso de sistemas electrónicos de control y la aparición de fuentes lumínicas de alta eficiencia, como las lámparas fluorescentes compactas y las basadas en la tecnología LED (light emitting diode).

A lo largo de la historia, todas las edificaciones han tenido que buscar formas de aprovechar o protegerse de la luz y la energía solar. Sólo recientemente aparece la iluminación artificial o eléctrica como parte integral del diseño arquitectónico y, en conjunto con la iluminación natural, suponen un componente fundamental para la eficiencia, confort, usabilidad y calidad de las edificaciones. Adicionalmente, la nueva tecnología también avanzó en el desarrollo de sensores precisos, instrumentación y métodos de recolección y análisis de datos de la luz natural y con ellos se estimuló la creación y aceptación de estándares y factores de calidad para regular estos nuevos dispositivos. Como consecuencia de ello, a

¹² VILLAZON GODOY, R. (2017) *Luz / Materia. Estrategias proyectuales para la iluminación de espacios arquitectónicos*. Ediciones Uniandes, Facultad de Arquitectura y Diseño de la Universidad de los Andes. Bogotá, Colombia.

partir de la década de los setenta se inicia una corriente en la arquitectura que busca el aprovechamiento de la luz y la energía solar, lo cual estimuló la aparición de conceptos como el “diseño pasivo” y el “edificio verde” (Kittler, Kocifaj, & Darula, 2012). (...)

APUNTES SOBRE DISEÑO DE ILUMINACIÓN¹³

Hugo Fauzi - Historiador y colaborador de Iluminet

Iluminar siempre ha sido una necesidad del ser humano, en cambio el diseño de iluminación es un fenómeno contemporáneo que dio inicio hace sólo unas décadas. Alumbrar es un primer paso, hacer de un espacio un lugar visible y funcional cuando la luz natural no basta, ya sea porque es un lugar cerrado o ha descendido la noche es una labor que requiere sensibilidad y vastos conocimientos.

El diseño de iluminación busca hacer de la luz un lenguaje que ayude a hablar a los espacios. Los muros callan con una iluminación homogénea, los detalles que pudiera tener se pierden; la luz obliga a los espacios a hablar y a las personas que los ocupan a ver lo que tienen que decir. Con un haz de luz bien dirigido, con la cromaticidad, temperatura y dirección adecuada el espacio puede dar mensajes de acogida, de asepsia, de extrañeza, de excitación. La luz es tan vital en los espacios que puede hacer que uno mismo sea percibido de maneras totalmente distintas.

El diseño de iluminación señala, delimita, expande y crea atmósferas a través de la luz. La profesión requiere una capacidad estética y también -y no menos importante- una capacidad técnica porque la luz, si bien siempre cotidiana, es uno de los fenómenos físicos más complejos. La luz, de naturaleza dual, no se deja moldear por manos inexpertas y, caprichosa, sólo obedece a quien conoce de fondo su comportamiento. La profesión es, por lo tanto, exigente en conocimientos y habilidades.

Sin embargo, al señalar lo bello, lo monumental, los espacios que destaca sobre todo lo demás, el diseño de iluminación también esconde. Las periferias empobrecidas viven en semipenumbra alumbradas, en el mejor de los casos, por una iluminación deficiente. Mientras las zonas patrimoniales, económicas y financieras de las grandes ciudades se iluminan bellamente gracias a una profesión que se consolida, otros espacios permanecen marginados. Hay que reconocer, a nuestro pesar, que el ejercicio de esta profesión remarca y profundiza las desigualdades existentes en nuestras sociedades. Este es un problema al que se debe hacer frente si se quiere que la profesión sea socialmente significativa para un mayor número de personas.

La luz tiene un enorme potencial estético, social e incluso científico. Tras miles de años de aceptar su presencia, la luz se ha convertido en una de las mayores herramientas para el presente y, esperemos, para un mejor futuro.

LA TOPOLOGÍA DE LA OBSERVACIÓN¹⁴

Miguel Angel V. Calanchini MIES. Assoc. IALD - San Miguel de Allende, Guanajuato, México, 2018.

