

Explorando la influencia de la neuroarquitectura en el comportamiento humano y Bienestar

Joyal George (Autor ¹)

Estudiante de Licenciatura en

Arquitectura, Escuela de Arquitectura

SCMS, Karukutty,

India joyalgeorgemanikkathuparambil@gmail.com

Vishnu P Prakash (Autor ²)

Profesor asistente

Escuela de Arquitectura SCMS

Karukutty, India

vishnuprakash@scmsgroup.org

Resumen: La neuroarquitectura explora la poderosa conexión entre las decisiones de diseño tomadas en un edificio y cómo estas impactan nuestro bienestar. Este impacto se puede sentir en múltiples niveles, influyendo en nuestra salud física, estado mental, emociones e incluso en nuestras interacciones sociales. Esta investigación profundiza en la revisión sistemática de investigaciones recientes sobre neuroarquitectura. Además, explora la evidencia histórica sobre cómo la arquitectura se ha utilizado para influir en las emociones a lo largo de la historia. Este viaje a través del tiempo proporcionará valiosas perspectivas sobre cómo el diseño ha moldeado la experiencia humana durante siglos. El estudio abarca cómo elementos de diseño como la luz, el color, la acústica, el material, la escala, la distribución y el volumen afectan el comportamiento, las emociones y el bienestar del usuario. Sobre esta base, se crea información colectiva sobre cómo los elementos arquitectónicos afectan nuestras emociones humanas. Esta investigación ayuda a comprender cómo diseñar edificios que promuevan activamente una mejor calidad de vida, analizando también las limitaciones en su eficacia para diferentes usuarios y su consistencia.

Palabras clave: Arquitectura, emoción, bienestar humano, bienestar cognitivo, comportamiento, cerebro.

I. INTRODUCCIÓN

¿Y si la arquitectura tuviera un efecto más allá de los edificios que crea? Aquí es donde comienza la neuroarquitectura. Es una nueva disciplina que explora cómo se utilizan los elementos del diseño para influir en nuestro estado mental, estado de ánimo y salud general. Es como...

Creando espacios que conecten con nuestro subconsciente para mejorar las habilidades de pensamiento, aumentar la eficiencia laboral y despertar las emociones. Esta exploración se centrará en el delicado equilibrio entre los diseños pensados para el ser humano y la mente humana.

En esta sección se presentará lo que revelan los estudios científicos sobre aspectos específicos de la construcción relacionados con el procesamiento cognitivo, la estabilidad emocional o la reducción del estrés. Aunque el término "neuroarquitectura" es relativamente moderno, los principios subyacentes existen desde hace siglos. Los arquitectos responsables de estructuras icónicas como la Sagrada Familia en Barcelona, España, o la Catedral de Notre Dame en París, Francia, quizá no hayan tenido acceso a la investigación neurocientífica contemporánea, pero sus diseños...

Sin duda, tenía como objetivo evocar respuestas cognitivas profundas relacionadas con la espiritualidad y la trascendencia.

Considero a Antoni Gaudí, el architect de la Sagrada Familia.

Su enfoque poco convencional del diseño, caracterizado por intrincadas formas orgánicas y detalles minuciosos, estaba profundamente arraigado en su comprensión de la naturaleza y su deseo de crear espacios que inspiraran asombro y reverencia. Si bien Gaudí quizá no expresara sus intenciones en términos neurocientíficos, su uso de la luz, el espacio y el simbolismo buscaba, sin duda, provocar respuestas emocionales y cognitivas en quienes experimentaban su arquitectura. De igual manera, los arquitectos de la Catedral de Notre Dame, y de innumerables otras estructuras religiosas a lo largo de la historia, eran plenamente conscientes del impacto psicológico de sus diseños. Desde las imponentes alturas de la nave hasta las intrincadas vidrieras que representan escenas bíblicas, cada elemento de estos edificios fue cuidadosamente elaborado para crear una atmósfera propicia para la contemplación, la oración y la experiencia espiritual. ("Neuroarquitectura: Cuando la mente se encuentra con la forma construida", 2023)

A. CONCEPTO DE NEUROARQUITECTURA

La neurociencia es un campo multidisciplinario que abarca diversos principios y conceptos relacionados con la estructura y función del sistema nervioso. La neuroarquitectura es un campo emergente que explora la interacción entre los espacios diseñados en el entorno construido y su impacto en el comportamiento y el bienestar humano mediante la estimulación de los nervios correspondientes. En esencia, utiliza principios neurocientíficos para fundamentar el diseño de espacios y lograr objetivos específicos, como:

Estimular el proceso de pensamiento y la concentración, crear un ambiente tranquilo y curativo, diseñar diseños y funciones que reduzcan la ansiedad y el estrés, aumentar la productividad y el compromiso para un mejor flujo de trabajo.

B. PRINCIPIO FUNDAMENTAL

La neuroarquitectura utiliza el conocimiento científico sobre la percepción, la atención, la memoria y las emociones para comprender cómo funcionan diversos elementos de diseño, como la iluminación, el color, el volumen, la escala y el espacio.

La organización y los materiales nos afectan. Comprender cómo responde el cerebro a diferentes estímulos.

C. CONSIDERACIÓN ÉTICA

Es crucial reconocer las consideraciones éticas al manipular el comportamiento mediante el diseño. La neuroarquitectura debe utilizarse de forma ética y responsable, considerando la transparencia, el respeto a la autonomía y evitando la manipulación.

II. HISTORIA

En civilizaciones antiguas, la evidencia sugiere que civilizaciones como la griega y la egipcia comprendieron el impacto del espacio en la experiencia humana, incorporando principios como la simetría, la luz natural y el simbolismo en su arquitectura. Si bien el término "neuroarquitectura" es una invención reciente, las civilizaciones antiguas incorporaron sin duda principios similares a sus conceptos fundamentales sin poseer necesariamente una comprensión científica de los mecanismos neurológicos subyacentes.

Observaron los impactos de su entorno y utilizaron estas observaciones para diseñar estructuras que influyeron en el comportamiento y el bienestar.

