



# **Iluminación arquitectónica y ritmo circadiano: fundamentos biológicos y criterios de diseño**

Daniela Rodríguez Castro

Trabajo de grado presentado para optar al título de Arquitecto

Directora

Natalia Uribe Lemarie Doctor (PhD) en Educación

Universidad Pontificia Bolivariana

Escuela de Arquitectura y Diseño

Arquitectura

Medellín, Antioquia, Colombia

2025

---

El contenido de este documento no ha sido presentado con anterioridad para optar a un título, ya sea en igual forma o con variaciones, en esta o en cualquiera otra universidad.

### **Agradecimientos**

Quiero agradecer principalmente a mi profesora y asesora, Natalia Uribe, por su acompañamiento, orientación y dedicación al desarrollo de esta tesis, donde sus enseñanzas y conocimientos fueron clave para fortalecer mi proceso, gracias por cada palabra de motivación.

A mis padres, por su amor incondicional y su apoyo inquebrantable, por ser el pilar de cada uno de mis logros. Gracias por su paciencia, por impulsarme siempre a dar lo mejor y por enseñarme que la constancia y la pasión son el camino hacia el éxito. Gracias por permitirme estudiar esta carrera y motivarme a seguir adelante. Cada paso hacia adelante se los debo a ustedes.

---

**Tabla de contenido**

Resumen .....	8
Abstract .....	9
Introducción .....	10
Antecedentes: .....	12
Pregunta de investigación.....	14
Objetivos. ....	14
Objetivo general.....	14
Objetivos específicos. ....	14
Metodología .....	15
Componente conceptual .....	17
Mapa conceptual: .....	18
Ritmo circadiano. ....	18
Diseño de iluminación arquitectónica. (Artificial o natural).....	21
Percepción y salud ambiental del usuario. ....	23
Componente contextual.....	26
Línea de tiempo.....	27
Avances médicos enfocados en la cronobiología. ....	27
Intervención hospitalaria en la cronobiología.....	30
Integración de la tecnología lumínica. ....	32
Componente empírico .....	35
Cuadro de variables/ conceptos guía.....	36
Instrumentos desarrollados.....	37
Análisis de la información. ....	40
Conclusiones .....	46

---

Referencias .....48

---

**Tabla de imágenes**

<b>Imagen 1</b> Mapa conceptual de investigación. (Elaborada por autor) .....	18
<b>Imagen 2</b> Curva efecto Purkinje .....	21
<b>Imagen 3</b> Línea de tiempo. (Elaborada por autor).....	27
<b>Imagen 4</b> Flor de Linneo. ....	28
<b>Imagen 5</b> Secreción de melatonina con respecto a la luz del día. (Zeitzer et al., 2005) .....	29
<b>Imagen 6</b> Chromaviso .....	32
<b>Imagen 7</b> Caso de Estudio: Hospital San Vicente Fundación Elaborado por autor .....	40
<b>Imagen 8</b> Caso de Estudio: Hospital San Vicente Fundación Elaborado por autor. ....	41
<b>Imagen 9</b> Caso de Estudio: Clínica de las Américas Auna. Elaborado por Autor. ....	42
<b>Imagen 10</b> Caso de Estudio: Clínica de las Américas Auna. Elaborado por autor. ....	43
<b>Imagen 11</b> Cuestionario Percepción espacial. Elaborado por autor .....	44
<b>Imagen 12</b> Cuestionario Ritmo circadiano. Elaborado por autor. ....	45

**Lista de tablas**

**Tabla 1** Tabla de variables. Elaborada por autor.....36

**Tabla 2** Tabla de instrumentos. Elaborada por autor.....37

---

## Resumen

En la tesis presentada se evidencia como tema principal, la manera en la que la iluminación influye en el ritmo circadiano, en la fisiología y en la percepción de los seres humanos, demostrando así que es posible que el funcionamiento de un organismo varíe según el tipo de espectro luminoso que utiliza a lo largo de los días o en su cotidianidad, además de la dirección y la intensidad del mismo. La investigación tiene un enfoque perceptible en espacios de carácter hospitalario, esto debido a que son lugares en los cuales se puede estudiar como el tipo de iluminación influye, tanto en pacientes con deficiencias en la salud, como en personal médico, quienes deben permanecer en constante actividad y estado de alerta.

A partir de esto, el objetivo principal es analizar las estrategias e intervenciones lumínicas que pueden actuar como estabilizadores en el rendimiento, salud y concentración del ser humano dentro de espacios habitables. Desde una mirada metodológica, se realizó una recopilación de información de cada uno de los conceptos para posteriormente construir un argumento sólido en donde, por medio de casos de estudio y experiencias narradas, se demostrara la influencia de la orientación de vanos, control lumínico, acceso solar y distribución de fuentes artificiales en el sistema neurológico y fisiológico.

Consecuentemente, los resultados evidencian la integración y sincronización circadiana, mejorando procesos de recuperación en pacientes a través de componentes arquitectónicos diseñados para favorecer el bienestar humano.

*Palabras clave:* iluminación, ritmo circadiano, percepción espacial, cronobiología, arquitectura hospitalaria.

---

### Abstract

This thesis examines how lighting influences human circadian rhythm, physiology, and perception, demonstrating that the functioning of the human body varies depending on the light spectrum, direction, and intensity to which it is exposed throughout the day. The research focuses on hospital environments, as these provide optimal conditions to study the effects of lighting on both patients whose health may be compromised, and medical staff, who must maintain continuous activity and alertness.

The main objective is to analyze lighting strategies and interventions that can serve as stabilizing factors for human performance, health, and concentration within architectural spaces. Methodologically, the research combines theoretical and empirical approaches to build a well-supported argument based on case studies and experiential analyses. These demonstrate the impact of window orientation, daylight control, solar access, and artificial light distribution on neurological and physiological processes.

Consequently, the findings reveal that the integration and synchronization of circadian lighting in architectural design not only enhances patient recovery but also promote overall human well-being and performance.

*Keywords:* lighting, circadian rhythm, spatial perception, chronobiology, healthcare architecture.

---

## Introducción

El ser humano, está constantemente en búsqueda de entender los estímulos que genera el entorno en el sistema biológico, con el fin de satisfacer sus necesidades. Para esto, es importante reconocer que el espacio en el que se habita afecta directamente el comportamiento, estado emocional y salud fisiológica de los individuos. Por esta razón, en la actualidad, en el diseño arquitectónico resulta importante reconocer los factores que intervienen en esta relación y consecuentemente, el impacto que genera en el ritmo y sistema biológico del cuerpo humano.

Teniendo en cuenta que, el individuo se comporta dependiendo de la interacción con el espacio físico, es posible interpretar las sensaciones que transmiten los lugares de manera inconsciente, donde más allá de la estética o la funcionalidad, se genera un impacto directo con la energía y la percepción sensorial del usuario.

La iluminación es un factor indispensable en la arquitectura que se ha venido estudiando, esta tiene repercusiones directas con la forma en la que el ser humano se desempeña, en su ciclo de sueño y vigilia y en su capacidad de concentración a lo largo del día. Por consiguiente, esta investigación se basa en la manera en la que la iluminación arquitectónica influye sobre el ritmo circadiano de los humanos, y como, desde el diseño arquitectónico, es posible proponer espacios habitables que generen bienestar emocional en los usuarios, tomando como referente, centros hospitalarios donde prima la relación entre la salud de los pacientes y el espacio en el que se encuentran, también, las afecciones que presenta la iluminación en la concentración y el estado de alerta de los profesionales de la salud.

El ritmo circadiano es un ciclo biológico interno que regula las funciones como el sueño, la vigilia, la temperatura corporal y la secreción hormonal, el cual es altamente sensible a los estímulos lumínicos tanto naturales, como artificiales. Dicha iluminación es fundamental para la sincronización del ritmo circadiano, teniendo en cuenta la fisiología de los seres humanos, es decir, a través de la luz nuestro cerebro coordina y regula gran parte de su funcionamiento con el mundo exterior, a través de estímulos. Así, la arquitectura tiene la responsabilidad de integrar esos principios biológicos en el diseño de espacio. Sin embargo, muchas de las edificaciones hoy en día responden a criterios técnicos sin tener en cuenta las necesidades fisiológicas de los usuarios, lo que puede afectar el ritmo biológico, la salud y la productividad del usuario.

---

Esta investigación parte de la necesidad de profundizar la relación luz- cuerpo – espacio con el fin de aportar, por medio del diseño arquitectónico, a una preocupación que ha sido previamente estudiada desde la neurociencia y la psicología, trayendo a la actualidad la consciencia de pensar la arquitectura desde una perspectiva bio adaptativa, donde el diseño lumínico no solo esté basado en la estética, sino también en los procesos naturales del cuerpo humano.

Partiendo de esta premisa, este estudio radica en su aplicabilidad práctica, comprendiendo variables como la intensidad, la orientación y la influencia del ciclo de la luz en el ritmo circadiano, especialmente en lugares donde las personas permanecen durante largos periodos de tiempo expuestas a diferentes condiciones lumínicas, tales como los hospitales, logrando así analizar en dichos contextos, las alteraciones que se pueden derivar en trastornos del sueño y disminución del rendimiento cognitivo.

Para llevar a cabo la investigación, se estructuran tres momentos: el primero desde una perspectiva metodológica, se realiza el análisis conceptual y teórico por medio de revisiones bibliográficas; en el segundo se realiza una exploración empírica por medio de un caso de estudio que permitirán comprender como se manifiesta este fenómeno en espacios construidos y por último, se realizan observaciones directas y encuestas con respecto al caso de estudio, para comprender como los usuarios experimentan la influencia lumínica y como esto afecta su ciclo biológico y ritmo circadiano.

Consecuentemente, al finalizar este estudio, será posible definir criterios proyectuales y de diseño que integren la luz como una herramienta de regulación del sistema circadiano humano, proponiendo también estrategias de diseño lumínico que favorezcan el estado de los usuarios, proyectando una visión sensible del habitar contemporáneo.

### **Antecedentes:**

La iluminación en relación con el cuerpo humano ha sido un tema que, a lo largo del tiempo, se ha abordado desde diferentes perspectivas o disciplinas, desde la neurociencia, la medicina, la ergonomía, el diseño de interiores y la arquitectura. Para comprender los conceptos comprendidos en esta investigación se revisaron diferentes antecedentes que permiten contextualizar el tema de investigación dentro de un marco teórico más amplio y desde diversos enfoques.

A través de estas investigaciones se ha logrado comprobar que la luz tiene influencias y efectos directos sobre funciones biológicas como lo es el ritmo circadiano. Así, estos hallazgos se han trasladado al campo arquitectónico llevando a cabo un análisis de la influencia de las condiciones y el diseño lumínico en el bienestar de los usuarios. Se ha recopilado información de diferentes estudios que han contribuido a las bases de esta investigación abordando temas como la fundamentación biológica del ritmo circadiano, y su vínculo con la iluminación y la arquitectura.

El ritmo circadiano se entiende como una variable biológica que depende directamente de ciclos de luz y oscuridad en un intervalo de tiempo determinado. Diversos estudios demuestran como la exposición a diferentes espectros lumínicos influyen en la secreción hormonal y en la sincronización o equilibrio del reloj biológico del ser humano. En este sentido, en el artículo **Optimización del campo lumínico para promover un adecuado ritmo circadiano en centros de trabajo de actividad continuada**, se plantea que la luz, más allá de cumplir con una función técnica, cumple un papel fisiológico determinante en la regulación de sueño, la concentración y la recuperación de procesos de salud. “La integración entre la iluminación natural y artificial en espacios de actividad continua permite medir y controlar el impacto biológico de la luz mediante métricas circadianas aplicadas a la arquitectura” (Teresa Aguilar Carrasco et al., 2024)

Aquí los autores demuestran desde metodologías científicas como la iluminación influye en la permanencia de usuarios en un espacio específico, asimismo, como el mismo usuario se desenvuelve en estos entornos laborales o institucionales de actividad continua. A partir de fundamentos sólidos se logra comprender como funciona la sincronización entre el cuerpo humano y el diseño lumínico en espacios habitables, utilizando este mismo como herramienta proyectual que actúa sobre el comportamiento humano y la salud ambiental.