Para los que nos dedicamos con la propiedad requerida a ser diseñadores de iluminación, no resulta extraño el desconcierto que provocamos a quienes no están familiarizados con nuestra profesión, les causamos asombro y escepticismo cuando descubren que existe una disciplina vastamente técnica y ampliamente artística coexistiendo en el mismo espacio.

Esta profesión también enfrenta el reto de colaborar y aportar algo aquellos que, sin el conocimiento de esta disciplina, predisponen sus expectativas basándose en experiencias fallidas, en sus intentos y fracasos por haber desarrollado con superficialidad esta actividad que impacta directamente sobre los resultados haciéndolos visibles. Aquí está nuestro motor creativo primordial, que se traduce en una constante búsqueda por alcanzar y superar las expectativas.

¹³ ILUMINET (2018) *Diseño de iluminación en Iberoamérica*. Pág. 8. Ciudad de México.

¹⁴ ILUMINET (2018) *Diseño de iluminación en Iberoamérica*. Pág. 9. Ciudad de México.

Un debe contar con un amplísimo repertorio de fundamentos teóricos y técnicos básicos para el entendimiento mínimo del actuar de las fuentes de luz, tanto la natural como la artificial. Debe saber cómo se produce y transmite la luz, conocer los secretos que sentaron los precedentes de la progresiva tecnología de la iluminación, desde sus inicios a la fecha, aspectos esenciales que se traducen en la genealogía de la luz. Debe dominar la noción elemental del comportamiento de la luz en el espacio y la forma en que ésta manifiesta su interacción con las superficies. Conocer la causa y el efecto desde las aplicaciones netamente prácticas y tradicionales, hasta lo más innovador y experimental, así como sus efectos en los seres vivos. Todo esto modela el perfil de un iluminador.

No podemos negar el poder de transformación inherente a la naturaleza de la luz, este que funge como modificador absoluto. La luz es un componente que aporta contenido, que hace visibles los objetos y los manifiesta en el entorno. Un intangible con la capacidad de transformar la apariencia del espacio y el comportamiento de las personas dentro de los ambientes edificados que habitan, un elemento abstracto, pero claramente influyente e innegable.

La correcta iluminación va más allá de la burda necesidad para desarrollar actividades visuales elementales, donde la uniformidad lumínica satisface cabalmente la tarea encomendada, la iluminación además posee un componente emocional inherente a la luz y es ahí donde el campo técnico se entremezcla con la psicología de la percepción, con las capacidades creativas de la narrativa visual, con el arte de saber conceder jerarquías.

La correcta aplicación de la luz en el espacio puede permitir una aproximación como disciplina desde múltiples perspectivas: como una tecnicidad gobernada por sus normas, centrada en la numeralia y sus características cuantitativas, altamente teóricas; versus la emocionalidad que produce desde una postura subjetiva, lo perteneciente a la luz evocadora de la imaginación, de la memoria y las conductas más primitivas.

Estos conocimientos podrían parecer casi místicos para quienes no participan de su entendimiento, pero el poder transformador de la luz está basado en la dedicada y precisa observación de la naturaleza. En nosotros está la capacidad de reproducir con precisión estos fenómenos lumínicos a voluntad.

Iluminar es poder transmitir información visual, conferir jerarquías, generar patrones y secuencias, guiar, infundir seguridad, exaltar, producir asombro y difundir mensajes implícitos aprovechando la resonancia que la vista produce sobre los demás sentidos. Iluminar es confabular con el espacio, acotarlo, dilatarlo, extender y borrar sus límites, comprender que la materia sólida se puede cambiar de contexto según nuestra percepción.

Los diseñadores de iluminación, portadores de estos conocimientos, deben ahondar y hacer reflexiones sobre la nueva naturaleza de la luz y su futuro, asumir con responsabilidad la labor como co-creadores en la percepción de la luz, y por consecuencia, la construcción mental del espacio iluminado.