Esta comprensión intuitiva de la conexión entre el espacio y la experiencia humana constituye un valioso punto de partida para nuestra exploración científica moderna. Al analizar estos ejemplos históricos y combinarlos con la investigación contemporánea, podemos comprender mejor cómo el diseño influye en nuestros pensamientos, emociones y comportamientos. Este conocimiento puede utilizarse para fundamentar el diseño de entornos futuros que promuevan activamente no solo el bienestar físico, sino también la salud mental y emocional, fomentando una conexión más profunda entre nosotros y los espacios que habitamos.

A. ENFATIZAR LOS ELEMENTOS NATURALES

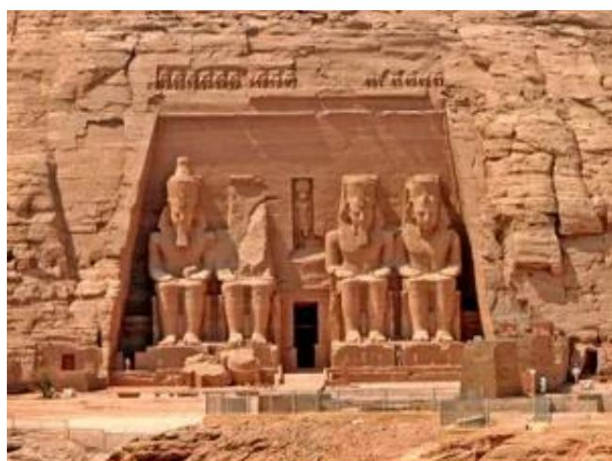


Figura 1 Gran Templo de Ramsés II.

Imagen cortesía de: Encyclopædia Britannica.

Los templos del antiguo Egipto solían incorporar luz y ventilación naturales, lo que potencialmente promovía sentimientos de paz y conexión con lo divino (Zelazko, s.f.). El monumento más notable de Ramsés II (figura 1), el gran constructor, es sin duda el templo dedicado a los dioses del sol Amón-Ra y Ra-Horajte en Abu Simbel. Aunque excavado en la roca viva, la estructura generalmente sigue el plan del templo egipcio habitual. Cuatro colosales estatuas sedentes emergen de la pared del acantilado: dos a cada lado de la entrada al templo principal (Zelazko, s.f.). Esas cuatro estatuas talladas son de Ramsés II (faraón), Ra (dios del sol) y Amón (rey de los dioses); solo la estatua de Ptah (el dios de la oscuridad) permanece en la sombra.

Este fenómeno ocurre dos días al año: uno en el aniversario de su ascensión al trono (22 de febrero) y el otro en su cumpleaños (22 de octubre) (Sandorini, 2017). Los primeros rayos del sol de la mañana penetran por todo el templo e iluminan el santuario más profundo.



Figura 2 Imagen de

Machu Picchu cortesía de: upload.wikimedia.org

El Imperio Inca construyó sus ciudades en las cimas de las montañas, por ejemplo Machu Picchu (figura 2), maximizando la exposición a la luz solar y al aire fresco, lo que podría haber mejorado el estado de ánimo y el estado de alerta (Wallenfeldt, nd).



figura 3 Asclepieia

Imagen cortesía de Just Go Greece

Los templos de sanación de Asclepieia (figura 3), construidos en la antigua Grecia, son otro ejemplo de neuroarquitectura. Sus paisajes terapéuticos fueron diseñados estratégicamente para promover la sanación y el bienestar, considerando factores arquitectónicos como el entorno natural, el entorno construido, el sentido de pertenencia y el paisaje simbólico. Suelen ubicarse en entornos pintorescos y tranquilos, alejados del bullicio de la ciudad. Este entorno natural podría haber promovido la relajación, reducido el estrés y favorecido el bienestar general. Asclepieia solía enfatizar un enfoque holístico de la salud, incorporando aspectos que van más allá del simple tratamiento de los síntomas físicos. Los rituales de purificación podrían haber reducido la ansiedad y el estrés, mientras que la incubación de sueños, donde las personas dormían en el templo esperando la intervención divina, podría haber brindado consuelo y una sensación de esperanza. Esta creencia podría haber desencadenado el efecto placebo, un fenómeno en el que la expectativa de sanación puede contribuir a resultados positivos ("Neuroarquitectura: Cuando la mente se encuentra con la forma construida", 2023).

B. USO DE PATRONES GEOMÉTRICOS Y SIMETRÍA



Figura 4 Pteron

Imagen cortesía de Steve Swayne

Los edificios de la arquitectura griega y romana solían emplear proporciones geométricas y diseños simétricos, que se creía que creaban una sensación de armonía y orden, promoviendo potencialmente sentimientos de calma y claridad. El icónico templo del Pteron (figura 4), dedicado a Atenea, diosa de la sabiduría y patrona de Atenas, se alza majestuoso sobre la Acrópolis, un complejo sagrado que domina la ciudad. Las 17 columnas dóricas a cada lado y las ocho en cada extremo crean una sensación de proporción armoniosa y un movimiento visual y horizontal dinámico. El edificio ejemplifica el orden dórico y la planta rectangular de los templos griegos, que enfatizaban un flujo de movimiento y luz entre el interior del templo y el espacio circundante, mientras que el movimiento de las columnas, que se elevan desde la tierra hasta el entablamento que rodea el edificio, atrae la mirada hacia el cielo, hacia los relieves tallados y las estatuas que, originalmente, pintadas con colores brillantes, coronaban el templo (Seiferle 2018).



figura 5 Panteón

Imagen cortesía de Roberta Dragan

El templo circular mira hacia la calle con un pórtico monumental, empleando ocho columnas corintias en el frente con filas dobles de cuatro columnas detrás, para crear una entrada imponente.

