



# NEUROARQUITECTURA: CUANDO LOS ESPACIOS HABLAN Y AFECTAN NUESTRO CEREBRO

*Dra. Mireya Lauren Gareca Apaza*

<https://orcid.org/0000-0002-2361-9389>

## RESUMEN

El presente artículo aborda la importancia de comprender los estudios de las Neurociencias en el ámbito educativo, destacando aspectos clave sobre los procesos cerebrales y su interacción con el entorno. El objetivo principal de la investigación es fundamentar los principios de la Neuroarquitectura para mejorar las condiciones físicas de los ambientes de aprendizaje, basándose en estudios realizados por neurocientíficos. Estos estudios revelan cómo los estímulos del entorno pueden influir en el desarrollo y funcionamiento del cerebro, lo que a su vez afecta el rendimiento y bienestar de los estudiantes. La investigación destaca la necesidad de diseñar espacios educativos que cumplan con criterios estéticos, funcionales y neurocientíficos.

El estudio concluye que es importante reconocer la importancia de aplicar los nuevos conocimientos generados por las Neurociencias en el diseño y proyección de edificios educativos. Al incorporar estos principios, se pueden crear ambientes de aprendizaje que optimicen la calidad educativa, favoreciendo tanto la concentración como la creatividad de los estudiantes. Además, se resalta la importancia de la colaboración interdisciplinaria entre arquitectos, educadores y neurocientíficos para lograr espacios que realmente potencien el aprendizaje. La investigación subraya que un enfoque integral en la planificación y diseño de estos espacios puede llevar a mejoras significativas en el proceso educativo, proporcionando a los estudiantes un entorno más saludable y estimulante.

## PALABRAS CLAVE

Neurociencia, Neuroeducación, Neuroarquitectura y ambiente de aprendizaje.

## INTRODUCCIÓN

La manera en que percibimos y comprendemos el mundo está profundamente relacionada con nuestra capacidad de pensar. Esto nos lleva a la necesidad de explorar nuevas formas de concebir y diseñar nuestro entorno, especialmente en las ciudades, puesto que los nuevos estilos de vida

y el crecimiento de la población han generado nuevas maneras de planificar el hábitat urbano. Las ciudades modernas, con sus altos edificios y su arquitectura vanguardista, que a menudo solo sirve como contenedores de personas, reflejan esta transformación. Esta complejidad del comportamiento humano en las urbes ha desnaturalizado al ser humano, afectando su rendimiento intelectual y causando conflictos psicológicos. Estos conflictos se manifiestan en problemas sociales como la violencia, el ausentismo escolar, la depresión, la insatisfacción y la desintegración familiar.

Este acelerado ritmo de vida ha dado lugar a una mayor evolución y especialización de las ciencias, propiciando el desarrollo de las Neurociencias. Las investigaciones en Neurociencias han promovido su aplicación en diversas áreas, dando lugar al nacimiento de la Neuroarquitectura, que busca crear ambientes que no solo sean funcionales, sino que también mejoren la calidad de vida de las personas que los habitan. La colaboración interdisciplinaria entre arquitectos, educadores y neurocientíficos es esencial para lograr ambientes que potencien el bienestar y rendimiento de sus ocupantes.

El objetivo principal de esta investigación es comprender el comportamiento de las personas en relación con su entorno y aplicar estos conocimientos en el diseño de espacios urbanos, dando lugar a la Neuroarquitectura. Esta nueva disciplina plantea la proyección de espacios que propicien en sus ocupantes satisfacción y generen emociones positivas, lo que se traduce en un mejor rendimiento académico, laboral y emocional.

## METODOLOGÍA

Se aplicó una metodología de análisis bibliográfico y el de análisis y síntesis. Se establecieron criterios de inclusión y exclusión para seleccionar estudios pertinentes, revisando títulos y resúmenes para asegurar su relevancia, se sintetizó la información agrupando los hallazgos en categorías temáticas, lo que permitió estructurar el artículo incluyendo los hallazgos y su relevancia para el campo de estudio.



## DESARROLLO

### Información general del cerebro

Antes de profundizar en aspectos relacionados con la Neuroarquitectura, es fundamental comprender algunos aspectos fisiológicos del cerebro y su funcionamiento en relación con el entorno. El cerebro humano está compuesto por aproximadamente cien mil millones de neuronas, estas células neuronales poseen dendritas que permiten la formación de interconexiones. El número de dendritas por cada neurona oscila entre mil y quinientos mil, facilitando una vasta red de conexiones cerebrales. Esta compleja red de sinapsis indica que el cerebro humano tiene una capacidad para generar y procesar información superior a la de una computadora (Manrique Beatriz, 2012).

Las neuronas son responsables de la actividad cerebral y se conectan entre sí a través de axones, que son estructuras que conducen señales desde los cuerpos celulares hacia otras neuronas. Las dendritas, por su parte, reciben la información entrante. Este proceso de comunicación entre neuronas se denomina sinapsis y es esencial para el funcionamiento del cerebro, ya que permite la transmisión de señales a través de los enlaces entre axones y dendritas de diferentes neuronas. En el siglo XX, Paul MacLean propuso la teoría del cerebro triuno, que identifica tres sistemas cerebrales distintos: la neocorteza, el sistema límbico y el complejo reptiliano (R-complejo). Según MacLean, estos sistemas cooperan entre sí para generar el comportamiento humano (Beauport, 1994, citado por Gómez, J. 2004).