Desde la neuroarquitectura, se entienden las reacciones emocionales de los usuarios de ante estímulos sensoriales, especialmente la luz. Tal y como se señala en el artículo **Neuroarquitectura**

**aplicada al proceso de diseño**, la luz se convierte en un agente regulador de estados de ánimo y equilibrio neurofisiológico, en donde se pueden generar ambientes de calma, atención o descanso. En el caso de los espacios hospitalarios, al ser un lugar donde se requiere una actividad constante con una carga emocional importante, es importante diseñar estrategias bioadaptativas que respondan a las necesidades biológicas del usuario, así la experiencia arquitectónica no comprenderá un impacto solo visual sino también emocional y de salud. “Los entornos físicos influyen directamente en la actividad cerebral, afectando la producción de melatonina y la sincronización del ritmo circadiano” (Cristina et al., 2021)

Para regular estos procesos, la iluminación debe contar con un equilibrio entre la intensidad, el color y la tonalidad de la luz en horarios tanto nocturnos como diurnos, buscando así estrategias que respondan a la neurología del ser humano.

La arquitectura hospitalaria recibe un trato lumínico más complejo y completo ya que incide directamente en procesos de recuperación y estabilidad emocional de los pacientes, asimismo, en los estados de ánimo y actividad del personal médico. Según el artículo **Nivel de iluminación natural en la arquitectura hospitalaria**, a través de investigaciones y herramientas como fichas de observación, se logra demostrar que la iluminación influye tanto en la percepción espacial como en la eficacia de los tratamientos, de manera que la regulación de la iluminación tanto natural como artificial debe ser totalmente controlada. El ingreso de luz solar es indispensable en los procesos de recuperación, por lo tanto es fundamental la orientación de los vanos y la calidad del ingreso de la luz solar, así, se evidencia cómo la luz natural se convierte en un recurso arquitectónico esencial para promover la recuperación, la concentración y la salud integral en espacios de alta sensibilidad fisiológica. “La luz natural mejora el estado emocional de los usuarios y activa procesos biológicos que sincronizan los ciclos de sueño y vigilia” (Torres Loyola, 2024)

El concepto de la luz como elemento terapéutico surge de la convergencia entre tecnología, percepción y salud, argumentando la necesidad de nuevos recursos o estrategias lumínicas que ajusten patrones que beneficien la salud del usuario y aumenten el confort en el espacio. Para encontrar dichas estrategias y entender el funcionamiento y la trascendencia de la iluminación, se toma en cuenta el artículo **Arquitectura y luz HHL. Iluminación híbrida centrada en la salud**, en el que “La combinación equilibrada entre luz natural y artificial permite mantener la estabilidad

biológica y emocional del usuario” (Muros Alcojor & Perdomo, 2021). Este planteamiento amplía la visión de la luz en la arquitectura, reconociéndola como un fenómeno biológico que trasciende lo estético y lo funcional. De esta manera, logra ajustar las funciones neurológicas y los patrones de descanso proporcionando armonía entre el espacio y el cuerpo. Por esta razón es necesario diseñar de manera consciente para potenciar los ritmos biológicos del cuerpo humano, consolidando un modelo de arquitectura que prioriza la salud y el bienestar.

### **Pregunta de investigación.**

¿De qué manera la iluminación influye en el ritmo circadiano humano, y cómo puede ser diseñada conscientemente para mejorar la salud y el rendimiento en los espacios hospitalarios?

### **Objetivos.**

#### ***Objetivo general.***

Analizar la incidencia de la iluminación arquitectónica en la regulación del ritmo circadiano y el bienestar humano, con el propósito de establecer criterios de diseño que optimicen la salud y el rendimiento funcional de los usuarios en espacios hospitalarios.

#### ***Objetivos específicos.***

Teórico/conceptual: Argumentar los fundamentos biológicos del ritmo circadiano humano y su relación con la luz natural y artificial en el entorno construido, a partir de estudios científicos sobre la fisiología lumínica.

Contextual: Examinar el impacto de la iluminación en la salud y el bienestar de usuarios en entornos hospitalarios, identificando cómo la luz natural y artificial incide en el rendimiento, el sueño y los procesos de recuperación.

Empírico: Analizar casos de estudio y evidencia empírica de usuarios de espacios hospitalarios donde se implementen estrategias lumínicas e intervenciones arquitectónicas orientadas a la regulación circadiana.

## Metodología

La metodología de esta investigación se desarrolla desde un enfoque cualitativo, buscando comprender la relación entre la iluminación y el ritmo circadiano, por medio de la percepción espacial y la experiencia sensorial de las personas que frecuentan los lugares a estudiar. La recolección de información inicia a partir de textos de diferentes autores quienes ya han investigado acerca de los temas anteriormente, a partir de esto, se interpretan propiamente los fenómenos ambientales y de diseño, vinculándolos así con la salud y el bienestar de los usuarios. Por medio de casos de estudio ubicados en la zona local de Medellín, se logra argumentar el propósito de la investigación, de manera que, al realizar un análisis espacial, se obtengan argumentos y demostraciones que justifiquen los hallazgos expuestos.

Se recolectará información sobre las condiciones lumínicas de espacios (tanto artificial como natural) su comportamiento en espacios hospitalarios, y como la distribución de vanos y accesos de luz natural, orientación, control lumínico y el bienestar ambiental afectan a los usuarios. Por otro lado, se investigará desde la perspectiva de diferentes disciplinas, como el ritmo circadiano se ve afectado según el tipo de espacio que se habite, teniendo en cuenta documentación y antecedentes de estudios previos que respalden, tanto el funcionamiento fisiológico y neurológico del cuerpo humano, como la importancia del ritmo circadiano en entornos arquitectónicos.

Después de formar argumentos a través de todos los hallazgos, se presentan unidades de análisis conformadas por los espacios seleccionados en los casos de estudio, el hospital San Vicente Fundación en Rionegro y la clínica Las Américas Auna sede Envigado. Se realizarán entrevistas al personal que recorre dichos espacios, el personal médico, los pacientes y visitantes, cuya percepción permitirá identificar los efectos y consecuencias del tipo de iluminación que reciben y a partir de esto, concluir como la percepción y experiencia espacial afecta el ritmo circadiano de cada usuario, teniendo en cuenta las características arquitectónicas del lugar.

Como instrumentos para argumentar la investigación, se desarrollan cuestionarios y entrevistas enfocadas a un público específico dando a entender cómo funciona el ritmo circadiano en sus cuerpos, se realizan guías de observación, mapeos y registros fotográficos que evidencien las variables lumínicas y perceptivas en los espacios. Esto se desarrollará con base a los casos de estudio donde se realiza un trabajo de campo o recorrido por dichos espacios donde se estudian

áreas específicas que se registran luego en planimetrías, realizando también una comparación entre ambos lugares y como se desarrollan en su entorno o contexto próximo.

Se espera obtener un resultado en donde se logre realizar una caracterización de las condiciones lumínicas de hospitales ubicados en zonas tanto rurales como urbanas, y a partir de esto, realizar una interpretación técnica y argumentada sobre como las condiciones del espacio influyen en la percepción del espacio y en la salud ambiental de los usuarios. Así, como eje fundamental de la investigación, se espera comprender o generar criterios para interpretar el funcionamiento del ritmo circadiano en cada persona, y cómo integrar el diseño de espacios arquitectónicos con el bienestar y la salud del usuario de forma consciente.

---

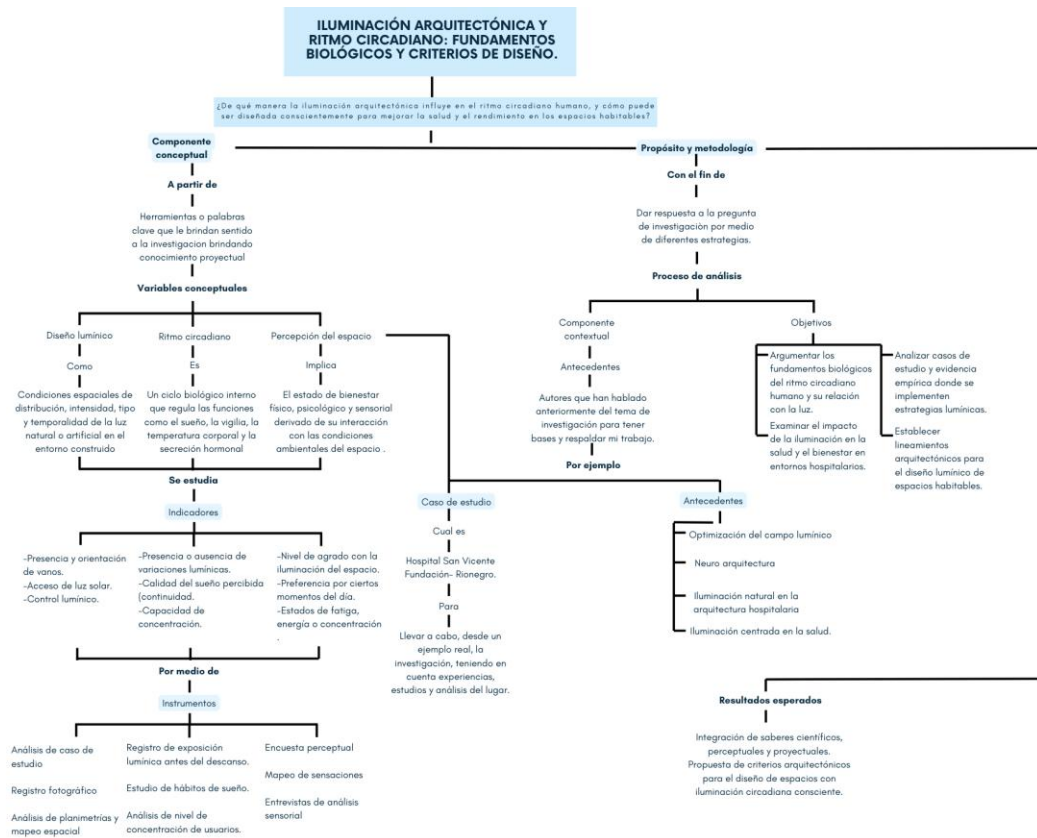
### **Componente conceptual**

Con el fin de comprender la manera en la que ciertos factores espaciales impactan procesos fisiológicos y neurológicos del cuerpo humano, se estudiarán más a fondo los conceptos implicados, partiendo de la pregunta de investigación: ¿De qué manera la iluminación influye en el ritmo circadiano humano, y cómo puede ser diseñada conscientemente para mejorar la salud y el rendimiento en los espacios habitables?

Así, se logrará comprender, como se manifiesta la influencia del ritmo circadiano en el diseño lumínico y el bienestar de los usuarios. Se desarrollan estos conceptos con base en descubrimientos o procesos científicos, reflexiones teóricas y proyectuales de diferentes autores, y la construcción de argumentos justificados desde diferentes disciplinas, como la neurociencia, la arquitectura y la biología. A partir de tres ejes principales: el ritmo circadiano como proceso biológico sincronizado por la luz, el diseño de la iluminación arquitectónica como herramienta de regulación espacial, y la percepción y salud física y emocional del usuario como resultado sensorial del entorno construido; se busca fundamentar la tesis (iluminación - ritmo circadiano – bienestar), con la intención de demostrar como una arquitectura más consciente y orientada al bienestar humano, puede mejorar su calidad de vida.

**Mapa conceptual:**

De los conceptos de la investigación.



**Imagen 1**  
 Mapa conceptual de investigación. (Elaborada por autor)

**Ritmo circadiano.**

Para enfocar la investigación en el ámbito arquitectónico y entender como la iluminación influye en el ciclo y ritmo circadiano del humano, se debe comprender dicho concepto desde la medicina y la neuroanatomía del sistema circadiano. Para esto se toma la definición de este concepto en el artículo “Efecto de la luz en la fisiología circadiana humana” escrito por Jeanne F. Duffy, M.B.A., Ph.D, y Charles A. Czeisler, Ph.D., M.D, en el que se describen procesos y mecanismos biológicos que regulan el ciclo del sueño y la influencia de factores externos como la luz en la sincronización de este proceso. En este contexto, el ritmo circadiano es un sistema de temporización o ciclo interno biológico que regula los procesos fisiológicos del cuerpo humano,

---

tales como la temperatura corporal y los ciclos de sueño y vigilia en intervalos cercanos a las 24 horas. Aunque este sistema opera de manera autónoma, necesita también sincronizarse con el entorno externo y los cambios ambientales diarios a través de la exposición a la luz y a la oscuridad, que actúan como señales para ajustar los estímulos y el sistema interno.