La fachada, que evoca el octóstilo del Pteron ateniense (figura 5), también enfatizaba que Roma era heredera de la tradición clásica. Las grandes columnas de granito se alzan hasta un entablamento con una inscripción que dice: «Marco Agripa, hijo de Lucio, hizo [esto] cuando fue cónsul por tercera vez». Aunque el templo de Agripa, construido durante el reinado del emperador Augusto (27 a. C.-14 d. C.), se incendió, el emperador... La característica innovadora y distintiva del edificio era su cúpula de hormigón; con una altura y un diámetro de 43 metros, sigue siendo la cúpula más grande del mundo hecha de hormigón sin reforzar. El interior era igualmente innovador, ya que la cúpula se alzaba sobre un interior circular.

cámara, iluminada por un óculo que se abre al cielo en el centro de la cúpula artesonada, creando una sensación de espacio imperial y divino (Seiferle 2018).



Figura 6 Pirámide maya

Imagen cortesía de: afterdark-entertainment.com

Sus intrincados diseños geométricos, plataformas elevadas de varios niveles, enormes pirámides escalonadas (Figura 6) y alineaciones astronómicas podrían haber servido para propósitos religiosos y al mismo tiempo haber creado una sensación de asombro y maravilla, impactando los estados emocionales (Cartwright 2015).

C. ELEMENTOS SIMBÓLICOS Y ESPACIOS RITUALÍSTICOS



Figura 7 Pirámides de Giza

Imagen cortesía de: wallpapers.com

Las pirámides egipcias, con su tamaño colosal y sus intrincados pasadizos, probablemente inspiraban admiración y reverencia, lo que sustentaba sus funciones religiosas y espirituales. No eran solo estructuras monumentales, sino que también tenían un profundo significado religioso y simbólico para los antiguos egipcios. Estudios neurocientíficos indican que la exposición a símbolos y rituales asociados con el sistema de creencias puede activar regiones cerebrales implicadas en el procesamiento de las emociones y el fortalecimiento de la identidad cultural. La creencia en el más allá y el papel de las pirámides como tumbas de los faraones habrían imbuido a estas estructuras de un profundo significado emocional y espiritual para los antiguos egipcios.

La neurociencia nos dice que experimentar asombro puede aumentar la actividad en las regiones cerebrales asociadas con la recompensa, el placer y la motivación. Esta sensación de asombro podría haber fomentado una profunda conexión emocional con los monumentos y con los faraones que los encargaron.



figura 8 Stonehenge

Imagen cortesía de English Heritage

Los complejos monumentales de Stonehenge (figura 8) y Avebury ofrecen una perspectiva excepcional de las prácticas funerarias y ceremoniales en Gran Bretaña durante el Neolítico y la Edad del Bronce. Junto con sus entornos y yacimientos asociados, conforman paisajes sin parangón. El diseño, la posición y la interrelación de los monumentos y yacimientos evidencian una sociedad prehistórica rica y altamente organizada, capaz de imponer sus conceptos al entorno. Un ejemplo destacado es la alineación de la Avenida Stonehenge (probablemente una ruta procesional) y el círculo de piedras de Stonehenge en el eje del amanecer de verano y el atardecer de invierno, lo que indica su carácter ceremonial y astronómico. En Avebury, la longitud y el tamaño de algunos elementos, como la Avenida West Kennet, que conecta el Henge con el Santuario a más de 2 km de distancia, son una prueba más de ello. Las precisas alineaciones astronómicas de este monumento sugieren su uso para rituales y reuniones religiosas, lo que podría influir en los estados emocionales y la cohesión social. ("Stonehenge, Avebury y Sitios Asociados", sin fecha).

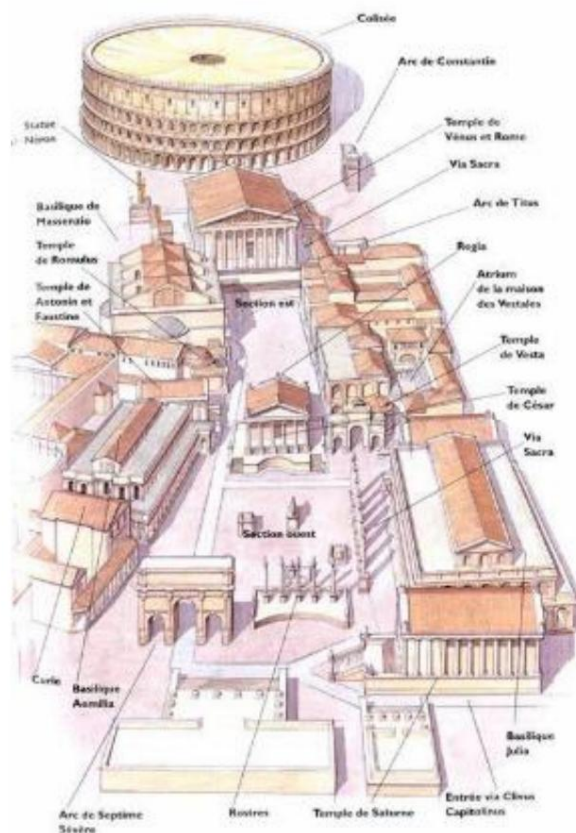


Figura 9 Foro Romano

Imagen cortesía de: www.worldbyisa.com

D.ORGANIZACIÓN ESPACIAL E INTERACCIÓN SOCIAL

El Foro Romano (figura 9) fue el centro neurálgico de la actividad política, religiosa y social de la antigua Roma. Su organización espacial desempeñó un papel crucial en la configuración de las emociones y experiencias de la gente durante ese período. Situado en el corazón de Roma, el Foro era fácilmente accesible para todos los ciudadanos.

Su céntrica ubicación lo convertía en un punto focal de diversas actividades, atrayendo a personas de todos los ámbitos. Rodeado de grandes templos, basílicas, edificios gubernamentales y monumentos, el Foro transmitía una sensación de poder, autoridad y orgullo cívico.

La impresionante arquitectura infundía admiración y reverencia en los visitantes, contribuyendo a un sentido de respeto por las instituciones y los valores que representaban. El Foro servía como espacio de encuentro social donde la gente se reunía para interactuar, intercambiar bienes e ideas, y participar en eventos públicos. El ambiente animado fomentaba un sentido de comunidad y pertenencia entre la población romana. El Foro se disponía a lo largo de un eje monumental, con importantes edificios y monumentos alineados para crear una sensación de armonía y orden visual. Esta disposición axial impartía una sensación de dirección y propósito a los visitantes, guiando su movimiento por el espacio y mejorando su experiencia emocional (Cartwright, 2018).