#### A. La neocorteza

La neocorteza está relacionada con funciones cognitivas superiores como el pensamiento abstracto y el razonamiento, el sistema límbico se asocia con las emociones y la memoria, y el complejo reptiliano se encarga de funciones instintivas y de supervivencia. El cerebro humano está dividido en cuatro lóbulos: el lóbulo occipital, los lóbulos temporales, el lóbulo parietal y el lóbulo frontal (Obradors C., Sahún I., Gallego X., Amador A., Arqué G., Martínez M. et al, 2007). Cada uno de estos lóbulos desempeña funciones específicas que son esenciales

para la comprensión y el procesamiento de la información que nos rodea.

- **El lóbulo occipital:** Se encarga del procesamiento visual. Esta región es fundamental para interpretar la información visual que recibimos del entorno, permitiéndonos reconocer formas, colores y movimientos. En el contexto de la neuroarquitectura, el diseño de espacios con una adecuada iluminación natural y elementos visuales estimulantes puede influir positivamente en el bienestar y la productividad de las personas.
- **El lóbulo parietal:** Está encargado de recibir la información de las sensaciones percibidas por el entorno, como la temperatura, el gusto, el tacto, la presión y el dolor. También asocia la información visual y auditiva a través de la memoria y la traduce en significados. En términos de neuroarquitectura, es esencial diseñar espacios que proporcionen una rica variedad de estímulos sensoriales, facilitando la integración sensorial y la creación de experiencias significativas para los ocupantes que se traducen en confort a partir de los sentidos.
- **El lóbulo temporal:** Está relacionado con el sonido, la comprensión del habla y algunos aspectos de la memoria. Esta región es crucial para la comunicación y el aprendizaje. En la neuroarquitectura, la acústica y la calidad sonora de los espacios deben ser cuidadosamente considerados para mejorar la comprensión, la concentración y la memoria de los usuarios.
- **El lóbulo frontal:** Se ocupa de las funciones del pensamiento, la conceptualización y la planificación. Esta área del cerebro es responsable de las funciones ejecutivas, como la toma de decisiones, la resolución de problemas y la regulación del comportamiento. En la neuroarquitectura, es fundamental diseñar entornos que promuevan la creatividad, la reflexión y la eficiencia,

proporcionando espacios que faciliten la concentración y la organización.

La neocorteza, siendo la región más evolucionada del cerebro, está directamente relacionada con nuestras capacidades cognitivas más avanzadas. Por tanto, comprender cómo diferentes entornos afectan la actividad de los lóbulos de la neocorteza puede permitir la creación de espacios que no solo sean funcionales, sino que también faciliten el rendimiento intelectual y emocional de las personas. Al integrar conocimientos de la neurociencia en el diseño arquitectónico, podemos crear entornos que optimicen la experiencia humana, fomentando el bienestar, la productividad y el desarrollo personal.

## B. El cerebro límbico

El cerebro humano gobierna todos los órganos del cuerpo a través del sistema nervioso autónomo y es el encargado de regular los órganos internos mediante impulsos eléctricos y vibraciones. En el cerebro se localiza la memoria a largo plazo, la cual es esencial para almacenar y recuperar información a lo largo de la vida. El cerebro está compuesto por dos hemisferios, el derecho y el izquierdo, y se subdivide en varias partes: el tálamo, el hipotálamo, el hipocampo, la amígdala, los bulbos olfatorios y la región septal. Estas partes conforman el cerebro límbico, una estructura evolutivamente antigua que apareció en los primeros mamíferos (Beauport, 1994 citado por Obradors C., Sahún I., Gallego X., Amador A., Arqué G., Martínez M. et al, 2007):

- **El tálamo:** Tiene la función de dirigir la información sensorial hacia el cerebro, donde será procesada. Esta estructura se relaciona con la capacidad del ser humano de ser afectado por las emociones, actuando como un centro de relevo para las señales nerviosas.
- **El hipotálamo:** Adapta las condiciones físicas del cuerpo al entorno, regulando funciones vitales como el sueño, la temperatura corporal y el apetito.
- **El hipocampo:** Establece la memoria a largo plazo, siendo crucial para el aprendizaje y la retención de información.

- **La amígdala:** Percibe y genera el miedo, siendo una estructura clave en la respuesta emocional y en la gestión del estrés. Por tanto, es importante considerar el diseño de ambientes que reduzcan el estrés y la ansiedad, utilizando colores calmantes, espacios abiertos y elementos naturales para crear una sensación de seguridad y bienestar.
- **Los bulbos olfatorios:** Se asocian con el olfato y la respiración, y tienen una conexión directa con las emociones y la memoria. Los aromas en el entorno construido pueden influir significativamente en el estado emocional y el bienestar. De esta manera, el diseño debe integrar aromas específicos para mejorar la calidad del aire y el confort de los espacios, como ocurre en espacios comerciales para relajar a los compradores y motivarlos a comprar o quedarse en los espacios de descanso a consumir.
- **La región septal:** Está relacionada con la sexualidad y las emociones positivas. Diseñar espacios que respeten la privacidad y fomenten la intimidad puede tener un impacto positivo en la salud emocional y relacional de los individuos.