Desde la perspectiva evolutiva del ser humano, este sistema permite anticipar y sincronizar de manera eficiente los comportamientos con el ciclo natural del entorno externo, como la luz del día y la oscuridad de la noche y su alternancia. “Este sistema evolucionó para predecir y, por tanto, sincronizar de forma óptima el comportamiento y la fisiología del organismo con la periodicidad ambiental” (Duffy, 2009)

Dichos autores, realizaron un experimento, para evaluar la reacción del cuerpo humano a los diferentes estímulos luminosos en distintos momentos del día biológico. De esta manera, se determinó que la sensibilidad y susceptibilidad del sistema circadiano depende del momento del día en el que se produce la exposición a la iluminación y de sus características espectrales, es decir, las propiedades de la luz a la que una persona se expone tienen una influencia en la efectividad de la activación circadiana y, además, en la producción de estímulos en el cuerpo humano. Los investigadores observaron, después de exponer a los individuos a variaciones de estímulos de luz, que había desplazamientos de fase hasta de seis horas en los ritmos de temperatura corporal y cortisol, en donde se evidencia que el reloj biológico humano puede ser ajustado con unos pocos días de exposición luminosa planificada.

“Ambos ritmos se desplazaron aproximadamente 6 horas, y el examen de los datos de temperatura recogidos a lo largo del experimento sugirió que el desplazamiento ya se había producido después de sólo 2 días” (J. F. & Czeisler. Duffy, 2009)

En un contexto en el cual las personas deben permanecer largas horas en interiores, es fundamental tener en cuenta el uso estratégico de iluminación natural y artificial, de manera que, el rendimiento funcional de los usuarios no se vea afectado y se logre sincronizar los espacios interiores con los ciclos biológicos y el ritmo circadiano de los individuos.

Teniendo esto en cuenta, la investigación se basa y desarrolla en los centros hospitalarios, donde, tanto los médicos como los pacientes deben gestionar sensaciones, procesos psicológicos y reacciones que afectarán significativamente el ritmo circadiano de los individuos. Así, la salud no solo dependerá de tratamientos médicos sino también del entorno físico, donde la iluminación del

---

lugar se convertirá en una herramienta terapéutica, regulando la secreción de melatonina, la hormona del ciclo sueño-vigilia.

Con base en esta concepción, The Center for Health Design desarrolló un artículo donde se estudia el impacto de la iluminación en la salud mental y física en los pacientes y médicos de los centros hospitalarios, donde se afirma que:

El sistema circadiano humano consta de tres componentes: Un oscilador interno, situado en el núcleo supraquiasmático del hipotálamo del cerebro: una serie de osciladores externos (estímulos externos como el ciclo luz-oscuridad entre el día y la noche) que pueden reajustar el oscilador interno; y una hormona, la melatonina que transporta la información horaria a todas las partes del cuerpo. (Joseph, 2006).

Teniendo esto en cuenta, se puede concluir que, cuando la iluminación es insuficiente durante el día, la supresión natural de la generación de melatonina no se produce, ocasionando sensación de depresión y falta de energía.

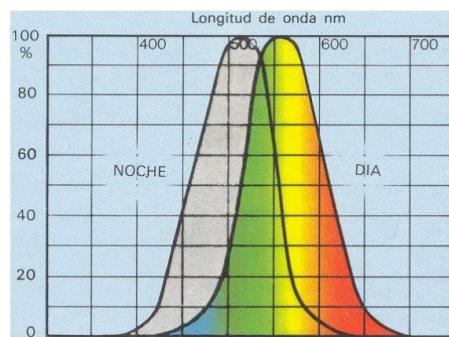
Consecuentemente, y después de comprender el concepto de ritmo circadiano, y como este afecta los seres humanos, su estado de ánimo y la concepción del sueño, desde un ámbito neurológico y fisiológico, es posible concluir a partir de una perspectiva arquitectónica que, este tipo de estudios, refuerzan la responsabilidad del diseño en crear atmósferas que acompañen y favorezcan los ciclos biológicos, donde se pretende ir más allá de la iluminación artificial funcional e implementar accesos visuales a la luz diurna y programación lumínica que siga los ciclos naturales del día, y de manera estratégica, convertirse en un regulador activo del tiempo biológico y emocional de los usuarios. Así, es posible asumir un enfoque biointegrador con el diseño arquitectónico y convertirlo en una herramienta para promover la salud circadiana y potenciar el bienestar en entornos de alta exigencia fisiológica, como los hospitales.

## Diseño de iluminación arquitectónica. (Artificial o natural).

En arquitectura, la iluminación cumple un papel fundamental en cada diseño, tanto desde una perspectiva estética, como funcional y ergonómica. La luz o iluminación se puede definir como el agente físico que hace visible los objetos (según la RAE), como consecuencia, el ojo humano necesita percibir la luz y transformarla en impulsos nerviosos para así generar la percepción o interpretación de una imagen. Sin embargo, existen muchos factores que influyen a la hora de recibir un estímulo luminoso, tales como el color, la intensidad de la luz y la superficie en la que se proyecta.

El tipo de iluminación ya sea natural (diurna o nocturna) o artificial, interviene directamente en la forma en la que el ojo humano es capaz de percibirla.

Cuando el ojo trabaja con luz diurna o con buena iluminación, se dice que está en la región fotópica, donde el ojo tiene su mayor sensibilidad en la longitud de onda 555nm que corresponde al color amarillo verdoso y la mínima los colores rojo y violeta (actúan ambos sensores de la retina: los conos, fundamentalmente sensibles al color y los bastones, sensibles a la luz). Cuando el ojo trabaja de noche, está en la región escotópica, donde la sensibilidad máxima en la longitud de onda es 507nm, esto significa que, aunque no hay mayor visión de color, el ojo se hace relativamente sensible a la energía en el extremo azul del espectro. (Castro Guaman & Poligua Murillo, 2015)



**Imagen 2**

*Curva efecto Purkinje*

*(Castro Guaman & Poligua Murillo, 2015)*

Teniendo estos principios en cuenta, es posible concluir que, para un diseño arquitectónico, también es necesario una planeación detallada de la aplicación estratégica de fuentes luminarias empleando conocimientos ópticos y energéticos, así también como de sensibilidad estética y comprensión espacial. En un hospital, el grado de complejidad aumenta y el conocimiento debe ser superior con respecto a la funcionalidad técnica, pues el estudio de luminarias en ciertos espacios se ve condicionado por cuestiones higiénicas y de esterilidad, donde se requiere un hermetismo diferente, limitando así las posibilidades de disposición de luminarias en el espacio.

Dependiendo del tipo de espacio que se va a desarrollar, se adaptan cierto tipo de luminarias teniendo en cuenta la actividad que se llevará a cabo por el usuario, es decir, si es un espacio donde se requiera concentración, se debe utilizar una fuente puntual, evitando zonas oscuras indeseadas, pero también evitando deslumbramientos. Por el contrario, para un espacio de descanso o relajación, se utilizan fuentes difusas de iluminación con poco contraste para evitar fatiga visual. (Castro Guaman & Poligua Murillo, 2015)

Consecuentemente, es necesario generar un balance entre la iluminación natural que ingresará en horarios diurnos y como se logra contrastar con la iluminación artificial, teniendo en cuenta la actividad que se va a desarrollar en el espacio. La luz natural ha sido implementada a lo largo de la historia de la arquitectura generando atmósferas con la luz solar, como fuente de orientación y como estrategia para canalizar la iluminación. A lo largo de los años, y con la llegada de las tecnologías que presenta la iluminación artificial, la luz solar se ha ido desvinculando de los diseños arquitectónicos debido a los excesos de radiación solar. Sin embargo, es deber del arquitecto pensar y evaluar las condiciones y la biología del cuerpo humano, en donde se requiere de luz natural para activar procesos fisiológicos y energéticos, de manera que el usuario se sienta cómodo y su rendimiento y ritmo circadiano no se vea alterado.

La iluminación se considera un factor condicionante para el diseño de un edificio, por ejemplo, los arquitectos emplazan sus proyectos a partir de las condiciones lumínicas naturales y la orientación del sol, buscando el mayor beneficio y evitando también una incidencia solar directa.

Las decisiones de proyecto influyen en las condiciones de iluminación natural y en las estrategias encaminadas a controlar la luz natural, configurando y determinando la forma arquitectónica. Ambos aspectos son inseparables y, además, influyen en las cargas térmicas de los espacios interiores, así como en el consumo energético de iluminación, calefacción y refrigeración. La luz natural, como variable de diseño, puede influir profundamente en

aspectos tan relevantes como la orientación del edificio, su forma, sus espacios interiores y cómo se perciben. (Esquivias Fernandez et al., 2017)

Partiendo de esta premisa, y teniendo en cuenta que la iluminación se puede considerar un “modulador cronobiológico capaz de acompañar los ciclos naturales del día y de la noche.” Aguilar Carrasco (2020), los diseños arquitectónicos deben considerar cómo se distribuye la luz, en qué momento del día, con qué intensidad y con qué tipo de temperatura de color, encontrando al mismo tiempo, un balance entre la iluminación natural y artificial, creando una armonía visual y permitiendo que la luz dicte cómo se perciben los espacios y cómo se interactúa con ellos, adaptando el sistema de iluminación al ritmo biológico de los humanos, teniendo en cuenta las características fisiológicas y neurológicas que se ven afectadas por la luz y sus variaciones.

### **Percepción y salud ambiental del usuario.**

La percepción del espacio arquitectónico se proyecta en cada usuario a partir de diferentes factores, teniendo en cuenta variables influyentes como la experiencia y la forma de habitar en espacios construidos. La psicología será una disciplina a estudiar desde un ámbito ambiental, teniendo en cuenta estímulos físicos, cognitivos y sensitivos. Así, por medio de estudios que se mencionarán posteriormente, se evidenciará que la salud física y emocional de los usuarios se ve determinada por la manera en que vemos, sentimos y nos orientamos en el espacio, actuando así como un agente fisiológico y psicológico asociado al bienestar y la concentración. Consecuentemente, la salud y percepción del usuario, integra disciplinas como la neurociencia, la arquitectura y sostenibilidad.

Gran parte de la información que se guarda en el cerebro de los humanos es de carácter visual, es decir, los lugares que recordamos, las sensaciones que nos genera un espacio y la percepción del mismo son generadas por estímulos visuales mientras es recorrido. Posteriormente, se genera un vínculo entre la lógica perceptiva y la racionalidad.

A partir de diferentes tipos de análisis se identifica la percepción de un espacio por medio de un hilo perceptivo de la circulación por un espacio o la permeabilidad y el control de acceso del mismo. “Una de las formas de analizar cómo se percibe un espacio construido es por medio del movimiento hacia él, el recorrido que hacemos tanto para aproximarnos como para pasar de un espacio a otro dentro de la construcción.” (Mañana Borrazás, 2003). La volumetría, el orden y la

coherencia de los espacios son factores determinantes para la percepción que se tenga del mismo, así como los objetos y elementos que residen en él, por tanto, consciente o inconscientemente la estrategia espacial implementada será procesada de cierta manera por el cerebro generando un estímulo e impacto visual. La percepción construye la emoción.

A pesar de que la forma en que se perciben los espacios es una construcción de sensaciones y estímulos previos que se producen desde la infancia, es responsabilidad del arquitecto por medio del diseño, crear espacios propuestas y espacios que permitan la identificación de códigos, formas y colores, generando así una correcta transmisión de información para el usuario. “La percepción visual le permite al individuo crear y recrear de forma sensitiva y automática la información que el arquitecto plasma en un proyecto. Además le permite a este expresar sus sentimientos, emociones y percepciones del espacio arquitectónico.” (Benavides González et al., 2015)

Esto se logra por medio de composición arquitectónica del lugar, en la que el equilibrio de la disposición de elementos, la simetría, el aspecto y la iluminación deben corresponder a la intención que se quiera transmitir al individuo. La luz por ejemplo, define las condiciones tanto funcionales del espacio, como fisiológicas y emocionales del usuario, impactando directamente sobre la salud ambiental por medio de la regulación de procesos biológicos y neurológicos. Los criterios de diseño y construcción implican directamente la relación entre espacio, percepción y bienestar integral, por lo tanto, la combinación de los mismos ya sea luz, color, temperatura, materialidad o texturas, determinarán una respuesta cognitiva, y a su vez, el bienestar ambiental del usuario. “Es la propia comprensión del ser humano la que puede servir como inspiración para crear condiciones de estos entornos saludables, ya que lo que ocurra en él, incide en los comportamientos y, por ende, en las relaciones sociales, el desempeño y el desarrollo en general.”(León Araya, 2021)

Consecuentemente, la arquitectura y el diseño del lugar debe estar planteado teniendo en cuenta que cada decisión espacial impactará la manera en la que el cerebro procesa los estímulos, reaccionando o impactando directamente la calidad de vida y el bienestar ambiental de los individuos, construyendo espacios que, además de ser habitables, contribuyan a los procesos fisiológicos y neurológicos inminentes de los usuarios. Para esto, es necesario hacer una exploración previa, teniendo en cuenta el uso que se le dará al espacio, el desarrollo y la ocupación que tendrán las personas que habiten el mismo y el entorno construido.