III. ENFOQUES FUNDAMENTALES PARA LA ASPECTO COGNITIVO-EMOCIONAL DE ARQUITECTURA

El estudio de cómo la arquitectura afecta nuestros pensamientos y sentimientos ha sido un enfoque clave para los investigadores a lo largo del tiempo. Al comprender estos principios básicos, podemos comprender mejor cómo se aplica la neurociencia a la arquitectura actual. Esta sección describe tres enfoques principales:

a. Enfoque geométrico. b.

Cómo experimentamos el espacio.

c. Impacto de la filosofía y la psicología en el diseño.

Todos estos enfoques están conectados y nos ayudan a comprender la influencia de la arquitectura en nuestras emociones y cognición. (Higuera-Trujillo, Linares, and Macagno 2021,8)

A. ENFOQUE GEOMÉTRICO

A lo largo de la historia, los arquitectos han analizado la relación entre el cuerpo humano y la arquitectura de dos maneras principales: el teomorfismo y el antropomorfismo. El teomorfismo, presente en edificios de la antigua Grecia como el Partenón, utiliza proporciones geométricas para crear efectos emocionales. De igual manera, arquitectos posteriores como Palladio y Le Corbusier emplearon reglas matemáticas para lograr efectos similares. El antropomorfismo, presente en los antiguos templos romanos y posteriormente en los períodos renacentista y barroco, utiliza la simetría del cuerpo humano en el diseño de edificios. Ambos enfoques se han combinado con el tiempo, con arquitectos como Alberti buscando crear espacios más humanos.

Utilizando principios geométricos. Esta idea continuó con el racionalismo, que se centró en la arquitectura práctica para las necesidades cotidianas, como se aprecia en las obras de Klimt, Bataille, Zevi, Smithson, Niemeyer y Mollino. (Higuera-Trujillo, Llinares y Macagno 2021, 9)

Muchas de estas ideas geométricas siguen vigentes hoy en día. Algunas, como el patrón de nueve cuadrados y la sección áurea, han demostrado ser estéticamente atractivas mediante experimentos, incluso mediante realidad virtual y neurociencia. También se están desarrollando nuevos métodos para cuantificar las propiedades geométricas y comprender cómo afectan a las emociones. Por ejemplo, el análisis isovista analiza la amplitud del espacio visible desde un punto determinado, mientras que la inteligencia artificial ayuda a categorizar las características arquitectónicas. También existe el análisis matemático-geométrico de imágenes arquitectónicas, que mide aspectos como la densidad de aristas, la dimensión fractal, la entropía y las métricas de color. Por lo tanto, el enfoque geométrico de la arquitectura sigue vigente. (Higuera-Trujillo, Llinares y Macagno 2021, 10).

B. CÓMO EXPERIMENTAMOS LOS ESPACIOS

En neuroarquitectura, la experiencia de un espacio se analiza desde la perspectiva de la neurociencia, que profundiza en cómo el cerebro procesa la información sensorial y percibe el entorno. Nuestra interacción con un espacio comienza con la percepción sensorial, ya que nuestro cerebro interpreta la información proveniente de la vista, el oído, el tacto, el olfato y el gusto. La neuroarquitectura considera cómo elementos arquitectónicos como la iluminación, el color, la textura, la acústica y la fragancia influyen en nuestra experiencia sensorial y evocan respuestas emocionales.

La cognición espacial es otro aspecto clave de cómo experimentamos un espacio. Nuestro cerebro procesa la información espacial para comprender nuestra ubicación dentro de un espacio, navegar por nuestro entorno y formar mapas mentales de nuestro entorno. La neuroarquitectura explora cómo la distribución arquitectónica, los patrones de circulación y las señales de orientación influyen en la cognición espacial y la facilidad de navegación dentro de un... espacio.

Las respuestas emocionales a la arquitectura también están profundamente arraigadas en la neurociencia. Características de diseño como las proporciones, la simetría, la escala y la estética pueden provocar diversas reacciones emocionales al activar vías neuronales específicas asociadas con la recompensa, el placer, la excitación o el estrés. La neuroarquitectura investiga cómo estos elementos de diseño influyen en los estados emocionales y contribuyen a la atmósfera general de un espacio.

La carga cognitiva, o el esfuerzo mental necesario para procesar los estímulos ambientales, es otro factor a considerar en la neuroarquitectura. Las intervenciones de diseño que reducen la carga cognitiva, como líneas de visión claras, diseños intuitivos y una estética minimalista, pueden mejorar la función cognitiva y la concentración.

Tabla 1 Principio de diseño y su efecto en el ser humano.

y bienestar. La neuroarquitectura examina cómo estas estrategias de diseño optimizan el rendimiento cognitivo y la experiencia del usuario.

Los principios del diseño biofílico, que integran elementos de la naturaleza en el entorno construido, también se exploran en la neuroarquitectura. Se ha demostrado que la exposición a elementos naturales como la luz solar, la vegetación, el agua y los materiales naturales tiene un impacto positivo en la función cognitiva, el estado de ánimo y las respuestas fisiológicas. La neuroarquitectura investiga cómo los elementos de diseño biofílico promueven la reducción del estrés, la recuperación y el bienestar general.