Debemos poseer la formalidad y el conocimiento técnico necesario para poder traducir una idea a un proyecto constructivo con absoluta posibilidad de ser materializado y, al mismo tiempo, la ingenuidad para explorar toda posibilidad creativa, desprendidos de los rígidos y limitantes cánones propios de las aplicaciones comerciales, en una búsqueda constante por ser innovadores.

Los diseñadores de iluminación debemos actuar cada vez más como agentes de cambio. Estar activos dentro del desarrollo de la industria que nos alienta y soporta. Tomar fehacientemente las herramientas existentes para prototipar lo que no esté disponible o al alcance de la mano, sin perder de vista que el usuario es lo más importante. Se trata de brindar nuestros conocimientos de diseño al servicio de quienes viven y usan los espacios, reconociendo que la LUZ es sólo de quien la observa.

LA RELEVANCIA DEL COLOR EN LA ILUMINACIÓN ARQUITECTÓNICA¹⁵¹

Carlos Augusto ZOPPI*, Darío SUÁREZ**

¹⁵ Resumen de Ponencia presentada en JORNADAS NACIONALES DEL COLOR 2017. Organizado por GAC Grupo Argentino del Color y Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de Mar del Plata. 10 y 11 de noviembre de 2017

*Cátedra de Instalaciones III – **Instituto del Color

Es conocida la relevancia que la luz ha tenido a través del tiempo, en la configuración de los espacios y sus cualidades; es quizás el elemento más importante en nuestra percepción de la arquitectura. La luz revela el color y las formas, nos sitúa temporal y espacialmente, destaca cualidades de los materiales y condiciona nuestros comportamientos. A su vez, estas variables tienen la capacidad de influir en el tono del ambiente.

En las últimas décadas se han introducido cambios significativos en la iluminación artificial eléctrica, devenidos de los avances tecnológicos en relación a sus características espectrales, ya que la luz tiene la capacidad de modificar la percepción de los espacios, las personas y los objetos.

Respecto al diseño lumínico han ido cambiando los paradigmas, acompañados de la evolución tecnológica y los intercambios de experiencias entre diferentes disciplinas, los cuales han enriquecido el debate sobre el rol de la iluminación. Así, se ha pasado de considerarla solo en sus aspectos cuantitativos, a atender otros como los factores humanos y las nuevas demandas culturales de la sociedad posmoderna. Lo significativo en la iluminación contemporánea es que se ha dejado de considerarla solo una herramienta funcional para aprovecharla como lenguaje formal.

El color es un hecho psicofísico, por ello la percepción de color resulta de la interacción entre una fuente luminosa, las características de reflectancia y transmitancia de los materiales, y la respuesta visual de un observador. Modificando las características espectrales de emisión de la fuente luminosa, el resultado será diferente respecto al color percibido en el espacio, tanto en aspectos perceptuales como emocionales. Para ello se debe distinguir entre color luz, color pigmento y luz de color.

*Entre los parámetros cualitativos relevantes vinculados al color, el tono, el **índice de reproducción cromática** y el **color de la luz** resultan los más significativos donde detener esta mirada. Por lo tanto, la consideración de las variables del color de la luz en la arquitectura actual se convierte en una oportunidad de explorar posibilidades y asumir nuevos desafíos.*

LA LUZ Y EL COVID-19, MÁS ALLA DEL DISEÑO DE ILUMINACIÓN

Carlos Augusto Zoppi – Córdoba, abril de 2020

En el contexto actual que estamos viviendo como un hecho histórico de escala mundial, la pandemia provocada por el COVID-19, he considerado pertinente incorporar, también en este documento introductorio, un artículo (Con tecnología LED-UV logran esterilizar 99.9% de coronavirus en 30 segundos) que se refiere a la importancia de la luz en la lucha contra este flagelo.

Para ayudar a interpretar ese artículo y otros que han sido incluidos en este documento, he considerado pertinente adelantar algunos contenidos de INSTALACIONES 3-A, como lo es la luz desde sus aspectos físicos y perceptuales.