---

Al desarrollar a profundidad estos conceptos guía, entendiendo su significado autónomo y como se relacionan con el tema de investigación, se logra dar respuesta a uno de los interrogantes que aborda dicho estudio; ¿De qué manera la iluminación influye en el ritmo circadiano humano? A través de la argumentación de fundamentos biológicos del ritmo circadiano, la influencia de la iluminación natural y artificial en el cuerpo humano y el entendimiento de cómo funcionan los espectros luminarios, se logra analizar y razonar acerca de la forma en la que la fisiología y el cerebro humano responde a estímulos generados por sistemas luminarios, donde, dependiendo de su intensidad, color e impacto, se obtienen diferentes reacciones. Indagando cada uno de los conceptos se consiguió evaluar el ritmo circadiano desde una perspectiva neurocientífica, biológica y fisiológica, logrando así comprender como funciona el cuerpo humano y como percibe estímulos luminarios día a día, así se puede asimilar la forma en la que la luz solar que se recibe durante el día y el tipo de iluminación que existe en los espacios en los que recurrimos, regulando así funciones como el sueño, la producción hormonal y el estado de alerta y concentración.

Por otro lado, la iluminación puede aportar a la arquitectura para relacionarse de forma más dinámica, y no solo estética con los ritmos biológicos de los individuos, integrando lo humano, lo técnico, lo estético y lo biológico en el diseño arquitectónico. La forma en la que los usuarios perciben los estímulos que se les presentan también influye en la conformación del tema de investigación, de manera consciente o inconsciente, el cuerpo humano recibe señales que influyen directamente en el comportamiento fisiológico del mismo, llevándolo a un estado de concentración, descanso, alerta o tranquilidad.

Por consecuencia, al reunir la información recolectada de cada uno de los conceptos y adaptarlos a un contexto arquitectónico, se puede concluir que la iluminación se puede regular de tal manera que sincronice el ritmo circadiano del usuario, generando una zona de confort y permitiendo que se desarrollen actividades sin afectar su bienestar físico y mental, esto por medio de estrategias de diseño que permitan favorecer el equilibrio entre el ámbito funcional y el estado de salud, considerando la iluminación como un recurso fundamental para la arquitectura y el espacio.

---

### **Componente contextual.**

El ritmo circadiano es un proceso científico que se ha ido consolidando a lo largo de las últimas décadas, en donde hace poco su evolución se integró a diferentes disciplinas como lo son la arquitectura y el diseño. La investigación se ve enmarcada en la relación entre conceptos de percepción espacial y salud ambiental que no surge de manera aislada, sino como resultado de avances neurocientíficos y de la medicina del sueño, llevándolos a las normativas arquitectónicas que han resaltado la importancia de la iluminación en la vida humana.

Dichas normativas han garantizado que las condiciones lumínicas de los espacios sean adecuadas para el confort visual y el bienestar psicológico de los usuarios. Así, en el año 2017 se actualiza la IESNA (Illuminating Engineering Society of North America), guías que, de manera internacional, define estándares para la calidad y distribución de la luz, considerando la uniformidad y la reproducción cromática que se genere. Por otro lado, en Colombia se establece el RETILAP (Reglamento técnico de iluminación y alumbrado público) en el año 2010 que establece parámetros mínimos de diseño lumínico y eficiencia energética con el cual deben cumplir los espacios hospitalarios, entre otros.

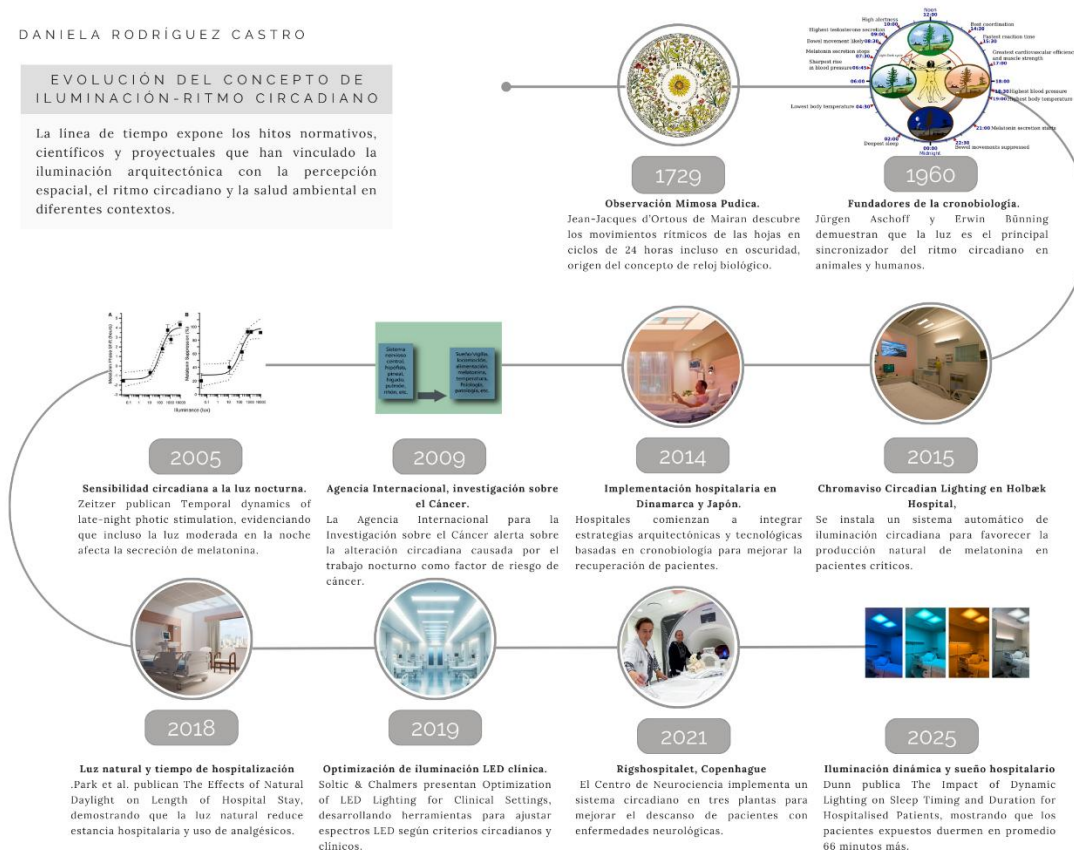
Desde una perspectiva contextual o temporal, el papel de la iluminación en la salud del humano ha transitado desde aproximaciones funcionales hasta enfoques centrados en el usuario, donde el ritmo circadiano se convierte en un eje central. A partir de esta línea del tiempo será posible comprender como los avances científicos y médicos han establecido una normativa en la arquitectura, configurando un escenario actual de estudio entre la ciencia, el diseño y el bienestar.

**Línea de tiempo**

DANIELA RODRÍGUEZ CASTRO

**EVOLUCIÓN DEL CONCEPTO DE ILUMINACIÓN-RITMO CIRCADIANO**

La línea de tiempo expone los hitos normativos, científicos y proyectuales que han vinculado la iluminación arquitectónica con la percepción espacial, el ritmo circadiano y la salud ambiental en diferentes contextos.



**Imagen 3**

*Línea de tiempo. (Elaborada por autor)*

**Avances médicos enfocados en la cronobiología.**

Los estudios de la cronobiología desde un ámbito médico han estado evolucionando constantemente teniendo en cuenta también la evolución de los seres humanos y los descubrimientos del funcionamiento del ritmo circadiano. Sin embargo, en la actualidad, aún existe mucho desconocimiento del tema, pues aún es poca la cantidad de información y el interés médico. La palabra cronobiología deriva de los vocablos griegos: kronos (tiempo), bios (vida) y logo (estudio).

El primer acercamiento que existió del tema fue en 1729, donde Jean-Jacques d'Ortois de Mairan observó por medio de estudios realizados a una planta sensitiva llamada Mimosa Pudica. Aquí notó la persistencia de movimientos rítmicos en ciclos de 24 horas de las hojas de la planta,

incluso en ausencia de luz solar o en oscuridad constante. A partir de este experimento se desarrolla el concepto de reloj biológico a nivel molecular. Carlos Linneo, un botánico, desarrolló un sistema de nomenclatura basado en la agrupación de especies o familias de plantas agrupadas por la hora particular del día en la que sus hojas se abrían y cerraban y que esas horas variaban de una especie a otra, descubrió también que se podía deducir la hora aproximada en función de qué especies abrían sus flores. (Klarsfeld, 2013)

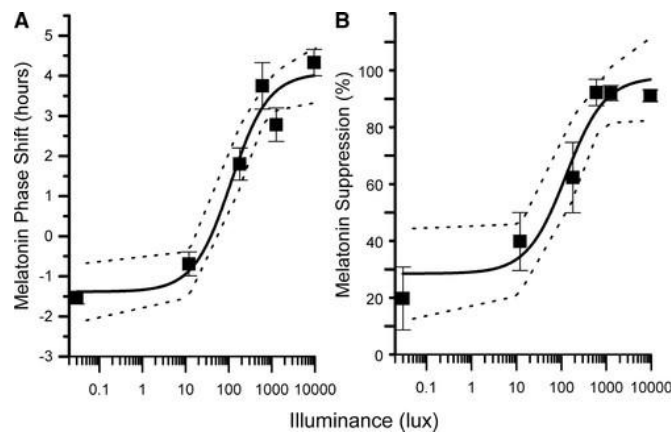


**Imagen 4**  
*Flor de Linneo.*  
(Klarsfeld, 2013)

Estos estudios fueron una introducción a la investigación del ritmo circadiano en los seres humanos, la cual fue comprobada solo hasta el siglo 20. “Esta persistencia es el sello distintivo de lo que, a partir de la década de 1960, se conocería como ritmos circadianos, del latín *circa* (alrededor) y *diem* (día). Tales ritmos pueden contrastarse con los ritmos nictemerales, un término derivado del griego, que ocurre únicamente cuando el día y la noche se alternan durante un período de 24 horas, y cesan si dicha alternancia se interrumpe.” (Klarsfeld, 2013)

Jürgen Aschoff y Erwin Bünning, fueron dos de los fundadores de la cronobiología en la década de 1960, quienes por medio de estudios y experimentos descifraron cómo funciona el ritmo circadiano en animales y humanos, mostrando que la luz era el principal sincronizador del reloj circadiano. También Aschoff fue de los primeros en vincular los ritmos circadianos con la salud, el rendimiento cognitivo y los desórdenes del sueño, abriendo el camino para la cronobiología clínica. Posteriormente, en 2005, se publica “Temporal dynamics of late-night photic stimulation of the human circadian timing system” (Zeitzer, Khalsa, Boivin, Duffy, Shanahan, Kronauer & Czeisler, 2005), donde se expone que el ritmo circadiano humano responde a la intensidad de luz típica de ambientes interiores durante la noche. Aquí se realizó un experimento en el que personas

fueron expuestas a estímulos luminosos de diferente intensidad durante tres noches consecutivas. “Dicha luz puede adelantar la fase del marcapasos circadiano humano de una manera dependiente de la intensidad, siendo un modelo logístico el que mejor describe la relación entre la intensidad lumínica y el cambio de fase” (Zeitzer et al., 2005). Los resultados indicaron que niveles de 100 lux ya suprimen melatonina en la mitad del efecto alcanzado con luces diez veces más intensas, por lo cual, se concluye que las luces moderadas en horarios críticos de sueño también tienen consecuencias y debe ser regulada para beneficiar la salud de los usuarios.