En definitiva, la neuroarquitectura busca optimizar la experiencia del usuario mediante el diseño de espacios que favorezcan la función cognitiva, el bienestar emocional y la calidad de vida en general. Al comprender los mecanismos neuronales que subyacen a la percepción y el comportamiento humanos, los arquitectos pueden crear entornos que conecten con los usuarios a nivel neurobiológico, fomentando la comodidad, la interacción y el sentido de pertenencia. (Higuera-Trujillo, Llinares y Macagno 2021, 10)

C. EL IMPACTO DE LA FILOSOFÍA Y LA PSICOLOGÍA EN

Tendencia de principios	
Balance	Cuando un diseño parece uniforme y estable, nos ayuda a sentirnos tranquilos y satisfechos.
Armonía	Los diseños que parecen consistentes y bien organizados son más fáciles de entender para nuestro cerebro.
Contraste	Cuando las cosas se destacan en un diseño, como colores brillantes o letras grandes, nuestros cerebros prestan atención.
Enfatizar Los diseños	que resaltan las partes importantes ayudan a que nuestro cerebro se concentre en lo que es más importante.
Proporción Cuando	las cosas en un diseño parecen tener el tamaño correcto en comparación con las demás, es más fácil para nuestro cerebro comprender su relación.
Jerarquía Un orden	claro en un diseño ayuda a nuestro cerebro a saber qué mirar primero, segundo, etc.
Ritmo	Los patrones y elementos repetidos en un diseño hacen que a nuestro cerebro le resulte más fácil seguirlos.
Movimiento Cuando	partes de un diseño se mueven o apuntan en una dirección determinada, capta nuestra atención y nos mantiene interesados.
Proximidad Agrupar	cosas similares en un diseño ayuda a nuestro cerebro a ver cómo están conectadas.

DISEÑO

El impacto de la filosofía y la psicología en el diseño es amplio e influyente, proporcionando el marco conceptual y metodológico para que los diseñadores creen productos y entornos significativos y centrados en el usuario. La filosofía, que abarca la estética, la ética, la metafísica y la epistemología, moldea los principios y enfoques del diseño al explorar conceptos de belleza, moralidad, realidad y conocimiento. Las indagaciones filosóficas fundamentan las decisiones de diseño relacionadas con la composición visual, las consideraciones éticas, los enfoques conceptuales y las metodologías de investigación, guiando a los diseñadores en la creación de diseños que no solo sean estéticamente agradables, sino también socialmente responsables e intelectualmente rigurosos.

La psicología profundiza en el comportamiento, la cognición y las emociones humanas, ofreciendo conocimientos sobre cómo los usuarios perciben, interactúan y responden a los entornos y productos diseñados. Comprender los principios psicológicos es crucial para crear interfaces intuitivas, experiencias emocionalmente atractivas y entornos que promuevan el bienestar y la productividad. La investigación psicológica fundamenta las decisiones de diseño destinadas a optimizar la experiencia del usuario, generar respuestas emocionales específicas y mejorar la ergonomía cognitiva. Al integrar perspectivas filosóficas con la comprensión psicológica, los diseñadores pueden crear diseños que conecten con los usuarios a nivel intelectual, emocional y experiencial, fomentando interacciones significativas y mejorando la calidad de vida.

IV. RELACIÓN ENTRE LA ARQUITECTURA Y LA EMOCIÓN HUMANA

La percepción que las personas tienen del entorno construido va más allá de lo que ven y tocan. Usan sus sentimientos y emociones, como sentirse seguros, tranquilos o emocionados, para describir cómo se relacionan con un lugar. Cuando las personas se encuentran en un entorno determinado, sus emociones a corto y largo plazo se ven afectadas. Diversos estudios han demostrado que aspectos como el tamaño, la distribución y la forma de un edificio o espacio pueden desencadenar emociones. Esto resalta cómo el diseño de nuestro entorno puede influir en cómo nos sentimos. Esto demuestra el poder del entorno construido para cambiar las emociones o el afecto de las personas. Tras experimentar estas emociones, las personas evalúan el entorno como bueno o malo según cómo les afecta, tanto objetiva como subjetivamente. (Assem, Khodeir y Fathy 2023, 3)

Durante una experiencia arquitectónica, pueden ocurrir cambios en el cuerpo, con o sin que la persona sea consciente de ellos. Por ejemplo, las fluctuaciones del flujo sanguíneo en ciertas áreas del cerebro se han vinculado a cambios en las emociones, lo que demuestra que las emociones pueden afectar la salud física al influir en la respuesta del sistema inmunitario. La evidencia también sugiere que las emociones pueden afectar directamente la actividad cerebral en áreas relacionadas con la atención, la memoria, la motivación, el estado de ánimo y la toma de decisiones. Esto significa que los cambios de comportamiento pueden mejorar el aprendizaje, la psicología, el bienestar y acelerar la recuperación. Estudios realizados en entornos educativos y sanitarios han explorado estos efectos. (Assem, Khodeir y Fathy 2023, 5)

Además, las investigaciones han demostrado que los entornos agradables tienen un efecto más positivo en la estimulación cerebral que los desagradables. Estudios de neuroimagen han demostrado que la exposición a estímulos ambientales positivos activa partes del cerebro diferentes a las de la exposición a estímulos negativos. Además, se han observado diferencias entre la actividad cerebral de hombres y mujeres en respuesta a estímulos positivos y negativos. Sin embargo, se observó que ciertas partes del cerebro, como los lóbulos occipital y límbico, responsables de la percepción visual y las respuestas emocionales, se activaban tanto en hombres como en mujeres en todos los casos. (Assem, Khodeir y Fathy 2023, 7)

V. EFECTO DE LA NEUROARQUITECTURA SOBRE BIENESTAR HUMANO

Mediante la neuroarquitectura, los investigadores pueden abordar cuatro aspectos clave del bienestar humano: (1) salud física, (2) bienestar emocional, (3) estimulación intelectual y (4) interacción social en espacios (figura 10). Esto es posible gracias a la conexión entre estos aspectos del bienestar y los elementos centrales de la neuroarquitectura: la fisiología corporal, las emociones, las respuestas psicológicas y los procesos cognitivos. Diversos estudios han demostrado que la exposición a ciertos elementos en interiores puede afectar a las personas, ya sea en simulaciones virtuales o en entornos reales. Se ha elaborado una recopilación de elementos de diseño arquitectónico que influyen en las personas mediante la neuroarquitectura, detallando sus efectos.

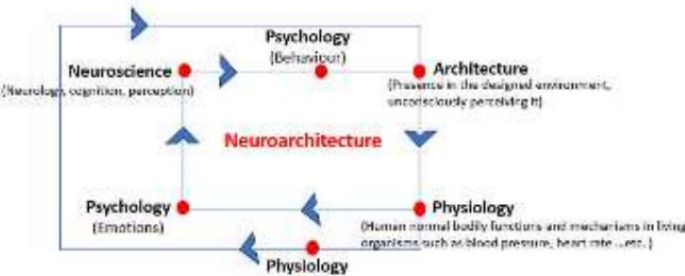


Figura 10 La relación cíclica entre los pilares de Neuroarquitectura.

