

Neuroarquitectura educativa: diseñar espacios que respeten la diversidad

María del Pilar Pinzón Rueda⁽¹⁾

Resumen: A pesar de los avances significativos en los modelos pedagógicos y en el uso de tecnologías educativas, los espacios escolares continúan respondiendo, en gran medida, a lógicas tradicionales que no reconocen la diversidad de los estudiantes. La neuroarquitectura educativa surge como un enfoque interdisciplinar que articula las neurociencias, la arquitectura y la educación para comprender cómo los entornos físicos influyen en los procesos cognitivos, emocionales y conductuales implicados en el aprendizaje.

El presente artículo tiene como objetivo analizar la importancia del diseño de escenarios educativos inclusivos desde los principios del diseño universal, enfatizando la necesidad de crear espacios accesibles para todos los estudiantes, incluidos aquellos con discapacidad. En este marco, se propone comprender el espacio educativo como un agente pedagógico activo, cuya coherencia con los modelos educativos contemporáneos resulta fundamental para favorecer procesos de aprendizaje más equitativos.

Palabras clave: neuroarquitectura - educación inclusiva - diseño universal - accesibilidad cognitiva - entornos de aprendizaje

[Resúmenes en inglés y portugués en la página 214]

(1) Ver CV en pág. 215

Introducción

Al ingresar a un espacio —ya sea una escuela, un museo o un parque de diversiones— se establece una relación entre este y las sensaciones y percepciones que produce en quien lo visita. La experiencia en el lugar se encuentra mediada tanto por recuerdos previos como por experiencias en otros entornos. De este modo, en pocos segundos, una persona puede anticipar si la vivencia será o no grata.

Desde hace tiempo, la arquitectura y el diseño han reconocido la influencia que los espacios ejercen sobre las percepciones humanas. En este sentido, diversas civilizaciones y

culturas han configurado los entornos que habitan otorgando características particulares a espacios sagrados, plazas, hogares y otros ámbitos de relevancia comunitaria.

En este marco, surge la neuroarquitectura como un campo que rescata la importancia de la influencia del entorno construido en los procesos cognitivos y de pensamiento del ser humano. Ya en el siglo I a. C., Vitruvio planteaba que la arquitectura debía nutrirse de diversas disciplinas; en continuidad con esta idea, la neuroarquitectura se configura como un diálogo bidireccional entre las neurociencias y el diseño arquitectónico, orientado a comprender la relación entre la mente y el espacio físico.

En el ámbito educativo, esta disciplina adquiere especial relevancia, dado que el entorno donde se desarrollan los procesos de aprendizaje constituye un factor significativo en la generación de conocimiento y en la motivación para el desarrollo de distintas capacidades. Tal como señalan Howard Gardner y Hatch (1989) en la teoría de las inteligencias múltiples, los individuos poseen la capacidad de desarrollar distintos tipos de inteligencia, y en este contexto el espacio puede actuar como un elemento que favorece o limita las experiencias cognitivas, en función de las condiciones de confort o incomodidad que presenta.

En la actualidad, el concepto de escuela inclusiva —o escuela para todos— cobra cada vez mayor relevancia. No obstante, su materialización requiere una transformación profunda de los espacios educativos, incorporando los aportes de las neurociencias y la neuroeducación. En este sentido, resulta fundamental la implementación de criterios de diseño universal y accesibilidad, con el objetivo de generar entornos que promuevan procesos de aprendizaje para todos los estudiantes.

A pesar de que en Colombia, desde la Ley 361 de 1997, se han establecido lineamientos en torno a la educación inclusiva, aún persisten desafíos para que las instituciones educativas puedan considerarse plenamente inclusivas. En este contexto, se vuelve necesario fortalecer la articulación entre arquitectura y educación, promoviendo una concepción más humanizada del diseño de los espacios.