**Imagen 5**

*Secreción de melatonina con respecto a la luz del día.  
(Zeitzer et al., 2005)*

En el primer gráfico se evidencia que a partir de intensidades superiores a 100 lux, la luz puede provocar adelantos en la secreción de melatonina, en el segundo gráfico, se evidencia que la supresión de melatonina con 100 lux alcanza casi un 50% del efecto máximo, y con 1.000 lux o más se acerca al 100 %. Esto confirma que el efecto de la luz sobre el sistema circadiano no crece linealmente, sino que depende de umbrales críticos de intensidad e incluso las luces interiores pueden afectar el ritmo circadiano.

En octubre de 2007, se realizó un estudio, en el que, la Agencia Internacional para la Investigación sobre el Cáncer reunió a un grupo de 24 científicos expertos que, por medio de la información recolectada, notaron que el trabajo nocturno o rotatorio genera alteraciones en la organización temporal circadiana del organismo y predispone al desarrollo de cáncer en los seres humanos. “Este efecto se adjudica a la pérdida de coordinación circadiana en la regulación a nivel de las células, los tejidos y los sistemas, lo cual lleva a una pérdida de la homeostasis. A este

proceso se le llama “cronodisrupción” (CD), y se refiere a la desorganización temporal o circadiana que tiene efectos para la salud, ya que perturba de manera relevante la organización temporal de la fisiología y la conducta.” (Castellanos & Escobar, 2016)

La cronodisrupción hoy en día se produce principalmente por efectos de jetlag, en donde la luz artificial interviene en procesos nocturnos o en horarios de sueño. Así, la producción de hormonas como la melatonina y el cortisol se ven afectadas por dicho retraso del horario natural del sueño y vigilia. Se descubrió por medio de estos procesos y experimentos que la cronodisrupción genera afectaciones o enfermedades tales como el riesgo a desarrollar depresión, enfermedades metabólicas y cardiovasculares, deterioro cognitivo, demencia, entre otras condiciones.

### ***Intervención hospitalaria en la cronobiología.***

A partir de las investigaciones anteriormente mencionadas, la cronobiología ha sido incorporada en espacios hospitalarios teniendo en cuenta que sus alteraciones causan problemas en la recuperación y salud tanto de los pacientes como del personal médico. Desde la década de 1980, se inician experimentos en hospitales europeos y norteamericanos con estrategias de iluminación natural controlada, que, aunque no eran directamente diseños de sistemas de iluminación circadiana, fueron los primeros acercamientos a las bases científicas para arquitectura y cronobiología aplicada a hospitales. Esto, se hacía con el propósito de reducir la desorientación temporal en pacientes hospitalizados por largos periodos de tiempo. Un referente inicial en la investigación sobre la influencia de la luz natural en el ámbito hospitalario es el estudio de Rogel Ulrich (1984), “View through a window may influence recovery from surgery” quien demostró que los pacientes con acceso visual a entornos naturales desde sus habitaciones mostraban tiempos de recuperación más cortos tras una cirugía, en contraste con quienes no disponían de esa condición.

Una de las aplicaciones hospitalarias de la cronomedicina es intervenir directamente y modificar las condiciones ambientales de iluminación en las áreas de hospitalización; en un estudio clínico-experimental en el que se modificaron las condiciones de luz/oscuridad con infantes recién nacidos pretérmino sanos, el grupo al que se le impuso un ciclo de

luz/oscuridad mostró mayor tolerancia a la fórmula láctea, lo que se tradujo en ganancia de peso corporal de manera más rápida y constante. (Castellanos & Escobar, 2016)

A partir de estos descubrimientos, los diseños hospitalarios implementaron protocolos de iluminación en los que se prioriza la ergonomía y el bienestar de los usuarios. En 2018 fue publicado el artículo *The Effects of Natural Daylight on Length of Hospital Stay* (Man Young Park) en donde se evidencia como la luz natural que ingresa en los entornos hospitalarios impacta directamente en la duración de estancia de los pacientes. Se observó por medio de estudios que los pacientes hospitalizados en habitaciones ubicadas cerca de ventanas o vanos por donde accedía la luz natural se recuperaban con mayor eficacia que los pacientes que permanecían con iluminación limitada, respaldando así la hipótesis que planteó Ulrich, considerando a su vez la importancia del diseño lumínico en la arquitectura hospitalaria, interpretada como factor terapéutico que contribuye a la gestión de recursos de salud. “Al estar expuestos a más del 46% de luz, los pacientes tendieron a reportar menos malestar y dolor que aquellos en la sala oscura; además, necesitaron un 22% menos de analgésicos, lo que condujo a un ahorro del 21% en los costos totales de tratamiento.” (Park et al., 2018)

Posterior a estas investigaciones, hospitales alrededor del mundo en las últimas décadas han implementado protocolos de iluminación hospitalaria más estrictos. Este movimiento empezó en espacios hospitalarios de Dinamarca, Estados Unidos y Japón, donde se integraban estrategias arquitectónicas y tecnológicas basadas en los estudios de la cronobiología para mejorar la recuperación de los pacientes y el bienestar del personal. Estos sistemas permiten ajustar la temperatura de color y la intensidad según las necesidades y la hora del día de manera que se logre una similitud entre la luz natural del día y la oscuridad necesaria de las horas nocturnas. De esta manera se ha demostrado como la iluminación reduce la probabilidad de adquirir enfermedades o trastornos y asimismo beneficiar la salud de los pacientes y usuarios.

Un claro ejemplo de la arquitectura circadiana es el University Medical Center Groningen (Países Bajos), que adoptó un sistema de Human Centric Lighting, donde se implementa un diseño que prioriza el ingreso de luz natural en con el fin de mejorar el estado de ánimo de los pacientes, liberando a su vez síntomas de estrés y depresión. Por otro lado, en Dinamarca, el Hospital Holbæk, después de notar una significativa insuficiencia multiorgánica en sus pacientes, realizó una renovación donde se integra un mecanismo llamado Chromaviso Circadian Lighting, el cual

permite regular la iluminación de manera automática favoreciendo el ritmo circadiano de los usuarios considerando la categoría de los pacientes. Así, se genera una producción natural de melatonina.



*Imagen 6*  
*Chromaviso*

### ***Integración de la tecnología lumínica.***

En la última década, el diseño de tecnologías lumínicas ha avanzado significativamente en entornos hospitalarios, la transición que se ha presentado en el diseño terapéutico ha logrado comprender sistemas de iluminación centrada en el ser humano e iluminación dinámica. “Existen tres propósitos distintos de la HCL (Iluminación centrada en el ser humano): iluminación biológicamente efectiva, emocionalmente efectiva y clínicamente efectiva” (Guzman, 2024)

Se evidencia a partir de 2019, donde fue publicado el artículo Optimization of LED Lighting for Clinical Settings, como se ha consolidado el uso de luz artificial programada como un recurso indispensable para complementar el ingreso de luz natural en hospitales y clínicas. En este artículo es posible evidenciar como la selección adecuada del espectro lumínico permite mejorar indicadores médicos esenciales manteniendo el rendimiento espectral adecuado. “Hemos diseñado una herramienta de optimización para encontrar los espectros que mejor cumplan con los requisitos de rendimiento para COI, reproducción del color y LER. Se basa en un programa de Matlab que deriva las mejores mezclas de 4 bandas de LED de un conjunto total de siete espectros de LED de banda estrecha disponibles” (Soltic & Chalmers, 2019)

En el año 2021 el Centro de Neurociencia Rigshospitalet al ver la necesidad de un nuevo sistema de iluminación por problemas de bienestar y confort, implementó un sistema circadiano en tres plantas del centro de neurociencias, donde se atienden pacientes con enfermedades neurológicas y cerebrales. Se ajustó el sistema luminario a uno que permitiera controlar la

intensidad de la luz con respecto a la hora del día o noche, teniendo en cuenta los pacientes que acaban de someterse a procesos neurológicos y por ende, que tuvieran mayor necesidad de descanso.

En 2025 se publica un estudio, *The Impact of Dynamic Lighting on Sleep Timing and Duration for Hospitalised Patients*, que demuestra que los pacientes expuestos a iluminación programada con variaciones programadas tienen un horario de sueño de, en promedio, 66 minutos más que otros pacientes que permanecen en hospitales sin dichos sistemas de iluminación, mostrando así, mejoras en la recuperación hospitalaria. El sistema expuesto consiste en una

iluminación que en el día ofrece luz con un componente azul que en horarios nocturnos reduce esa longitud de onda. De esta manera se logró evidenciar en los pacientes mayor actividad y capacidad para generar estímulos de sueño-vigilia. “Un sistema de iluminación programado para sincronizar el ritmo circadiano y proporcionar un estímulo melanópico diurno en una unidad hospitalaria se asoció con una fase circadiana avanzada, una mayor duración del sueño nocturno y una mayor percepción de alerta matutina y vespertina” (Dunn AS, 2025)

Teniendo en cuenta la nueva percepción del diseño lumínico en espacios hospitalarios, se concluye que la luz solar se interpreta como terapia ambiental donde el ingreso de iluminación natural funciona como un estabilizador del ritmo circadiano y reductor de síntomas de estrés, depresión y pérdida de noción del tiempo. Esto, integrado a sistemas lumínicos dinámicos y centrados en el ser humano, extiende los beneficios generados en usuarios y genera un equilibrio entre la salud, el diseño y la tecnología aplicada.

A partir de esta investigación contextual, se logra concluir que, el ritmo circadiano, a pesar de ser un fenómeno fisiológico y biológico, puede ser estudiado y aplicado en diferentes disciplinas, así como lo es el diseño y la arquitectura. A lo largo del tiempo y a través de los diferentes estudios y experimentos, el concepto ha sido desarrollado de manera más completa y consciente, descubriendo así que este fenómeno afecta tanto plantas como animales y seres humanos, comportándose de una manera similar en cada caso. A pesar de que los primeros estudios e investigaciones acerca de la cronobiología y el ritmo circadiano, iniciaron décadas atrás, la aplicación contemporánea en entornos arquitectónicos y hospitalarios ha evolucionado recientemente y de manera contemporánea. Así, el desarrollo de nuevas tecnologías lumínicas,

---

acompañadas de disposiciones internacionales han permitido que la iluminación se convierta en, además de un elemento funcional, un agente primordial para la regulación y el bienestar de los seres humanos, generando así un lazo entre la ciencia, la neurología y la arquitectura.

Consecuentemente, y dando respuesta a la pregunta de investigación, se puede sustentar a través de la trayectoria histórica y científica, que la iluminación cobra un papel fundamental en el correcto funcionamiento y desarrollo de las actividades humanas, permitiendo así que la integración de conocimientos de diferentes disciplinas oriente el diseño de entornos que respondan tanto a las necesidades o criterios estéticos, como a parámetros biológicos que promuevan la salud integral de los usuarios. En este sentido, a través de la línea del tiempo y el conocimiento histórico, se logra revelar una transformación cultural, pasando de ver la luz como un recurso utilitario a entenderla como una herramienta vital para los procesos biológicos.

### Componente empírico

Con base a la pregunta de investigación y el objetivo que se quiere lograr con este estudio, se divide en tres diferentes conceptos que permitirán al lector comprender cada ámbito a estudiar. A partir de la articulación de dichos conceptos con las respectivas disciplinas, tales como la neurociencia, la psicología y la fisiología del cuerpo humano, se logrará analizar de manera integral como los estímulos espaciales influyen en el bienestar. De este modo, la estrategia metodológica brinda una comprensión amplia y fundamentada de los vínculos entre espacio, percepción y salud en la práctica arquitectónica.

Para realizar esta investigación, se implementa una metodología de análisis tanto cualitativo, como cuantitativo, en donde, por medio de dos casos de estudio, el hospital San Vicente Fundación, ubicado en Rionegro y la clínica Las Américas se logrará relacionar las condiciones del espacio, con respecto al investigado, y, asimismo, las percepciones y respuestas fisiológicas de usuarios que hayan visitado el lugar, en función al ritmo circadiano. De esta manera se logrará comprender por medio de casos reales y cercanos, la implicación que tiene la arquitectura con la sincronización biológica del espacio. Para llevar a cabo los primeros indicadores, es decir, el diseño de iluminación arquitectónica, se llevará a cabo un análisis completo de los casos de estudio, por medio de planimetrías y mapeos de las condiciones lumínicas del lugar, se toma como caso de estudio el hospital San Vicente debido a su gran relación con el tema de investigación, donde será posible también conocer, según su arquitectura, de qué manera el usuario se ve afectado, y como responde el sistema biológico y la salud del mismo, dando así, una respuesta a la pregunta de investigación.