Fuente: (Assem, Khodeir y Fathy 2023, 5)



VI. HALLAZGOS

Elemento de arquitectura	Efecto de los elementos arquitectónicos en los 4 pilares del bienestar humano
Altura de techo baja	Baja valoración de la belleza, estimula el procesamiento específico del artículo; calma, provoca emociones negativas; provoca decisiones de salida
Altura del techo alto	Fomenta una mayor creatividad, estimula principalmente el procesamiento racional y las áreas involucradas en la percepción visual y espacial. Libertad; influye positivamente en la orientación. Resulta más atractivo.
Ancho	Aunque no se ha medido experimentalmente en muchos estudios, las aulas más amplias están vinculadas con una peor atención, memoria y rendimiento; menor excitación de las emociones.
Angosto	mejora la atención y la memoria
Olores	No se cubrió bien en los estudios. Sin embargo, el aspecto emocional: los espacios con plantas ligeramente perfumadas fueron los más preferidos para la comodidad humana.
Sonidos: silencio/ruido	Los espacios bastante tranquilos mejoran la atención y los tranquilos mejoran la percepción; El ruido provoca sensación de estrés; los sonidos de la naturaleza reducen el estrés; la música disminuye la presión arterial diastólica.
Falta de vegetación	Genera sentimientos de estrés, opresión, excitación; más excitación medida por EDA; Efectos negativos en la estimación de la distancia
Vegetación/Entorno natural en imágenes/ simulaciones o realidad	reduce el estrés y la ansiedad, el placer aumenta según la densidad de los árboles y la excitación con la densidad de las malezas, restaurador; "fascinación", "estar lejos", "coherencia" y "compatibilidad", los estados emocionales afectan la percepción del brillo. Las simulaciones activaron la cognición espacial y la expansión del espacio; efectos positivos en las vistas de la naturaleza; menores intensidades del dolor y angustia por dolor. Siempre se prefieren las formas naturales.
Texturas: Materiales naturales (madera)	Disminución de la frecuencia cardíaca y la respuesta del sudor sin percepción consciente de los individuos, visión ajustada en la distancia cercana, especialmente después de trabajar, y mejor rendimiento para personas con condición ocular de miopía; la coherencia es mayor, los espacios cuadrados de madera son mejores para enfocar y guardar información; más relajado y cómodo; el material de la alfombra brinda satisfacción en el pasillo del paciente.
Materiales no naturales (metal)	La coherencia es menor que con los materiales naturales, prestándose mayor atención en interiores de acero, hormigón o cristal.
Iluminación natural	Disminuye los niveles de cortisol y estrés, menos pacientes permanecen en el hospital; una buena iluminación natural se correlaciona con mejores capacidades funcionales cerebrales necesarias para escribir; reduce el estrés
Iluminación artificial	La luz superior a 7500 K aumenta la presión arterial; la luz blanca regula los ritmos del sueño; el blanco regula el estado de ánimo, la luz azul acelera la relajación post-estrés, la luz indirecta permite que los participantes se sientan más frescos y agradables en comparación con la luz directa, la iluminación LED se siente "atractiva, cómoda y de vanguardia"; La luz ambiental artificial reduce la sensación de dolor; la "iluminación clara, eficiente, intensa, brillante y uniforme" mejora la visión y la percepción de la información óptica, la "iluminación clara, eficiente, uniforme y sorprendente" despierta la atención, la iluminación LED es más estimulante que la fluorescente. Conductual: "una iluminación cálida, acogedora y no intensa y brillante" facilita el debate y la reflexión.

Elemento de arquitectura	Efecto de los elementos arquitectónicos en los 4 pilares del bienestar humano
Simétrico	despierta emociones, disminuye la satisfacción y la excitación
Asimétrico	Proporciona una mayor cognición, despierta emociones
Con línea no recta	La memoria mejorada en un área cuadrada o cilíndrica de hormigón, cónica y de vidrio activa la percepción visual y espacial. Los contornos curvos generan mayor temor en contraste con los contornos angulosos. Más atractivo y preferido por sujetos sin experiencia en diseño.
De ángulo agudo	Más atractivo y preferido por los expertos
Temperatura de color (frío/cálido):	Los colores de tonos fríos (entre verde amarillento y morado) mejoran la atención y memoria, las temperaturas frías causan menos excitación que las cálidas (con respecto al sueño), pero mejoran más la atención; las temperaturas cálidas mejoran más la memoria. Las cálidas son preferidas por los adultos y las frías por los niños.
Contraste	Memoria mejorada en espacios con colores de alto contraste
Colores brillantes	Mayor atención y resolución de problemas con púrpura, seguido de azul, verde, amarillo y rojo, los colores moderadamente brillantes/brillantes mejoran la percepción; el color blanco con reflejos brillantes fomenta un mejor desempeño en el aprendizaje Los colores brillantes causan emociones positivas, por ejemplo, rojo, pero no todos los colores se confirmaron experimentalmente utilizando dispositivos digitales; el verde causa satisfacción y comodidad; el color de la luz tiene efectos emocionales; el color de la luz solar tiene efectos positivos
Colores oscuros de madera marrón	La menor producción de sudor humano se produce en habitaciones de madera de color marrón completamente oscuro.
Ambientes amueblados	Aumento de la frecuencia cardíaca y mayor potencia theta cerebral en las partes frontales para una mayor presencia de muebles/oficina abierta; más actividad física; menos estrés, los muebles flexibles provocan una mayor reducción del estrés; el diseño de muebles flexibles se correlaciona con mejores capacidades funcionales cerebrales para el desempeño en matemáticas
No muebles	Menos coherencia que con los muebles
Formas lineales (geometría 2D)	Baja excitación y placer; los contornos nítidos activan la amígdala en el cerebro más que los curvos, las formas lineales simples son mejores para el desempeño de los estudiantes mientras aprenden. No afectó la decisión de salir del espacio.
Formas curvas (geometría 2D)	Los contornos en los interiores y exteriores de los hospitales activaron la amígdala de forma más nítida. Las ventanas irregulares activan la atención; provocan conductas de aproximación (en lugar de evitación); disminuye la frecuencia cardíaca con ventanas irregulares. Tres autores coincidieron en que es más preferible a las ventanas agudas.