El mismo autor afirma que el cerebro no posee un lenguaje oral y que las emociones buscan algún tipo de salida, manifestándose en movimientos físicos, problemas de salud como el estrés, entre otros. *"Así como el pensamiento y la imaginación son las vibraciones de la neocorteza, las emociones son las vibraciones del cerebro límbico"* (Beauport, 1994:138, citado por Obradors C., Sahún I., Gallego X., Amador A., Arqué G., Martínez M. et al, 2007).

## C. Sistema R

La parte más primitiva del cerebro, conocida como el cerebro reptiliano, se remonta a más de 200 millones de años de evolución y aún dirige muchos aspectos del comportamiento humano. Este sistema se encarga de las emociones innatas o instintos básicos, tales como el deseo sexual, la búsqueda de alimentos para saciar el hambre, y las respuestas de lucha o protección. Estas funciones primordiales reflejan la permanencia de las antiguas regiones

cerebrales en la estructura moderna del cerebro humano, ya que la evolución no ha desechado estas áreas fundamentales (Barco Angel, 2007 citado por Obradors C., Sahún I., Gallego X., Amador A., Arqué G., Martínez M. et al, 2007).

El término Sistema R se utiliza debido a su similitud con el cerebro de los reptiles, y esta parte del cerebro se manifiesta a través de respuestas físicas a estímulos ambientales y sueños. Se le atribuyen también las necesidades que tienen los individuos de sentirse seguros en los espacios que habitan, así como la búsqueda de ambientes que generen una sensación de libertad.

La neuroarquitectura puede aprovechar este conocimiento para crear entornos que satisfagan las necesidades innatas de los ocupantes, ofreciendo una sensación de protección y libertad que es fundamental para el equilibrio emocional y psicológico. Es fundamental crear espacios seguros utilizando materiales robustos, áreas con buena visibilidad y sistemas de seguridad eficientes, al mismo tiempo que se fomentan ambientes abiertos y verdes que proporcionen una sensación de amplitud y reduzcan el estrés, es así que también han ido evolucionando los sistemas de seguridad en la arquitectura como: como sistemas contra incendios más eficientes, cámaras de seguridad con inteligencia artificial, sensores de movimiento y de iluminación que activan luces en áreas oscuras, previniendo accidentes que solían ser comunes en el pasado entre otros. Todo esto permite la creación de entornos donde funcionalidad, seguridad y diseño armonizan, mejorando la calidad de vida de quienes los habitan o frecuentan.

Además, la neuroarquitectura debe diseñar espacios que satisfagan las necesidades básicas como la alimentación y el descanso, asegurando áreas accesibles y cómodas para la relajación, recreación y nutrición, mejorando así el bienestar general de los ocupantes.

### ¿Cómo recordamos?

El cerebro procesa la información de forma simultánea en ambos hemisferios. Según Sousa (2006), citado por López F. (2012), el cerebro recoge la información del entorno a través de los sentidos y esta información pasa primero por los

registros sensoriales. Los registros sensoriales actúan como un filtro inicial que retiene la información por unos instantes, lo suficiente para que sea reconocida y clasificada. Luego, la información seleccionada se transfiere a la memoria inmediata o memoria a corto plazo, donde es retenida por un breve período. Desde la memoria a corto plazo, la información pasa a la memoria operativa, también conocida como memoria de trabajo, donde se procesa de manera consciente. Aquí, el cerebro integra la nueva información con el conocimiento preexistente, lo que permite el análisis, la comprensión y la resolución de problemas en tiempo real. La memoria operativa es esencial para realizar tareas complejas que requieren atención sostenida y manipulación de información.

Si la información procesada en la memoria operativa adquiere un sentido y significado relevante para la persona, es posible que se transfiera a la memoria a largo plazo. La memoria a largo plazo almacena el conocimiento de manera más duradera y organizada, permitiendo su recuperación cuando sea necesario. Este proceso de consolidación es esencial para el aprendizaje profundo y la retención de conocimientos a largo plazo.

Al crear ambientes de aprendizaje que estimulen los sentidos de manera adecuada, se pueden mejorar los registros sensoriales iniciales, lo que permite una mejor captura y retención de la información. Espacios bien iluminados, con colores y texturas apropiadas, así como con una acústica adecuada, pueden facilitar la transferencia de información a la memoria inmediata y operativa. Además, la inclusión de elementos naturales y zonas verdes puede reducir el estrés y mejorar la concentración, lo que facilita el procesamiento consciente en la memoria operativa.

La disposición flexible de los espacios y la introducción de herramientas didácticas como diagramas, ilustraciones y recursos multimedia pueden ayudar a integrar la nueva información con el conocimiento previo, promoviendo una comprensión más profunda y significativa. Esto, a su vez, aumenta la probabilidad de que la información se consolide en la memoria a largo plazo.

## Tipos de memoria

Existen varios tipos de memoria: memoria sensorial, memoria inmediata o memoria a corto plazo, y la memoria a largo plazo (Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M., 1968):

- **La memoria sensorial:** Guarda la información obtenida a través de los sentidos con la intención de prolongar la duración del estímulo.
- **La memoria a corto plazo:** La información es recibida por un periodo de tiempo muy corto, que puede ser guardada en la memoria a largo plazo.
- **La memoria a largo plazo:** Almacena conocimiento acerca del mundo, imágenes, conceptos entre otros.