Por otro lado, el segundo caso de estudio se presenta para realizar un contraste entre un espacio ubicado en una zona parcialmente rural, y segundo ubicado dentro del corazón de la ciudad, logrando entender cómo se desenvuelve una edificación con un uso que necesita características muy especiales en una zona rodeada de diferentes tipos de equipamientos, viviendas y vida citadina. Para los indicadores del ritmo circadiano, se realizará una encuesta a los usuarios para conocer sus hábitos de sueño, estados de concentración y energía, y la interacción espacio- usuario- luz, con relación a diferentes tipos de exposición lumínica.

Por último, los indicadores de la percepción del espacio y salud ambiental, se realizan entrevistas a usuarios que hayan visitado el lugar de caso de estudio, realizando un análisis sensorial que ayudará a comprender, por medio de experiencias, la relación cuerpo- espacio, con las condiciones ambientales. Así, las unidades de análisis serán: el espacio arquitectónico (casos de estudio) y los usuarios que visitan dicho espacio.

### Cuadro de variables/ conceptos guía

CONCEPTOS O VARIABLES	DEFINICIÓN	SUB-VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Diseño de iluminación arquitectónico (Natural o artificial)	Condiciones espaciales de distribución, intensidad, tipo y temporalidad de la luz natural o artificial en el entorno construido, que afectan la percepción, el uso y la salud del usuario. (Joseph, 2006)	Calidad de luz natural Calidad de luz artificial Modulación de iluminación	Presencia y orientación de vanos.  Acceso de luz solar.  Control lumínico.	Análisis de caso de estudio  Registro fotográfico  Análisis de planimetrías y mapeo espacial
Ritmo circadiano	Los ritmos circadianos son variaciones de la fisiología y el comportamiento que persisten con una duración de ciclo cercana a las 24 horas incluso en ausencia de estímulos ambientales periódicos. Este sistema evolucionó para predecir y, por tanto, sincronizar de forma óptima el comportamiento y la fisiología del organismo con la periodicidad ambiental. (Duffy & Czeisler, 2009, p. 2).	Ritmo sueño- vigilia Producción de melatonina Sincronización luz-biología  Energía corporal y estado de alerta y concentración.	Presencia o ausencia de variaciones lumínicas a lo largo del día.  Calidad del sueño percibida (continuidad, profundidad)  Capacidad de concentración en diferentes franjas horarias.	Registro de exposición lumínica antes del descanso.  Estudio de hábitos de sueño.  Análisis de nivel de concentración de usuarios.
Percepción y salud ambiental del usuario.	Estado de bienestar físico, psicológico y sensorial del usuario, derivado de su interacción con las condiciones ambientales del espacio arquitectónico. Incluye la percepción subjetiva de confort, calidad lumínica, y sincronización con los ritmos biológicos. (Joseph, 2006; Pallasmaa, 1996; Veitch & McColl, 1993)	Bienestar emocional Relación cuerpo- espacio Percepción sensorial  Calidad de descanso	Nivel de agrado con la iluminación del espacio.  Preferencia por ciertos lugares o momentos del día.  Estados de fatiga, energía o concentración durante el día	Encuesta perceptual  Mapeo de sensaciones  Entrevistas de análisis sensorial

**Tabla 1**  
Tabla de variables. Elaborada por autor.

## Instrumentos desarrollados

CONCEPTOS O VARIABLES	INDICADORES	INSTRUMENTOS
Diseño de iluminación arquitectónico (Natural o artificial)	Presencia y orientación de vanos. Acceso de luz solar. Control lumínico.	Análisis de caso de estudio Registro fotográfico Análisis de planimetrías y mapeo espacial
Ritmo circadiano	Presencia o ausencia de variaciones lumínicas a lo largo del día. Calidad del sueño percibida (continuidad, profundidad) Capacidad de concentración en diferentes franjas horarias.	Registro de exposición lumínica antes del descanso. Estudio de hábitos de sueño. Análisis de nivel de concentración de usuarios.
Percepción y salud ambiental del usuario.	Nivel de agrado con la iluminación del espacio. Preferencia por ciertos lugares o momentos del día. Estados de fatiga, energía o concentración durante el día	Encuesta perceptual Mapeo de sensaciones Entrevistas de análisis sensorial

### **Tabla 2**

*Tabla de instrumentos. Elaborada por autor.*

Para la primera variable, se presentan dos casos de estudio en los cuales se compararán las características lumínicas dependiendo de su ubicación, como se desarrolla el este contexto y como se implementa el diseño de iluminación por medio de vanos como agentes físicos. En cada uno de los hospitales a evaluar, se presentan registros fotográficos y análisis de planimetrías según el tema de interés, el diseño lumínico, donde a partir de este estudio se demuestra la influencia que tiene la ubicación espacial de un vano en el rendimiento de las personas.

Por medio de dicho estudio se concluirá como la luz solar, toma un papel importante, demostrado a través de secciones y plantas. El control lumínico y la percepción del color de la luz serán estudiados y relevados por medio de fotografías, teniendo un enfoque principal en las habitaciones hospitalarias y que tanto confort visual y lumínico recibe un paciente al recibir o no, luz natural, y a la adaptación que tengan las luces artificiales al contexto.

La segunda y tercer variable se desarrollan por medio de una serie de instrumentos cualitativos, donde se realizan encuestas y entrevistas a personas que, en primera instancia, registren diferentes tipos de hábitos del sueño, que se expongan a espacios con fuentes lumínicas específicas y que requieran cierto nivel de concentración o estado de alerta, es decir, según su ocupación se lleva a cabo un análisis de la influencia de la iluminación a la que se es expuesto con los estados que experimenta el cuerpo humano durante diferentes momentos del día. Se realiza un cuestionario con las siguientes preguntas:

**Calidad del sueño percibida (continuidad, profundidad)**

1. ¿A qué hora te acuestas normalmente?
2. ¿Te despiertas sintiéndote descansado/a?
3. ¿Crees que la luz que recibes durante el día (natural o artificial) influye en tu capacidad para dormir?

**Presencia o ausencia de variaciones lumínicas a lo largo del día.**

1. ¿A qué hora del día sueles exponerte a la luz natural por primera vez?
2. ¿Durante el día, en qué momentos sientes mayor presencia de luz natural en el espacio que habitas o trabajas?
3. ¿Consideras que la luz natural varía perceptiblemente a lo largo del día en tu entorno habitual?
4. ¿Qué tipo de iluminación artificial usas antes de dormir? Luz cálida, blanca...

**Capacidad de concentración en diferentes franjas horarias.**

1. ¿En qué momentos del día sientes que te concentras mejor?
2. ¿Sientes que la iluminación del espacio donde estudias/trabajas afecta tu concentración?
3. ¿Experimentas somnolencia o fatiga en ciertas horas del día? En cuales.
4. ¿En qué condiciones de luz te concentras mejor?

En segunda instancia, se toma como muestra de población objetivo personas que recurran cierto tipo de espacios, mapeos de análisis sensorial ante diferentes fuentes lumínicas, que tan agradable o no se percibe un espacio según el tipo de iluminación, etc. Para esto se realizan las siguientes preguntas al público:

**Preferencia por ciertos lugares o momentos.**

1. ¿Sientes que estar en el lugar te ayuda a descansar o concentrarte?

2. ¿En qué momentos del día prefieres estar aquí y por qué?
3. ¿Has notado si la iluminación influye en tu estado de ánimo?
4. ¿En qué lugar en específico te sentirías más cómodo?

**Nivel de agrado con la iluminación del lugar.**

1. ¿Cómo percibes la luz natural que entra en este lugar? (dirección, intensidad, color)
2. ¿Crees que hay momentos en los que la luz es incómoda o muy fuerte?
3. ¿Puedes regular la luz artificial según lo que necesitas?
4. ¿Qué sensaciones o atmósferas te transmite la iluminación en este espacio?

**Estado de fatiga, energía o concentración.**

1. ¿Te hace sentir tranquilo(a), enfocado(a), inspirado(a) o distraído(a)?
2. ¿Hay alguna relación entre cómo está iluminado el espacio y cómo usas tu tiempo en él?
3. ¿Cómo describirías tu nivel de energía a lo largo del día en este espacio?

## Análisis de la información.

### ILUMINACIÓN ARQUITECTÓNICA

Y ritmo circadiano

FUNDAMENTOS BIOLÓGICOS Y CRITERIOS DE DISEÑO.

Hospital San Vicente Fundación- Rionegro

Por medio de este caso de estudio, será posible respaldar la investigación por medio de un lugar pertinente, pues permite analizar cómo se manifiestan los efectos de la iluminación arquitectónica sobre el ritmo circadiano en un entorno donde los usuarios (pacientes y personal médico) están expuestos a jornadas continuas en interiores. Veremos como se distribuye la luz natural y las afectaciones que tiene el tipo de iluminación artificial en los usuarios.

#### Presencia y orientación de vanos



En la zona pública del hospital, se ubica la fachada principal completamente rodeada de vanos, lo que permite el ingreso de luz natural



Las habitaciones de los pacientes, algunas poseen vanos, otras, se basa en iluminación artificial, sin acceso a luz natural.



Se observa una iluminación natural directa en el módulo central principal, gracias a su fachada traslúcida, pensada para el bienestar del personal y de los pacientes del hospital.

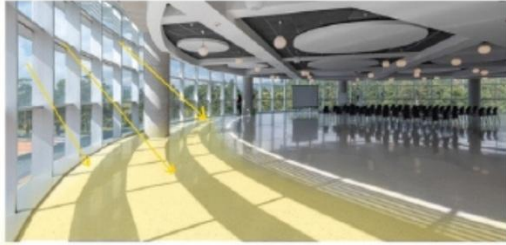


### Imagen 7

Caso de Estudio: Hospital San Vicente Fundación

Elaborado por autor

**Aceso de luz solar**



Ingreso de luz solar por la fachada oriente



Zonas con mayor exposición solar durante la tarde. El sol ingresa solo en las fachadas, el interior se maneja con luz artificial.

**Ubicación de fuentes lumínicas**

La distribución responde a criterios funcionales. La iluminación natural se concentra en las fachadas perimetrales, mientras que los espacios interiores dependen exclusivamente de luz artificial constante.



Disminución progresiva de luz natural y predominio del sistema artificial estático sin ajuste circadiano.



Espacio de espera con iluminación tenue y homogénea. Los usuarios tienden a agruparse cerca de la ventana, buscando mayor claridad y confort visual.

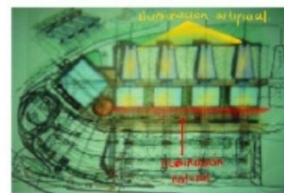
**Control lumínico**



la iluminación artificial puede generar sensaciones de alerta o afectaciones en los pacientes y el personal debido a su potencia e intensidad. Control lumínico limitado



Sistema de iluminación LED de alta intensidad y temperatura fría. Uso continuo durante turnos nocturnos. Ausencia de regulación.



Patios y vacíos de luz natural

**CONCLUSIONES**

1. El hospital aprovecha la luz natural en áreas comunes, pero en muchas zonas interiores predomina la luz artificial constante.
2. Los usuarios prefieren estar en espacios cercanos a ventanas o con luz natural, lo que evidencia una relación entre luz y percepción de confort.
3. El edificio incluye estrategias pasivas como patios y ventanales.
4. Las condiciones lumínicas inciden directamente en la sensación de bienestar, orientación temporal y calidad del descanso de los ocupantes.