Tabla 2. Resumen de los elementos de diseño neuroarquitectónico y su impacto en el bienestar humano.

Fuente: (M et al. 2022) (Higuera-Trujillo, Linares y Macagno 2021) (Shemesh A et al. 2017) (Gongora M. 2019) (Barrett P et al. 2017) (Assem, Khodeir y Fathy 2023, 6-7)

VII. DISCUSIÓN

Diseñar espacios que funcionen para todos puede ser un desafío. De la revisión del alcance de la neuroarquitectura y sus metodologías anteriores, surgieron cuatro elementos clave relacionados con la integración de la neurociencia en la arquitectura: (1) las limitaciones de los enfoques existentes, (2) los desafíos para abordar el aspecto cognitivo-emocional del diseño arquitectónico, (3) las soluciones propuestas a estos desafíos y (4) las limitaciones inherentes de este esfuerzo.

A. LIMITACIONES DE LOS ENFOQUES EN EL ESTUDIO COGNITIVO-EMOCIONAL A TRAVÉS DE LA ARQUITECTURA

Estudiar el aspecto cognitivo-emocional de la arquitectura es complejo, pero están surgiendo nuevos enfoques para abordar las limitaciones de los métodos existentes y recopilar datos que respalden las propuestas de diseño. Sin embargo, tanto los métodos antiguos como los nuevos presentan sus inconvenientes. Los métodos antiguos suelen verse limitados por su enfoque en estímulos ambientales específicos y sistemas de evaluación. Los nuevos métodos buscan superar estas limitaciones integrando la realidad virtual y la neurociencia, basándose en la estética y el arte. Sin embargo, el arte y la arquitectura, si bien están relacionados, no son intercambiables. Por lo tanto, es necesario ser cauteloso al aplicar los hallazgos de otros campos a la arquitectura. Las limitaciones surgen en tres niveles: ontológico, epistemológico y metodológico.

Ontológicamente, existen restricciones respecto a la amplitud de las experiencias perceptuales, incluido el enfoque en estímulos unimodales y la naturaleza subjetiva de la belleza y el placer.

Epistemológicamente, surgen desafíos al explicar las experiencias únicamente a través de términos fisiológicos y al considerar diversos factores influyentes.

Metodológicamente, los problemas surgen de la diversidad de estímulos y métodos de presentación, lo que genera conflictos en los procedimientos y restricciones técnicas con las tecnologías de registro. Estas limitaciones dificultan el desarrollo de una metodología universalmente aceptada e impiden la traducción de los hallazgos de la investigación a directrices arquitectónicas prácticas.

B. PROBLEMAS EN EL ABORDAJE COGNITIVO-EMOCIONAL A TRAVÉS DE LA ARQUITECTURA

Además de las limitaciones ya mencionadas, que se aplican ampliamente al arte y la estética, existen limitaciones específicas en la arquitectura. Se destacan dos limitaciones principales: en primer lugar, la arquitectura no puede equipararse con experiencias artístico-estéticas, ya que atiende necesidades humanas más amplias. En segundo lugar, la arquitectura implica una experiencia continua, influenciada por las transiciones entre espacios y la narrativa arquitectónica. Además, la visión periférica desempeña un papel crucial, y la arquitectura involucra todas las modalidades sensoriales, extendiéndose más allá de la mera percepción visual. Estas limitaciones dificultan la fragmentación de la dimensión cognitivo-emocional de la arquitectura, lo que a menudo lleva a la dependencia de estudios de caso. Es fundamental extrapolar con cautela los hallazgos de la neurociencia a la arquitectura. Si bien lograr soluciones universales en la arquitectura puede ser difícil debido a las diferencias individuales y los factores ambientales, aún se pueden desarrollar pautas comunes de diseño arquitectónico basadas en las similitudes innatas en los cerebros humanos.

C. RETOS QUE ENFRENTAN LA NEUROARQUITECTURA Y SU APLICACIÓN EN LA VIDA REAL

Hasta la fecha, no se ha realizado un estudio exhaustivo sobre los aspectos emocionales y cognitivos de la arquitectura. Sin embargo, el campo emergente de la neuroarquitectura se muestra prometedor en la creación de espacios arquitectónicos que atiendan estas dimensiones sin simplificar excesivamente la relajación. Este enfoque se alinea con prioridades modernas como la sostenibilidad y la inclusión social.

Los ejemplos abarcan desde hospitales diseñados para promover la curación hasta aulas que mejoran los procesos cognitivos y lugares de trabajo que fomentan la colaboración. Sin embargo, persisten desafíos, especialmente en el diseño para grupos diversos y la atención de necesidades específicas como la atención a la demencia. No obstante, es fundamental reconocer que los humanos son más que simples seres neurológicos, y que la arquitectura también se guía por principios de diseño intuitivos. Reducir la brecha entre la ciencia y el diseño requiere la colaboración entre científicos.

y arquitectos para desarrollar herramientas integrales para el diseño arquitectónico.

D. LIMITACIONES

La información obtenida de diferentes estudios fue inconsistente. La experiencia emocional, que es un asunto muy subjetivo, varía de persona a persona. Si bien la investigación proporciona tendencias generales, la respuesta de cada individuo a elementos específicos del diseño puede variar considerablemente debido a diferencias de personalidad, cultura, experiencias previas e incluso genética. El amplio alcance del estudio abarca muchos campos diferentes, lo que puede dificultar su cobertura completa. Si bien analizamos diversos enfoques, aún podría haber fuentes valiosas que no encontramos, como documentos poco publicados en las fuentes tradicionales, conocidos como "literatura gris".