A su vez la memoria a largo plazo se subdivide en:

- **Memoria declarativa:** Se divide en memoria episódica y memoria semántica, conocida como la memoria del saber aislado.
- **Memoria no declarativa:** Se refiere al conocimiento que puede ser utilizado sin declararlo o explicarlo de manera directa, a su vez se subdivide en: memoria procedimental se refiere al aprendizaje de las destrezas cognitivas y motoras; nos ayuda, a aprender aquello que no requiere de una atención consciente y a adaptarnos al medio ambiente.

Al considerar los diferentes tipos de memoria y sus características, la neuroarquitectura puede crear ambientes que favorezcan la retención y el procesamiento de la información. Por ejemplo, la memoria sensorial puede ser estimulada mediante el diseño de espacios que involucren los sentidos de manera integral. Esto incluye el uso de colores, texturas, iluminación y sonidos que capten la atención y prolonguen la duración de los estímulos sensoriales, facilitando así la transferencia de información a la memoria a corto plazo.

La memoria a corto plazo puede beneficiarse de entornos que promuevan la repetición y la asociación. Espacios que permiten la interacción y el movimiento, como aulas con disposición flexible de mobiliario, fomentan la repetición y la práctica, lo que ayuda a consolidar la información en la memoria a largo plazo.

La memoria a largo plazo, especialmente la declarativa, se ve favorecida por ambientes que proporcionen experiencias significativas y contextuales. Espacios que incorporen elementos históricos, culturales y visuales enriquecedoras ayudan a anclar el conocimiento en la memoria semántica y episódica. Por ejemplo, aulas decoradas con murales históricos o áreas de estudio con acceso a recursos multimedia pueden fortalecer la memoria semántica y episódica.

La memoria no declarativa, que incluye la memoria procedimental, se beneficia de entornos que permitan la práctica y la experimentación. Laboratorios de ciencias, talleres de arte y gimnasios bien equipados ofrecen oportunidades para que los estudiantes desarrollen y perfeccionen habilidades cognitivas y motoras a través de la práctica repetitiva, sin necesidad de atención consciente constante.

Entonces se infiere que, para alcanzar un aprendizaje significativo, el educador debe lograr que los estudiantes guarden en sus memorias a largo plazo la información, caso contrario solo llegarán a involucrar la memoria a corto plazo.

## Doce principios que controlan la manera de aprender del cerebro

Caine y Caine (1997) citado por Cotto J. el (2009), señalan que en el momento de aprender el cerebro no separa los aspectos cognición, emoción y acción, contrario a esto el cerebro procesa de manera simultánea la información recibida, aspecto que deslegitima los métodos didácticos que intentan separar las actividades en aula en una búsqueda de facilitar dicho proceso, a continuación, se presentan los doce principios propuestos:

- **Primer principio, el cerebro es un procesador paralelo:** Se refiere a la

capacidad del cerebro de procesar la información de manera simultánea.

- **Segundo principio, el aprendizaje involucra toda la fisiología:** El cerebro es un órgano que responde a reglas fisiológicas, atribuidas al filtro afectivo reptil que influyen en las actividades del sujeto como: el temor a equivocarse, el miedo al rechazo y la posibilidad de ser débil denominado.
- **Tercer principio, la búsqueda de significado es innata:** El ser humano busca un significado y no se detiene.
- **Cuarto principio, la búsqueda de significado ocurre a través de patrones:** El cerebro es capaz de organizar la información a través de patrones fáciles de recordar.
- **Quinto principio: las emociones son cruciales en la creación de patrones:** Las emociones marcan el aprendizaje y no se pueden separar este proceso. Por eso la importancia de generar un ambiente de aprendizaje propicio desde diversos aspectos.
- **Sexto principio, el cerebro procesa las partes y el todo simultáneamente:** El lenguaje se localiza en el hemisferio izquierdo; sin embargo, aspectos tales como el ritmo, la entonación y otras características paralingüísticas están ubicados en el hemisferio derecho.
- **Séptimo principio, el aprendizaje involucra tanto la atención enfocada como la percepción periférica:** El cerebro responde al contexto global donde ocurre la comunicación o el aprendizaje: al uso de diagramas, láminas, ilustraciones y fotos, así como también, a la música, la temperatura del salón, los movimientos del profesor o de los compañeros.
- **Octavo principio, el aprendizaje siempre involucra procesos conscientes e inconscientes:** Este principio indica que el individuo aprende más de lo que conscientemente entiende. Además,

se afirman que conocer el estilo de aprendizaje preferido aumenta su aprendizaje consciente.

- **Noveno principio, el ser humano tiene, por lo menos, dos tipos de memoria:** Memoria espacial y un conjunto de sistemas para el aprendizaje repetitivo.
- **Décimo principio, el cerebro entiende y recuerda mejor cuando los hechos y las habilidades se incrustan en la memoria espacial:** La experiencia suministra un marco para el aprendizaje, existe una búsqueda de otorgar significado.
- **Décimo primero principio, el aprendizaje se estimula con el desafío y se inhibe con la amenaza:** El alumno debe sentirse siempre seguro, bajo situaciones de peligro algunas partes del cerebro no funcionan de manera óptima. La neocorteza, el cerebro encargado de aprender cosas nuevas detiene su funcionamiento: el hemisferio derecho genera cientos de imágenes de peligro e inseguridad y el hemisferio izquierdo lista una serie infinita de dudas, que no le permiten al individuo responder de manera satisfactoria al nuevo aprendizaje.
- **Décimo segundo principio, cada cerebro es único:** Todo profesor debe siempre tener en mente que cada estudiante tiene su manera de aprender, su manera de encontrar patrones, su manera de recordar, actos que cambian la estructura cerebral, por lo que ningún cerebro es igual a otro.