**Imagen 8**

*Caso de Estudio: Hospital San Vicente Fundación*

*Elaborado por autor.*

## ILUMINACIÓN ARQUITECTÓNICA

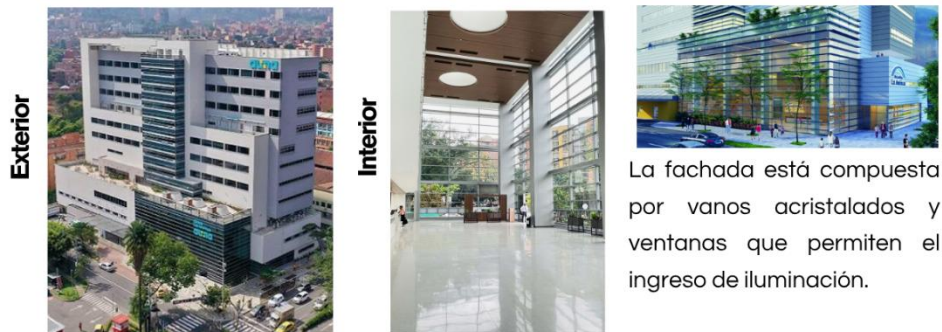
### Y ritmo circadiano

#### FUNDAMENTOS BIOLÓGICOS Y CRITERIOS DE DISEÑO.

##### **Clínica Las Américas Auna - Envigado**

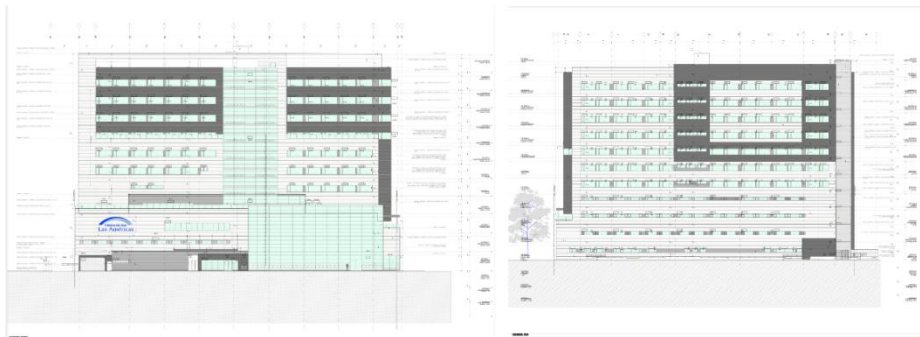
La sede Envigado de la Clínica Las Américas Auna se ubica en un entorno de transición entre lo urbano consolidado y áreas residenciales de menor densidad. Este contexto permite analizar cómo la arquitectura hospitalaria contemporánea maneja la iluminación natural y artificial para favorecer la salud ambiental de los usuarios, teniendo en cuenta el contexto de su alrededor.

##### **Presencia y orientación de vanos**



La fachada está compuesta por vanos acristalados y ventanas que permiten el ingreso de iluminación.

Su orientación busca garantizar la iluminación en espacios de hospitalización y áreas comunes, favoreciendo la percepción espacial y la conexión con el exterior. Aprovechando también la altura baja de los medianeros alrededor.



##### **Orientación indirecta**

Las fachadas principales no están direccionadas hacia el poniente directo lo que permite aprovechar la luz natural sin generar deslumbramientos o sobrecalentamiento, manteniendo un ambiente para pacientes y personal.



### **Imagen 9**

*Caso de Estudio: Clínica de las Américas Auna.*

*Elaborado por Autor.*

### Aceso de luz solar



### Entorno urbano abierto

Menor obstrucción por edificaciones altas. Esto permite un ingreso más directo de radiación solar, tanto en zonas públicas como en las habitaciones mejorando la regulación circadiana y la percepción temporal de los usuarios.



### Ubicación de fuentes lumínicas

Las fuentes lumínicas artificiales se ubican de manera estratégica según la función del espacio: luz blanca neutra en quirófanos y áreas clínicas, iluminación cálida en habitaciones y salas de espera, y luminarias lineales en pasillos para garantizar continuidad visual.



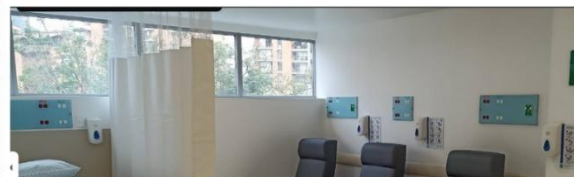
La luz natural ingresa por medio de los vanos de las fachadas hacia todos los puntos del edificio.

### Control lumínico

La clínica incorpora sistemas de control lumínico como vidrios con tratamientos especiales, persianas y protecciones solares, que permiten modular la intensidad de la luz natural.



Persianas y protecciones que regulan intensidad de la luz.



Balance entre funcionalidad clínica y confort ambiental, evitando la fatiga visual y el estrés.



Superficies claras y materiales reflectivos que potencian la dispersión homogénea de la luz.



Disposición estratégica de luminarias contribuyen a mejorar la calidad lumínica.

### CONCLUSIONES

1. Esta arquitectura hospitalaria integra vanos amplios y control lumínico que equilibran luz natural y artificial.
2. El acceso solar favorece la percepción del ciclo día-noche, contribuyendo al ritmo circadiano de pacientes y personal.
3. La ubicación estratégica de luminarias asegura confort visual y funcionalidad clínica, generando un entorno saludable y eficiente.
4. Son pocos los espacios del hospital que no poseen iluminación natural, tres de sus cuatro fachadas se componen de vanos.

### Imagen 10

Caso de Estudio: Clínica de las Américas Auna.  
Elaborado por autor.

**CUESTIONARIO - ENTREVISTA**

**PERCEPCIÓN ESPACIAL Y BIENESTAR DEL USUARIO**

**Hospital San Vicente Fundación- Rionegro**

Objetivo: Recoger percepciones sobre cómo la luz de un espacio afecta el bienestar, el ritmo corporal, el descanso y la atención.

**INDICADORES**

1. Nivel de agrado con la iluminación del espacio.
2. Preferencia por ciertos lugares o momentos del día.
3. Estados de fatiga, energía o concentración durante el día

Se entrevistará a tres personas diferentes quienes hayan visitado el caso de estudio, a partir de su experiencia, responderán unas preguntas que respalden la investigación, enfocándose en las sensaciones que el lugar les generó, basado en los indicadores.

**NIVEL DE AGRADO CON LA ILUMINACIÓN DEL LUGAR**

1. ¿Cómo percibes la luz natural que entra en este lugar? (dirección, intensidad, color)
2. ¿Crees que hay momentos en los que la luz es incómoda o muy fuerte?
3. ¿Puedes regular la luz artificial según lo que necesitas?
4. ¿Qué sensaciones o atmósferas te transmite la iluminación en este espacio?

**PREFERENCIA POR CIERTOS LUGARES O MOMENTOS.**

1. ¿Sientes que estar en el lugar te ayuda a descansar o concentrarte?
2. ¿En qué momentos del día prefieres estar aquí y por qué?
3. ¿Has notado si la iluminación influye en tu estado de ánimo?
4. ¿En qué lugar en específico te sentirías más cómodo?

**ESTADO DE FATIGA, ENERGÍA O CONCENTRACIÓN.**

1. ¿Te hace sentir tranquilo(a), enfocado(a), inspirado(a) o distraído(a)?
2. ¿Hay alguna relación entre cómo está iluminado el espacio y cómo usas tu tiempo en él?
3. ¿Cómo describirías tu nivel de energía a lo largo del día en este espacio?

**ENTREVISTA 1:**

Gustavo Urrego.  
Piloto comercial.  
Visitó el lugar como paciente en urgencias.

**ENTREVISTA 2:**

Juan Jacobo Agudelo  
Estudiante de mercadeo.  
Visitó el lugar como paciente en habitación.

**ENTREVISTA 3:**

Ana María Ossa.  
Enfermera.  
Visita el lugar recurrentemente como personal médico.

<p><b>NIVEL DE AGRADO CON ILUMINACIÓN DEL LUGAR</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. No ingresaba luz natural en el lugar en el que estaba.</li> <li>2. Si, muy incómoda todo el tiempo</li> <li>3. No</li> <li>4. Un lugar muy frío, oscuro, no es agradable, sensación de soledad.</li> </ol>	<p><b>NIVEL DE AGRADO CON ILUMINACIÓN DEL LUGAR</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dependió del lugar, pero las habitaciones donde yo estaba era nula, todo eran luces de techo.</li> <li>2. Si, la iluminación artificial era intensa y terminé con dolor de cabeza por estar siempre mirándola en el techo.</li> <li>3. Regular no, encender o apagar únicamente.</li> <li>4. De frío, un lugar plano.</li> </ol>	<p><b>NIVEL DE AGRADO CON ILUMINACIÓN DEL LUGAR</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dependió del lugar, en el exterior hay mucha iluminación, en las habitaciones es poca.</li> <li>2. Si, la luz muy fuerte influye también con elementos de alta reflexión que utilizo</li> <li>3. No.</li> <li>4. Me siento sobre estimulada a veces.</li> </ol>
<p><b>PREFERENCIA POR CIERTOS LUGARES O MOMENTOS.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. No, para nada</li> <li>2. En ninguno momento</li> <li>3. Si, porque la iluminación influye en el bienestar, debería ser más tenue.</li> <li>4. En una habitación donde de la luz.</li> </ol>	<p><b>PREFERENCIA POR CIERTOS LUGARES O MOMENTOS.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. No, estaba enfermo y la iluminación no ayudó a subir la energía.</li> <li>2. En el día, por la noche era un lugar muy oscuro, se sentía vacío, sin vida.</li> <li>3. Si, siempre.</li> <li>4. En la parte del lobby donde ingresé la luz natural o en la terraza.</li> </ol>	<p><b>PREFERENCIA POR CIERTOS LUGARES O MOMENTOS.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. A concentrarme, ya que con tanta luz no hay otra cosa en la que pueda pensar.</li> <li>2. En el día, porque en la noche sin luz natural me siento más cansada por el exceso de luz artificial.</li> <li>3. Si, la luz hospitalaria blanca y exagerada me hace sentir deprimida y agotada</li> <li>4. En la sala de espera donde hay luz natural.</li> </ol>
<p><b>ESTADO DE FATIGA, ENERGÍA O CONCENTRACIÓN.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Distraído</li> <li>2. Si, el estado en el que te encuentras, enfermo, no quieres recibir esa luz tan potente.</li> <li>3. Muy bajo, sin energía</li> </ol>	<p><b>ESTADO DE FATIGA, ENERGÍA O CONCENTRACIÓN.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Distraído, no hay mucho que ver o pensar con lo que se ve en el interior, afuera sí me parece un lugar muy bien diseñado.</li> <li>2. Si, al ser todo tan artificial, plano e insípido, no quiero estar mucho tiempo ahí.</li> <li>3. Bajo</li> </ol>	<p><b>ESTADO DE FATIGA, ENERGÍA O CONCENTRACIÓN.</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Enfocado.</li> <li>2. Si, porque la luz artificial tan potente te pone en un estado de alerta.</li> <li>3. La energía se va agotando cuando cesa la luz del día.</li> </ol>

**CONCLUSIÓN**

A partir del análisis que se realiza del estudio de caso, por medio de fotografías y planimetría, se pudo recopilar información de personas que recurren o han visitado el hospital San Vicente, logrando así recopilar experiencias sensoriales y brindando sentido a la investigación. La iluminación, tanto natural como artificial, influye profundamente en el estado físico, emocional y mental de las personas. Los espacios con buena luz natural generan mayor energía, tranquilidad y capacidad de concentración, mientras que la luz artificial no modulable puede provocar incomodidad, fatiga o desorientación. En conjunto, la calidad, dirección e intensidad de la luz determinan no solo el confort visual, sino también la experiencia arquitectónica y el bienestar integral de quienes visitan el espacio.

*Imagen 11*  
*Cuestionario Percepción espacial.*  
*Elaborado por autor*

**CUESTIONARIO - ENTREVISTA****RITMO CIRCADIANO**

Objetivo: Recolectar información sobre los hábitos de exposición a la luz, el sueño y la concentración de los usuarios, con el fin de analizar cómo las variaciones luminicas en el entorno arquitectónico influyen en el ritmo circadiano y, en consecuencia, en el bienestar físico y cognitivo de las personas.

**INDICADORES**

1. Presencia o ausencia de variaciones luminicas a lo largo del día.
2. Calidad del sueño percibida (continuidad, profundidad)
3. Capacidad de concentración en diferentes franjas horarias.

Se entrevistará a tres personas diferentes que realicen distintas actividades con el fin de realizar un análisis o estudio del ritmo circadiano de cada uno de ellos, dependiendo de las condiciones del lugar en las cuales permanecen, de la iluminación del mismo y como este afecta su concentración, su bienestar y su ciclo del sueño.