*La luz es energía radiante que es capaz de excitar la retina del ojo humano y producir la sensación visual, y en consecuencia el proceso de percepción visual. Así, podemos ubicar **la luz como hecho físico** que sucede fuera de los seres vivos y la **sensación visual, como un hecho fisiológico** inherente a los seres vivos. Por ello, comprender ampliamente a la luz en el diseño lumínico implica acercarse a las leyes físicas como también a la respuesta del ser humano a esa energía. La energía radiante puede provenir de fuentes naturales o de fuentes artificiales, como las lámparas y las nuevas tecnologías capaces de producir luz.*

La luz es la **sensación producida** en el ojo humano por las **ondas electromagnéticas**, como un movimiento ondulatorio ordenado de particular inmatériaes llamadas fotones. Este tipo de ondas no necesitan ningún medio material para propagarse, lo cual diferencia claramente la luz del sonido. Se caracterizan por una **longitud de onda** (λ) y por una **frecuencia** (f). La longitud de onda de las ondas electromagnéticas visibles suele medirse en **nanómetros** (1 nm = una millonésima de metro).

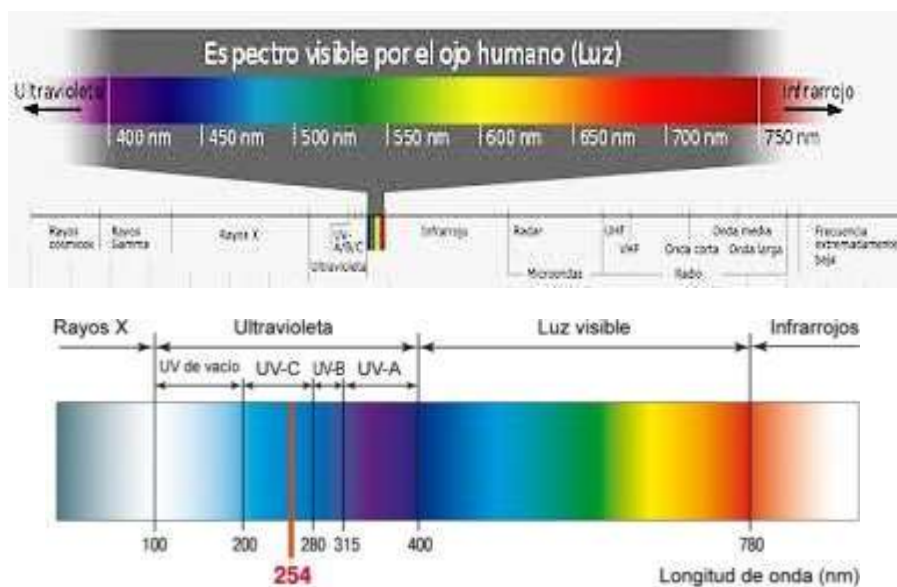
Las **ondas electromagnéticas** propagan energía producida por oscilaciones de campos eléctricos y magnéticos y no necesitan un medio material de propagación. Por ejemplo, la luz, que también puede

propagarse en el vacío.

Las teorías ondulatoria y cuántica permiten una representación de la energía radiante en una sucesión ordenada según la longitud de onda o la frecuencia. Este ordenamiento se llama **espectro**. En el extremo de las frecuencias más altas, de mayor energía están los rayos cósmicos, emitidos durante reacciones nucleares, que poseen longitudes de onda que son menores aún que las dimensiones atómicas. En el otro extremo, se encuentran las ondas largas, utilizadas para comunicaciones de radio, son longitudes de onda que van desde los kilómetros hasta unos pocos milímetros. Entre estos dos extremos están las radiaciones **UV (ultravioletas)**, las **Visibles** y las **IR (infrarrojos)**.