La neuroarquitectura aplicada al aprendizaje propone un diálogo entre la forma en que el cerebro percibe, aprende, disfruta y recuerda, y el diseño de los espacios que se habitan. Su objeto de estudio se centra en comprender cómo el cerebro se relaciona con el entorno. A lo largo del tiempo, distintos modelos pedagógicos —como el método Montessori— han evidenciado que la disposición del espacio puede generar experiencias significativas que favorecen el desempeño académico e intelectual de los estudiantes.

Si bien existen desarrollos teóricos vinculados al color, la iluminación, los materiales y otros aspectos del diseño, la escuela suele configurarse como un entorno cargado de estímulos visuales. Sin embargo, un sector de la población ha sido históricamente excluido de estos espacios: los niños con discapacidad y aquellos que enfrentan barreras para el aprendizaje, ya sean actitudinales, arquitectónicas, de acceso a la información o vinculadas al desarrollo de habilidades cognitivas.

Cabe destacar que el artículo 9 de la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad (2006) establece que el acceso y la comprensión de los entornos y servicios de uso público constituyen un derecho universal. En este marco, la presente propuesta se plantea los siguientes objetivos:

- Ser una guía para instituciones educativas y profesionales, orientada al diseño de escenarios educativos más sensibles y accesibles, a partir del análisis del espacio arquitectónico escolar desde los principios de la neuroarquitectura, favoreciendo condiciones de seguridad, confort y autonomía.
- Analizar los beneficios de la implementación de los principios de la neuroarquitectura en la educación inclusiva de niños con discapacidad cognitiva.
- Recopilar bibliografía vinculada a la neuroarquitectura en entornos educativos.
- Proponer lineamientos que contribuyan a mejorar el diseño de espacios educativos desde el enfoque del diseño universal.
- Identificar cómo la aplicación de la neuroarquitectura en el espacio educativo puede potenciar el desarrollo de funciones mentales superiores en niños con discapacidad cognitiva.

Diseñar espacios arquitectónicos que respondan a las necesidades educativas actuales y futuras constituye una necesidad creciente en las instituciones educativas. El estudio de la influencia del entorno en las emociones y percepciones humanas ha sido abordado históricamente desde distintas culturas, evidenciando cómo la configuración de los espacios incide en los modos de vida y en las experiencias de quienes los habitan.

A continuación, se presentan los principales aportes de la neuroarquitectura para la creación de escenarios educativos accesibles e inclusivos

Aspectos generales de la neuroarquitectura

La neuroarquitectura es una disciplina que establece un diálogo entre las neurociencias y el diseño del proyecto arquitectónico. En este sentido, Gutiérrez (2018) destaca la importancia de generar articulaciones entre estas dos áreas del conocimiento, mientras que Quinceno Castrillón (2009) enfatiza la necesidad de fortalecer este vínculo especialmente en ámbitos educativos.

Otro aspecto relevante, tal como lo plantea Mombriedo Lozano (2019), es la consideración de las funciones mentales superiores —como la memoria, la atención, el aprendizaje y el lenguaje— como objeto de estudio para quienes desarrollan proyectos arquitectónicos de tipo educativo. En esta misma línea, Montiel Vaquer (2017) retoma los aportes de la psicología ambiental como antecedente de la neuroarquitectura, destacando su relevancia en la creación de espacios y ciudades autosostenibles.

Para avanzar hacia la generación de proyectos arquitectónicos inclusivos, resulta fundamental realizar la valoración de experiencias y proyectos existentes. En este sentido, Raedó y Atrio Cerezo (2018) revisan diversos casos que incorporan la accesibilidad y el diseño universal como ejes centrales. Por su parte, Bose (2009) subraya el potencial de la neuroarquitectura para promover, a través de la educación inclusiva, el desarrollo de los pueblos. Asimismo, Barliana et al. (2016) presentan una investigación comparativa sobre

edificaciones destinadas a la formación vocacional de jóvenes con discapacidad en dos contextos urbanos: Singapur y Chiba, en Japón.