VIII. CONCLUSIÓN

Esta revisión exploró a fondo cómo los investigadores han investigado este campo, quiénes han participado y qué métodos se utilizan para medir las emociones y la actividad cerebral. Explicó la esencia de la neuroarquitectura en la antigüedad, el término "neuroarquitectura" y su relación con la neurociencia, las emociones, la cognición, la percepción, el comportamiento y los cambios físicos en el cuerpo. Sin embargo, se observaron inconsistencias en los métodos de análisis de datos utilizados en los estudios revisados. Para mejorar los resultados, se recomiendan diseños experimentales más extensos y muestras de mayor tamaño. Se elaboró una tabla resumen para destacar los avances en la comprensión de cómo la neuroarquitectura afecta a los seres humanos emocional, psicológica y fisiológicamente, mostrando efectos positivos en el bienestar humano.

Sugiere crear pautas de diseño basadas en estos efectos. Esta revisión puede beneficiar a arquitectos, investigadores de neuroarquitectura, formuladores de políticas y profesionales del entorno construido.

Comprender a los usuarios es fundamental en el diseño de espacios, ya que cada persona tiene necesidades, preferencias y comportamientos diferentes. Al estudiar a fondo a los usuarios, los diseñadores pueden diseñar soluciones que satisfagan eficazmente sus necesidades y mejoren sus experiencias.

A medida que la neuroarquitectura crece y adopta prácticas basadas en la evidencia, los diseñadores pueden crear espacios que hagan sentir bien a las personas y sean beneficiosos para el medio ambiente. Al aplicar los conocimientos de la neurociencia, pueden crear lugares que ayuden a las personas a pensar mejor, sentirse más felices y mantenerse saludables, a la vez que respetan la naturaleza. Esto implica diseñar espacios que se adapten a las necesidades y preferencias de cada persona, creando entornos que fomenten el bienestar general y la sostenibilidad.

La neuroarquitectura se está popularizando rápidamente. Es una combinación de diferentes áreas como la ciencia, la tecnología, la salud y las artes. Al combinar estos campos, podemos avanzar en la arquitectura y el diseño, centrándonos en el bienestar y la felicidad de las personas mientras forjamos el futuro.

Referencias

Assem, Hala M., Laila M. Khodeir y Fatma Fathy. 2023.

"Diseñar para el bienestar humano: La integración de Neuroarquitectura en el diseño: una revisión sistemática".

no. Ain Shams Engineering Journal 14 (enero).

<https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.102102>.

Barrett P, Davies F, Zhang Y y Barrett L. 2017. "El

Impacto holístico de los espacios de aula en el aprendizaje en

Temas específicos." (Mayo).

<https://doi.org/10.1177/0013916516648735>.

Cartwright, Mark. 2015. "Arquitectura maya". (Septiembre).

https://www.worldhistory.org/Arquitectura_Maya/.

Cartwright, Mark. 2018. "Foro Romano". Historia Universal

Enciclopedia.

https://www.worldhistory.org/Foro_Romano/.

Gongora M. 2019. "Evidencias neurobiológicas, funcionales

y Aspectos Emocionales Asociados a la

Amígdala: De "¿Qué es?" a "¿Qué será?"

¿hecho?"

Higuera-Trujillo, Juan L., Carmen Llinares, and Eduardo

Macagno. 2021. "El diseño cognitivo-emocional

y estudio del espacio arquitectónico: una revisión exploratoria

de la neuroarquitectura y sus enfoques precursores".

(Marzo). <https://doi.org/10.3390/s21062193>.

Keim, Julia. 2018. "Diseño en el cerebro: Combinando

"neurociencia y arquitectura" (octubre).

M, Llorens G., Higuera T. JL, Omarrementeria CS, and

Llinares C. 2022. "El impacto del diseño de

espacios de aprendizaje sobre la atención y la memoria desde una

Enfoque neuroarquitectónico: un enfoque sistemático

reseña,." Fronteras de la investigación arquitectónica 11

(Junio): 542–560. [10.1016/j.for.2021.12.002](https://doi.org/10.1016/j.for.2021.12.002).

"Neuroarquitectura: Cuando la mente se encuentra con la forma construida".

2023. Rockfon. [https://www.rockfon.co.uk/about-](https://www.rockfon.co.uk/about-nosotros/blog/2023/neuroarquitectura/)

[nosotros/blog/2023/neuroarquitectura/](https://www.rockfon.co.uk/about-nosotros/blog/2023/neuroarquitectura/).

Paiva, Andrea d. 2018. "Neurociencia para la arquitectura: cómo

El diseño de edificios puede influir en los comportamientos y

Rendimiento". Revista de Ingeniería Civil y

Arquitectura 12, (febrero), 132-138.

[10.17265/1934-7359/2018.02.007](https://doi.org/10.17265/1934-7359/2018.02.007).

Sandorini, dir. 2017. Fenómeno de alineación solar - Ramsés II

Templo de Abu Simbel. Fotografos egipcios .

equipo de aventura.

<https://www.youtube.com/watch?v=qj3XdNS6sC0>.

Seiferle, Rebecca. 2018. "Arte clásico griego y romano y

Panorama y análisis del movimiento arquitectónico".

(Octubre).

[https://www.theartstory.org/movimiento/clasico-](https://www.theartstory.org/movimiento/clasico-arte-griego-y-romano/)

[arte griego y romano/](https://www.theartstory.org/movimiento/clasico-arte-griego-y-romano/).

Shemesh A, Talmon R, Karp O, Amir I, Bar M y Grobman

YJ. 2017. "Respuesta afectiva a la arquitectura—

Investigando la reacción humana a espacios con diferentes

geometría." (marzo). : [https://doi.org/10.1080/](https://doi.org/10.1080/00038628.2016.1266597)

[00038628.2016.1266597](https://doi.org/10.1080/00038628.2016.1266597).

"Stonehenge, Avebury y sitios asociados". nd UNESCO

Centro del Patrimonio Mundial. Consultado el 29 de febrero de 2024.

<https://whc.unesco.org/es/list/373/>.

Wallenfeldt, Jeff, ed. sin fecha "Inca". Geografía y viajes.

Zelazko, Alicja, ed. y "arquitectura del antiguo Egipto".

Historial del artículo.