Jensen (2006) citado por Calle, M. (2011) propone diez aspectos del cerebro que todo docente debe considerar para mejorar el proceso educativo en aula:

- **Proceso de neurogénesis:** El cerebro tiene la capacidad de crear nuevas neuronas y hacerlas crecer, estas nuevas neuronas están relacionadas con la memoria, el humor y el aprendizaje, aspectos conectados con la cultura y las conductas cotidianas.

- **Condiciones sociales:** Influyen sobre el cerebro de diferentes maneras no conocidas hasta ahora.
- **Neuroplasticidad del cerebro:** Genera nuevas reconexiones y mapas cerebrales.
- **Estrés,** influye en la salud y el aprendizaje y presenta riesgos en la conducta, afectando a la asistencia escolar, memoria, habilidades sociales y cognición.
- **Expresión del gen:** Se refiere a la capacidad de los genes de responder a la información o *input* del medioambiente, por ejemplo, las actividades escolares pueden regular la expresión del gen de forma positiva o negativa.
- **Buena nutrición:** Una inadecuada nutrición puede afectar de forma negativa la cognición, la memoria, la atención, la tensión y la inteligencia.
- **Las artes:** Ayudan al desarrollo de la inteligencia visual y espacial y de la semántica de la lengua.
- **Ejercicio físico:** La ejercitación física aumenta la masa cerebral, la cognición, regula el humor, renueva la producción celular.
- **Plasticidad cerebral:** Como elemento de la educación basada en el cerebro.
- **Ambientes contruidos alteran la inteligencia:** De profunda importancia en la proyección de edificios educativos.

Estos principios en general confirman la capacidad del cerebro de transformarse cada vez que se aprende algo nuevo, aspecto a considerar en el diseño de la clase. El español Santiago Román y Cajal, demostró que cada una de las células poseían una individualidad celular de la neurona, conocido por su hipótesis sobre la plasticidad sináptica: "(...) *el ejercicio mental facilita un mayor desarrollo de las estructuras nerviosas en aquellas partes del cerebro en uso. Así las conexiones prexistentes entre grupos de células podrían ser reforzadas por la multiplicación de terminales nerviosas*

(...)" (Santiago Román y Cajal, 1894, citado por Baquerizo Marilia, 2012). Cien años después Donald Hebb en 1949 concibe otra hipótesis similar: "*Cuando el axón de la célula A excita la célula B y repetida o persistentemente interviene en su activación, algún tipo de crecimiento o cambio metabólico tiene lugar en una o ambas células de forma que la eficacia de A como una de las células estimuladoras de B aumenta*".

El diseño de ambientes de aprendizaje basados en los principios neurocientíficos puede estimular positivamente los sentidos del ser humano, potenciando sus habilidades cognitivas y creando un entorno más favorable para el aprendizaje. Los estudios de la Organización Mundial de la Salud y otros investigadores han demostrado que un buen diseño educativo puede disminuir la agresividad, el absentismo y mejorar el desempeño académico, la creatividad y la cercanía social.

### Neuroeducación y Neuroarquitectura

La neuroeducación se centra en utilizar conocimientos basados en neuroimagen para mejorar la interacción del cerebro con su entorno durante el proceso de enseñanza-aprendizaje. Una percepción del entorno que genere estrés incrementa los niveles de cortisol, lo que reduce la capacidad de memoria y el potencial cognitivo. En tales situaciones, los neuroeducadores recomiendan generar optimismo para liberar el bloqueo emocional y restaurar el control de las funciones cognitivas (Béjar M., 2014).

La neuroarquitectura se originó en 1998 cuando los neurocientíficos Fred H. Gage y Peter Eriksson descubrieron que el cerebro humano es capaz de producir nuevas neuronas en la edad adulta siempre que el entorno sea estimulante. Este hallazgo cambió la concepción clásica de la arquitectura al revelar que el entorno arquitectónico influye en procesos cerebrales relacionados con el estrés, la emoción y la memoria. Estos descubrimientos demostraron que el entorno puede favorecer la producción de oxitocina y serotonina, secreciones asociadas con sensaciones placenteras, relajación y felicidad (Sáez, C., 2014).

La neuroarquitectura se enfoca en diseñar ambientes más saludables y estimulantes,

previniendo la agresión, insatisfacción, depresiones y enfermedades mentales, creando espacios que resuenen con los códigos más primitivos del cerebro humano. La calidad de los espacios afecta la percepción del ambiente, estimulando el cerebro de forma positiva o negativa. La neuroarquitectura debe proyectar espacios con sentido, no desde una mera perspectiva estética o funcional, sino para promover un mejor desempeño educativo al estimular positivamente los sentidos del ser humano y potenciar sus habilidades cognitivas. Por tanto, la neuroarquitectura se puede definir como la construcción de espacios basados en principios de neurociencias y neuroeducación, con el objetivo de estimular la memoria y las habilidades cognitivas. Las investigaciones han demostrado que el ser humano busca un sentido a las experiencias para construir sus propios conceptos (Sáez, C., 2014).