**PRESENCIA O AUSENCIA DE VARIACIONES LUMÍNICAS A LO LARGO DEL DÍA.**

1. ¿A qué hora del día sueles exponerte a la luz natural por primera vez?
2. ¿Durante el día, en qué momentos sientes mayor presencia de luz natural en el espacio que habitas o trabajas?
3. ¿Consideras que la luz natural varía perceptiblemente a lo largo del día en tu entorno habitual?
4. ¿Qué tipo de iluminación artificial usas antes de dormir? Luz cálida, blanca...

**CALIDAD DEL SUEÑO PERCIBIDA (CONTINUIDAD, PROFUNDIDAD)**

1. ¿A qué hora te acuestas normalmente?
2. ¿Te despiertas sintiéndote descansado/a?
3. ¿Crees que la luz que recibes durante el día (natural o artificial) influye en tu capacidad para dormir?

**CAPACIDAD DE CONCENTRACIÓN EN DIFERENTES FRANJAS HORARIAS.**

1. ¿En qué momentos del día sientes que te concentras mejor?
2. ¿Sientes que la iluminación del espacio donde estudias/trabajas afecta tu concentración?
3. ¿Experimentas somnolencia o fatiga en ciertas horas del día? En cuales.
4. ¿En qué condiciones de luz te concentras mejor?

**ENTREVISTA 1:**

Ana Sofía Urrego.  
Estudiante de derecho y ciencias políticas.

**ENTREVISTA 2:**

Mariana Peréz  
Mesera y bartender en Estados Unidos, y estudiante.

**ENTREVISTA 3:**

Tomás Forero  
Piloto de aeronave ligera.

<b>PRESENCIA O AUSENCIA DE VARIACIONES LUMÍNICAS A LO LARGO DEL DÍA.</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 8am</li> <li>2. a las 12m</li> <li>3. Si, puedo estar a aire libre entonces lo percibo.</li> <li>4. Luz cálida</li> </ol>	<b>PRESENCIA O AUSENCIA DE VARIACIONES LUMÍNICAS A LO LARGO DEL DÍA.</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Normalmente a la 2-3pm</li> <li>2. En mi trabajo nunca yo que es nocturno, en la tarde cuando salgo de mi casa</li> <li>3. Si, ya que por los horarios de mi trabajo cuando salgo la luz cambia perceptiblemente</li> <li>4. Luz cálida</li> </ol>	<b>PRESENCIA O AUSENCIA DE VARIACIONES LUMÍNICAS A LO LARGO DEL DÍA.</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Entre las 8-9 am</li> <li>2. 1:30pm</li> <li>3. Si, depende mucho de la climatología del lugar en el que me encuentro y al que me dirijo, cambio en todas las ciudades que visito</li> <li>4. Luz blanca.</li> </ol>
<b>CALIDAD DEL SUEÑO PERCIBIDA (CONTINUIDAD, PROFUNDIDAD)</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 12-1am</li> <li>2. No, me siento muy cansada</li> <li>3. Si, los días que no recibo luz natural me siento más cansada.</li> </ol>	<b>CALIDAD DEL SUEÑO PERCIBIDA (CONTINUIDAD, PROFUNDIDAD)</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 3-4am</li> <li>2. No, me siento muy cansada</li> <li>3. Si, ya que para dormir necesito tener una lámpara encendida.</li> </ol>	<b>CALIDAD DEL SUEÑO PERCIBIDA (CONTINUIDAD, PROFUNDIDAD)</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. 10pm a 12-1am, esto varía según mis turnos de trabajo.</li> <li>2. No</li> <li>3. No</li> </ol>
<b>CAPACIDAD DE CONCENTRACIÓN EN DIFERENTES FRANJAS HORARIAS.</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Por la mañana</li> <li>2. Si, afecta mi concentración</li> <li>3. Después de las 12 del día.</li> <li>4. Luz blanca</li> </ol>	<b>CAPACIDAD DE CONCENTRACIÓN EN DIFERENTES FRANJAS HORARIAS.</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. En la noche</li> <li>2. Si porque mi trabajo tiene las luces bajas todo el tiempo.</li> <li>3. Si, de 10pm a 1am son las horas más pesadas.</li> <li>4. Luz cálida.</li> </ol>	<b>CAPACIDAD DE CONCENTRACIÓN EN DIFERENTES FRANJAS HORARIAS.</b> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. En la noche</li> <li>2. No</li> <li>3. No</li> <li>4. Luz tenue, que no sea muy fuerte.</li> </ol>

**CONCLUSIÓN**

Los datos obtenidos mediante esta encuesta permiten establecer una relación directa entre las condiciones luminicas del entorno y los ritmos biológicos de los usuarios, evidenciando cómo la presencia, ausencia o variación de la luz natural y artificial a lo largo del día impacta en la calidad del sueño, la concentración y el estado general de alerta. Estos hallazgos son fundamentales para orientar decisiones de diseño arquitectónico que favorezcan la sincronización del ritmo circadiano, promoviendo espacios que potencien el bienestar y el rendimiento humano.

*Imagen 12*  
*Cuestionario Ritmo circadiano.*  
*Elaborado por autor.*

---

## Conclusiones

Después de la culminación de la tesis anteriormente presentada, es posible argumentar y demostrar el papel que juega la iluminación arquitectónica en el funcionamiento de los procesos fisiológicos del cuerpo humano. A partir de diferentes hallazgos del proceso investigativo y reflexivo se logra evidenciar la luz más allá de su función técnica, constituida como un elemento esencial en la configuración del bienestar y además, en la comprensión del espacio arquitectónico desde una perspectiva sensorial. De manera que fuera posible comprender y responder de manera lógica y consciente la pregunta de investigación, fue necesario abarcar cada concepto de manera individual, permitiendo así un panorama más amplio que articule diferentes campos como la ciencia, la percepción y la arquitectura en favor de la salud de los usuarios.

Como concepto principal, se estudió el ritmo circadiano desde una perspectiva medicinal y biológica, comprendiendo cómo funcionan los estímulos lumínicos recibidos, desde la forma en la que los percibe el ojo humano, hasta la influencia neurológica que se presenta debido a los ciclos de luz y oscuridad. Estos ciclos se deberían presentar de manera natural, donde el horario de luz solar y el horario nocturno sea coherente con el ciclo de sueño, integrando así, la iluminación artificial de manera moderada, inteligente y regularizada, de lo contrario, la exposición inadecuada a dicha iluminación, o la falta de luz natural, repercutirá directamente en funciones fisiológicas necesarias como el sueño, la concentración e incluso enfermedades de mayor magnitud. Se concluye de este concepto que los espacios arquitectónicos deben responder a los ritmos biológicos del ser humano, de manera que la iluminación utilizada corresponda a la función del lugar y la necesidad o estado en el que el usuario debe permanecer. La luz funcionará así como elemento regulador del equilibrio mental y físico del mismo.

La iluminación adquiere así un papel activo como herramienta terapéutica, además de ser un componente determinante en la salud ambiental del usuario, tiene la capacidad de influir en los estados de ánimo, emociones, confort e incluso, en la recuperación de pacientes en contextos hospitalarios. Actualmente, el diseño arquitectónico de un espacio debe contar con las condiciones aptas para que el ser humano pueda adaptarse sin sufrir alteraciones. Las estrategias lumínicas se basan en mantener o imitar las condiciones del ciclo solar, es decir, además del importante ingreso

---

de luz natural a un espacio, es importante que la luz artificial se adapte al tiempo biológico, esto por medio de funciones que permitan adaptar la intensidad, el color y los espectros de la iluminación. El caso de estudio presenta espacios hospitalarios donde los pacientes requieren de luz solar para una recuperación más eficiente y el personal médico necesita una iluminación acorde al estado de actividad y alerta en el que deben permanecer, por esto, es necesario consolidar un diseño arquitectónico sensible y consciente, evitando desordenes y desequilibrios en el ciclo humano natural.

La percepción ambiental se logró entender como el vínculo entre el espacio y la experiencia que cada ser humano tiene en el mismo. Esta se construye a partir de interpretaciones guiadas por medio de estímulos visuales, lumínicos y espaciales que determinan su conexión emocional y orientación con el lugar. Cada atmósfera tiene la capacidad de brindar sensaciones diferentes, donde por medio de colores, volumetría, formas, luces, sombras, entre otros, la mente asocia los elementos a un recuerdo o una apreciación generando entornos que favorezcan calma, concentración, seguridad, o por el contrario, estrés, alerta o desesperación. En arquitectura, cada espacio es pensado y diseñado para generar una percepción ambiental diferente, donde por medio de iluminación equilibrada, se logre llevar al usuario a un estado de confort psicológico y por lo tanto, físico.

Consecuentemente, a partir de las conclusiones generadas por cada uno de los conceptos, su investigación, reflexión y argumentación personal, la tesis reafirma que el diseño lumínico consciente constituye un vínculo entre la ciencia, la arquitectura y el bienestar. Se logró comprender la interacción entre el ritmo circadiano, la iluminación y la percepción ambiental, proyectando así espacios que trascienden de lo funcional a entornos terapéuticos y saludables. Este estudio abre la posibilidad de seguir explorando la relación entre la neuroarquitectura y la iluminación, promoviendo un enfoque interdisciplinar en el que la arquitectura se proyecte como elemento fundamental en la mejora de la salud del ser humano.

### Referencias

- Benavides González, A., Vera, S. E., & Galván Bocanegra, H. (2015). *Influencia de la configuración espacial en la percepción visual de los usuarios para el diseño arquitectónico del nuevo museo de Pachacamac*.
- Castellanos, M. Á., & Escobar, C. (2016). *Medicina traslacional de la cronobiología a la cronomedicina*. (Vol. 59).
- Castro Guaman, M. P., & Poligua Murillo, N. (2015). *Diseño de iluminación con luminarias tipo LED basado en el concepto eficiencia energética y confort visual*.
- Cristina, A., Romero, G.-L., Arthur, Y., & Silveira, D. (2021). *Neuroarquitectura aplicada al proceso de diseño*. <https://el-diseno.com/revista>
- Duffy, J. F. & Czeisler. (2009). *Efecto de la luz en la fisiología circadiana humana*. [www.rwjf.org](http://www.rwjf.org).
- Esquivias Fernandez, P., Navarro Casas, J., & Moreno Rangel, D. (2017). *Iluminación Natural diseñada a través de la Arquitectura*.
- Guzman, A. (2024). *Arquitectura Hospitalaria: La luz natural como terapia en espacios de rehabilitación*. *Escuela Tecnica Superior de Arquitectura*.
- Joseph, A. (2006). *The Impact of Light on Outcomes in Healthcare Settings*. [www.rwjf.org](http://www.rwjf.org).
- Klarsfeld, A. (2013). *At the dawn of chronobiology*.
- León Araya, M. J. (2021). *Ergonomía Consciente en la Arquitectura. Información e interacción entre el entorno construido, el ser humano y su bienestar integral*.
- Mañana Borrazás, P. (2003). *Arquitectura como percepción* (Vol. 2). THOMAS.
- Muros Alcojor, A., & Perdomo, M. J. (2021). *Arquitectura y luz HHL. Iluminación híbrida centrada en la salud*.
- Park, M. Y., Chai, C. G., Lee, H. K., Moon, H., & Noh, J. S. (2018). The Effects of Natural Daylight on Length of Hospital Stay. *Environmental Health Insights*, 12. <https://doi.org/10.1177/1178630218812817>
- Soltic, S., & Chalmers, A. (2019). Optimization of LED lighting for clinical settings. *Journal of Healthcare Engineering*, 2019. <https://doi.org/10.1155/2019/5016013>
- Teresa Aguilar Carrasco, M., Javier Acosta García, I., Domínguez Amarillo, S., & José Sendra Salas, J. (2024). *Optimización del campo lumínico para promover un adecuado ritmo circadiano en centros de trabajo de actividad continuada*.

- 
- Torres Loyola, E. M. (2024). Nivel de iluminación natural en la arquitectura Hospitalaria. *Revista de Climatología*, 24, 558–565. <https://doi.org/10.59427/rcli/2024/v24cs.558-565>
- Zeitler, J. M., Bir Khalsa, S. S., Boivin, D. B., Duffy, J. F., Shanahan, T. L., Kronauer, R. E., & Czeisler, C. A. (2005). Temporal dynamics of late-night photic stimulation of the human circadian timing system. *Am J Physiol Regul Integr Comp Physiol*, 289, 839–844. <https://doi.org/10.1152/ajpregu.00232.2005>.-The