En la región visible del espectro las unidades más comúnmente usadas son el Angstrom (equivalencia: $1 \text{ \AA} = 10^{-10} \text{ m}$), el nanómetro ($1 \text{ nm} = 10^{-9} \text{ m}$) y el micrómetro ($1 \text{ mm} = 10^{-6} \text{ m}$), siendo el nanómetro la unidad más utilizada. Las tres regiones del espectro electromagnético que son de mayor importancia en el campo de la luminotecnia son la **radiación ultravioleta (UV)**, la **radiación visible (RV)** y la **infrarroja (IR)**. (Colombo, E., 2000, p. 31)

El campo (espectro) de las **ondas electromagnéticas visibles** por el hombre se extiende desde 380 a 780 nm. Las ondas más largas corresponden al extremo visible rojo (colindante con el campo de las radiaciones infrarrojas, las cuales no son ya visibles, pero tienen propiedades caloríficas); las ondas más cortas corresponden al extremo visible violeta (cercano a las radiaciones ultravioletas, tampoco visibles, pero que favorecen las reacciones fotoquímicas).



Ondas electromagnéticas visibles de distinta longitud de onda dan una percepción (visibilidad) distinta de los objetos y de su color. En realidad, el color es una sensación óptica que depende del conjunto de las longitudes de onda que un cuerpo no absorbe, o sea, que refleja. Por ejemplo, un cuerpo blanco refleja todas las ondas electromagnéticas visibles en tanto que un cuerpo negro las absorbe.

La sensibilidad del ojo humano es máxima para el color verde-amarillo (555 nm) y cae rápidamente tanto del lado del ultravioleta y del infrarrojo. Se dice que una luz es *monocromática* si está constituida por ondas de igual longitud, que revelan un solo color (por ejemplo, las lámparas de vapor de sodio de baja presión o los LED monocromáticos R, G o B). La luz solar o la de una lámpara de incandescencia, en cambio, son de *espectro continuo* (luz blanca) porque comprende toda la gama de las longitudes de onda visibles. Un rayo de luz blanca, al atravesar un prisma de cristal, se descompone en los colores fundamentales. La sucesión de los colores del espectro visible es la misma que la del arco iris. El láser es la fuente de luz que con mayor aproximación que emite radiación monocromática.

Las **radiaciones ultravioletas (UV)**, tienen la capacidad de eliminar varios tipos de bacterias y virus, así como también son reconocidos por la incidencia negativa que tienen sobre los humanos. La radiación UV emitida por el sol es causante de diversas enfermedades cutáneas, y aún más por la disminución de la capa de ozono. Pero en iluminación nos interesan particularmente porque muchas de las fuentes luminosas tienen emisión de esas radiaciones invisibles, pero que causan deterioro sobre los objetos iluminados, por ejemplo, la decoloración. Asimismo, las fuentes emisoras de radiación UV son utilizadas comúnmente como esterilizadores y detectores de billetes falsos.

Las **radiaciones infrarrojas (IR)** entre otros usos, son utilizados como rayos en los controles remotos de equipos electrónicos, como también en cámaras de visión térmica, las cuales generan una imagen a partir de los diferentes niveles de calor que emite un objeto. La mayoría de las antiguas lámparas incandescentes emitían principalmente radiación IR, provocando el calentamiento de los objetos y el entorno. Esa es una de las razones por las que fueron discontinuadas en su producción mundial, ya que solo el 10% de la energía consumida (W) la transformaban en radiación visible (flujo luminoso, en Lúmenes).

Tal como se expresaba al inicio de este Documento de trabajo, los siguientes textos pretenden contextualizar los diferentes conceptos, materiales y métodos desarrollados para introducirnos en las temáticas de la Luminotecnia y la Acústica. Desde este **nuevo enfoque de INSTALACIONES 3-A** se pretende que los futuros arquitectos comprendan la interrelación entre **sonido, luz y espacio**, e interpreten los materiales, las técnicas y las estrategias para incorporar a la luz y el sonido desde la génesis del proyecto de manera integral. La unidad didáctica 1 pretende no solo una introducción conceptual, sino que estos sirvan de referencia para el desarrollo de las otras unidades

Arq. Carlos A. Zoppi
Prof. Titular de INSTALACIONES III-A
Córdoba, marzo de 2024

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