El cerebro percibe y analiza los espacios de manera positiva o negativa, lo que puede impactar el comportamiento y, en algunos casos, generar fobias como la claustrofobia. Por tanto, es necesario cuestionar si la arquitectura educativa actual responde a las necesidades de la educación y de sus actores.

Según la Organización Mundial de la Salud (1990) casi el 30% de los edificios se consideran enfermos porque no cumplen funciones básicas de habitabilidad. Así mismo, otros estudios han demostrado que ambientes con buena iluminación y espacios abiertos generan tranquilidad y permiten un mejor desempeño académico, mientras que espacios cerrados y con mala iluminación, y la carencia de espacios verdes, generan mayor agresividad y ausentismo. Un buen diseño educativo puede estimular la creatividad, la atención y la relajación, promoviendo la cercanía social.

En 2003, Gage indicó que nuestro cerebro puede añadir nueva información de manera constante y flexible, afirmando que las alteraciones en el entorno modifican el cerebro y, por ende, nuestro comportamiento. Nancy Welles, una psicóloga ambiental de la Universidad de Cornell, afirmó en 2007 que las zonas verdes tienen efectos restauradores en la mente, mejorando los niveles de atención y concentración. Asimismo, los circuitos cerebrales parecen adaptarse inconscientemente mejor a espacios

bien iluminados, amplios y con formas curvas, elevando los niveles de lectura entre un 10 y 15% (Sáez, C., 2014).

El hábitat puede afectar la salud física y mental; no solo los colores de los espacios influyen en el estado de ánimo, sino también el tamaño, la altura, la iluminación y la ambientación. La percepción del espacio debe ser congruente con los objetivos pedagógicos y facilitar el comportamiento de los usuarios, evitando situaciones de estrés y promoviendo la adaptación (Ordaz, C., 2014).

La neuroarquitectura se ha aplicado en hospitales, definiendo parámetros de diseño relacionados con áreas verdes y de relajación, así como el control de niveles de luz y ruido, lo que ha demostrado ser más eficaz que los tratamientos farmacológicos y las terapias conductuales para reducir el estrés, la ansiedad y la agresividad. En entornos laborales, estos parámetros han aumentado la productividad y la eficiencia, disminuyendo el estrés y la fatiga. En centros de enseñanza, el manejo de la iluminación natural y artificial, el flujo de aire, la forma y volumetría de las aulas, y la introducción de espacios naturales facilitan la creatividad, la concentración, influyendo positivamente en los resultados académicos y el comportamiento, y disminuyendo el absentismo.

Todo lo que nos rodea tiene la capacidad de influir en nuestras emociones, generando reacciones que pueden ser leves o intensas, ya sea que las experimentemos de manera consciente o inconsciente. Cada elemento en nuestro entorno despierta en nosotros sentimientos de atracción o rechazo. Esto también aplica a los edificios, que forman una parte fundamental del entorno cotidiano y tienen un impacto significativo en la forma en que percibimos el mundo que nos rodea (Elizondo Solís & Rivera Herrera, 2018).

De acuerdo con la autora Lei P. (2020), se pueden establecer algunos aspectos en la arquitectura que influyen en la percepción y que pueden ser considerados en la proyección arquitectónica como:

**Temperatura:** Se busca mantener un ambiente térmico adecuado que favorezca el confort y la productividad, evitando temperaturas extremas.

**Iluminación:** La iluminación natural y artificial se emplea para influir en el estado de ánimo, mejorar la concentración y promover el bienestar. La luz natural es esencial en los diseños arquitectónicos por su impacto positivo en los ritmos circadianos, la concentración y la creación de ambientes agradables. La conexión entre el espacio interior y exterior mediante la luz natural minimiza la sensación de encierro, mientras que la luz artificial requiere más esfuerzo para ser procesada por el cerebro.

**Vegetación:** La incorporación de plantas y elementos naturales ayuda a reducir el estrés y mejora la conexión con el entorno.

**Colores:** La elección de colores específicos en los espacios tiene un impacto en las emociones, promoviendo calma, energía o concentración, según sea necesario.

**Olores:** Los aromas agradables y sutiles contribuyen a generar ambientes relajantes y acogedores. En especial, los olores relacionados con la naturaleza tienen un efecto relajante.

**Morfología:** La morfología influye significativamente en nuestras emociones y percepciones. Estudios como el de Harvard Medical School confirman que las curvas y contornos suaves resultan preferibles para el cerebro humano, ya que evocan seguridad y comodidad, mientras que los ángulos marcados pueden aumentar el estrés y la ansiedad al activar estados de alerta instintivos. Las formas geométricas rectas reflejan un pensamiento más racional, mientras que las curvas se relacionan con las formas naturales, proporcionando dinamismo y una sensación de cambio constante, similar al comportamiento de la naturaleza misma.

**Altura del techo:** Según estudios de la Universidad de Minnesota, espacios techos más altos simbolizan libertad, mejoran el pensamiento creativo o conceptual, contrario a pisos bajos.

**Contacto visual:** La planificación de espacios que permitan vistas agradables y libres de obstáculos fomenta la conexión con el entorno y reduce la sensación de confinamiento.

**Ruido:** El estrés provocado por el ruido puede liberar cortisol, una hormona que en exceso afecta la capacidad emocional, de aprendizaje y de razonamiento, complicando así la retención de información y claridad mental.

**Recorrido:** El diseño de trayectorias claras y fluidas dentro de los espacios facilita el movimiento y reduce la confusión o estrés.

**Aprendizaje y memoria:** La memoria espacial depende de referencias visuales claras para que las personas puedan orientarse en un entorno específico. La ausencia de estas referencias dificulta el aprendizaje de la ubicación, lo que genera estrés en los usuarios.

**Emociones:** Los espacios buscan influir positivamente en las emociones mediante una combinación de factores sensoriales y estructurales, los entornos agradables estimulan la producción de oxitocina y serotonina, hormonas relacionadas con la relajación y el disfrute. La percepción sensorial de los espacios tiene el poder de alterar los estados fisiológicos y emocionales de las personas.

### Calidad de los ambientes de aprendizaje

El ambiente de aprendizaje se define, como un entornodinámico, condeterminadas condiciones físicas y temporales, que posibilitan y favorecen el aprendizaje o desarrollo de las dimensiones del ser humano dependiendo, de su edad. También se define como el clima propicio que se crea para atender a los sujetos que aprenden, en el que se consideran tanto los espacios físicos o virtuales. En síntesis, el ambiente de aprendizaje es todo aquello que permite el PEA y no se circunscribe exclusivamente al espacio físico (tamaño, iluminación del aula), también involucra el currículo, a los docentes y discentes, estrategias didácticas y otros (Daza, M. 2013).

La psicología ecológica según Gump (1987), afirma que la calidad del aula se relaciona con las condiciones que permiten el desarrollo de actividades, permitiendo una correcta funcionalidad (Fernández Ramírez y Cols, 1998, citado por Matas A., 1999). Según MacPherson (1984), la calidad puede evaluarse en términos de interacción psicosocial que el aula favorece (Reboloso y otros, 1998).

Corraliza (1987) propone un instrumento de valoración de la calidad de las aulas, que incluye cuatro dimensiones: evaluación, activación, impacto y control, entonces la calidad del ambiente es el resultado de los intereses de los individuos, respecto al entorno. La calidad del ambiente se debe valorar a partir de un registro de percepción que los sujetos tienen sobre la calidad de las aulas, defendiendo, por tanto, la idea de calidad del aula como el acercamiento entre las condiciones deseables y las condiciones percibidas por los sujetos (Matas A., 1999).

La idea de calidad se deriva de un proceso cognitivo-perceptivo, donde el sujeto evalúa los datos que tiene en su poder, en este caso los estímulos de su entorno, respecto a los que podrían generarse de la situación «ideal» que cada sujeto establece. Esta discrepancia entre las dos situaciones genera en el individuo una percepción de cuánto de «bueno» es el lugar donde desarrolla su actividad. Este proceso es similar a un diagnóstico de necesidades. La diferencia se encuentra en que los criterios de comparación no se han establecido por medio más o menos objetivos, sino por apreciaciones subjetivas.

## CONCLUSIONES

La neurociencia, dedicada al estudio del sistema nervioso, revela la increíble plasticidad del cerebro, una característica que permite una continua reconfiguración neuronal. Las sinapsis, al formar conexiones neuronales sostenidas en el tiempo, se fortalecen cada vez que se activan repetidamente, lo que lleva al aprendizaje. En términos neurocientíficos, el aprendizaje es una consecuencia directa de la plasticidad cerebral. Dado que esta plasticidad persiste a lo largo de toda la vida, entendemos que el aprendizaje es una actividad vital continua para cualquier persona.

No obstante, la infraestructura educativa actual rara vez genera emociones sensoriales que fomenten una mayor presencia en el aula. Pocas facultades a nivel nacional cuentan con espacios de ocio y recreación que permitan a

los estudiantes refrescar su mente después de clases. La relación entre neurociencia y arquitectura debe tener como objetivo principal impactar positivamente la cognición y minimizar las emociones negativas que afectan indirectamente el proceso de enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, factores económicos y la estandarización de los proyectos educativos han derivado en una arquitectura educativa uniforme y poco inspiradora, donde las aulas generalmente se encuentran al lado de pasillos con patios de cemento como únicos espacios sociales, con suerte algunas instituciones ofrecen jardines o áreas de relajación.

La Neuroeducación busca analizar el cerebro humano y los efectos del entorno en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Los arquitectos deben diseñar espacios que generen emociones y sensaciones positivas. Los espacios deben ser más humanos y complejos, fomentando y potenciando el funcionamiento de los códigos cerebrales. Esto implica un diálogo con el entorno educativo y un diseño que impacte el cerebro mediante elementos como la luz, la temperatura, el ruido y la disposición del espacio, generando una armonía ambiental. En otras palabras, se debe diseñar desde una perspectiva sensorial que tenga en cuenta la complejidad de los actores involucrados en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

De esta manera, la neuroarquitectura nos invita a reflexionar sobre los escenarios educativos actuales y su impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje, especialmente en áreas urbanas. A partir del Pensamiento Complejo y la Neuroarquitectura, se puede inferir que es fundamental proyectar edificaciones con sentido, alejándonos de la concepción simplista de la arquitectura educativa actual. Desde el punto de vista arquitectónico, se deben formular parámetros que contribuyan a mejorar el hábitat educativo desde una perspectiva interdisciplinaria y transdisciplinaria, en un proceso de comprensión y construcción de la realidad del objeto, significándolo y complejizándolo, para generar respuestas innovadoras que se constituyan en lineamientos dentro de un contexto sociohistórico.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Atkinson, R. C., & Shiffrin, R. M. (1968). *Human memory: A proposed system and its control processes*. Academic Press. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0079742108604223?form=MG0AV3>
- Baquerizo, M. (2012). *Neurobiología de la memoria y procesos neuroquímicos implicados*. Universidad Peruana Cayetano Heredia. Disponible en: <https://repebis.upch.edu.pe/articulos/apunt.cienc.soc/v2n2/a5.pdf>
- Béjar, M. (2014). Una mirada sobre la educación. *Padres y Maestros*, 355, 50-52. Disponible en: <http://saber.ucv.ve/jspui/handle/123456789/6304>.
- Calle, G., Márquez, N., De Cleves, R., & Marlene, V. (2011). *Revista NOVA - Publicación científica en ciencias biomédicas*, 9(15), 1-112. Disponible en: [http://www.unicolmayor.edu.co/invest\\_nova/NOVA/NOVA15\\_REVIS2\\_INTELIG.pdf](http://www.unicolmayor.edu.co/invest_nova/NOVA/NOVA15_REVIS2_INTELIG.pdf).
- Cotto, J. (2009). *El aprendizaje del cerebro y educación preescolar [Tesis de maestría, Universidad Metropolitana]*. Disponible en: [http://www.suagm.edu/umet/biblioteca/UMTESIS/Tesis\\_Educacion/Adm\\_Sup\\_Centros\\_Pre/JCottoRivera.062309.pdf](http://www.suagm.edu/umet/biblioteca/UMTESIS/Tesis_Educacion/Adm_Sup_Centros_Pre/JCottoRivera.062309.pdf).
- Daza, M. (2013). *Este es mi ambiente de aprendizaje*. Blogger.com. Disponible en: <http://milmardaza.blogspot.com/2008/07/ques-un-ambiente-de-aprendizaje.html>.
- Elizondo Solís, A. M., & Rivera Herrera, N. L. (2018). *El espacio físico y la mente: Reflexión sobre la neuroarquitectura*. ResearchGate. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/327620293\\_EL\\_espacio\\_fisico\\_y\\_la\\_mente\\_Reflexion\\_sobre\\_la\\_Neuroarquitectura](https://www.researchgate.net/publication/327620293_EL_espacio_fisico_y_la_mente_Reflexion_sobre_la_Neuroarquitectura)
- Gómez, J. (2004). *Neurociencia cognitiva y educación [Tesis de maestría, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]*. Disponible en: <http://online.upaep.mx/campusTest/ebooks/neurociencia.pdf>.
- Hebb, D. O. (1949). *The Organization of Behavior: A Neuropsychological Theory*. Wiley.
- López, F. (2012). *El ambiente de aprendizaje como área de oportunidad para la enseñanza del diseño*. *Revista del Consejo Escolar del Estado*, (1). Disponible en: [http://vl.educarex.es/conoceryaplicarlvlylvm/F1\\_Investigacion.pdf](http://vl.educarex.es/conoceryaplicarlvlylvm/F1_Investigacion.pdf).
- Lei Xia Paloma Yali. (2021). *Neuroarquitectura: Neurociencia aplicada a espacios educativos*. Universidad Politécnica de Madrid. [https://oa.upm.es/66240/1/TFG\\_Ene21\\_Lei\\_Xia\\_Paloma\\_Yali.pdf](https://oa.upm.es/66240/1/TFG_Ene21_Lei_Xia_Paloma_Yali.pdf)
- Manrique, B. (2012). *Evaluación de un modelo cognitivo para la organización de las actividades de aula basado en el cerebro triuno e inteligencias múltiples para el aprendizaje de la escritura en una lengua extranjera [Tesis doctoral, Universidad de Córdoba]*. Disponible en: <http://helvia.uco.es/xmlui/bitstream/handle/10396/7669/584.pdf?sequence=1>.
- Matas, A. (1999). *Calidad de los espacios educativos: un instrumento para su valoración*. Universidad de Sevilla. Disponible en: [file:///D:/ARQUITECTURA\\_%20REFLECCIONES%20Y%20ANALISIS\\_%202.8%20NEUROARQUITECTURA.html](file:///D:/ARQUITECTURA_%20REFLECCIONES%20Y%20ANALISIS_%202.8%20NEUROARQUITECTURA.html).
- Obradors, C., Sahún, I., Gallego, X., Amador, A., Arqué, G., Martínez, M., et al. (2007). *Viaje al universo neuronal*. Fundación Española para Ciencia y Tecnología. Disponible en: [http://www.oei.es/salactsi/unidad\\_didactica.pdf](http://www.oei.es/salactsi/unidad_didactica.pdf).
- Organización Mundial de la Salud. (1990). *Principios de higiene de la vivienda*. Geneva: OMS.
- Ordaz, C. (2014). *Arquitectura: Reflexiones y análisis*. Disponible en: [file:///D:/ARQUITECTURA\\_%20REFLECCIONES%20Y%20ANALISIS\\_%202.8%20NEUROARQUITECTURA.html](file:///D:/ARQUITECTURA_%20REFLECCIONES%20Y%20ANALISIS_%202.8%20NEUROARQUITECTURA.html).
- Sáez, C. (2014a). *Edificios con neuronas*. *Revista En Cas*. Disponible en: <http://www.plataformaarquitectura.cl/cl/02-339688/neuroarquitect>.