Por otro lado, Hitch et al. (2016) profundizan en cómo el estudio de conceptos vinculados a la neuroarquitectura —como la accesibilidad y el diseño universal— puede incidir en las actitudes de los estudiantes de arquitectura frente a la discapacidad. Finalmente, Paiva y Jedon (2019) analizan de qué manera los espacios pueden generar modificaciones en el cerebro de las personas.

Aportes de la neuroarquitectura a la creación de escenarios educativos incluyentes

A pesar de los avances significativos en tecnología y en los modelos pedagógicos durante el último siglo, los escenarios educativos conservan aún notables similitudes con los de la escuela tradicional: aulas cerradas, dispositivos que reemplazan al tablero de tiza —como pizarras o proyectores— y dinámicas donde el docente continúa siendo el centro del proceso educativo, en contraste con los enfoques constructivistas que sitúan al estudiante como protagonista del aprendizaje.

En este contexto, Eberhard (2009a), cofundador de la Academy of Neuroscience for Architecture (ANFA), plantea que la integración entre neurociencia, biofilia y psicología ambiental puede facilitar la creación de espacios arquitectónicos enriquecidos, capaces de promover experiencias de aprendizaje inclusivas.

Por su parte, Bingler (1995) resalta la importancia de que la comunidad educativa analice el impacto de las edificaciones y los entornos de aprendizaje en relación con su relevancia cultural y emocional. En la actualidad, las instituciones educativas están llamadas a promover espacios que integren nuevas tecnologías, criterios de inclusión basados en el diseño universal y enfoques pedagógicos como Reggio Emilia (1945), Montessori (1912) y la teoría de las inteligencias múltiples de Howard Gardner (1983).

La escuela, más allá de ser un centro de aprendizaje, constituye un espacio multicultural que debe favorecer el desarrollo de todos los miembros de la comunidad. En este sentido, sus configuraciones espaciales deben responder tanto a las nuevas perspectivas educativas como a las características de las generaciones actuales, atravesadas por entornos tecnológicos. Esto implica promover espacios que estimulen el deseo de aprender, superen modelos centrados en la memorización y la disciplina, y favorezcan enfoques pedagógicos que prioricen la creatividad, la innovación y el rol activo del estudiante. En este marco, los avances de la neuroarquitectura adquieren un potencial significativo.

La ANFA, creada en el año 2003, sostiene que el desarrollo de la neuroarquitectura continuará creciendo de forma exponencial, consolidando una tendencia orientada a comprender la relación entre el espacio y los procesos de aprendizaje significativo (Eberhard, 2009b). Desde su creación, ha promovido investigaciones y espacios de intercambio interdisciplinar entre arquitectos, neurocientíficos y neuropsicólogos, de los cuales han surgido múltiples líneas de investigación.

Entre los principales ejes de estudio vinculados a los sistemas cerebrales se destacan: (i) sensación y percepción, asociadas al funcionamiento de los sentidos; (ii) aprendizaje y memoria; (iii) toma de decisiones; (iv) emoción y afecto; y (v) movimiento, entendido como la forma en que el individuo se relaciona con su entorno (Eberhard, 2009b).

Si bien la neuroarquitectura no ha sido abordada con la misma profundidad que otros campos de las neurociencias, gran parte de la producción teórica reconoce a centros como la ANFA como impulsores del desarrollo conceptual de esta disciplina. En este sentido, la presente propuesta realiza un recorrido teórico por aquellos aportes que permiten comprender la importancia del diseño de espacios accesibles e inclusivos, particularmente en relación con las personas con discapacidad.

Rodríguez et al. (2016), a partir de entrevistas a docentes, identifican factores clave a considerar en el diseño de espacios educativos. Entre los aspectos más valorados se encuentran la iluminación natural, las dimensiones espaciales adecuadas, las condiciones térmicas, la accesibilidad, la ventilación, la protección frente al ruido y la orientación solar. En contraste, otros factores —como la versatilidad del espacio y la distribución interior— no fueron percibidos como prioritarios. Asimismo, el estudio propone lineamientos arquitectónicos orientados a fortalecer los vínculos sociales y emocionales entre los estudiantes. Campora (2019) sostiene que la neurociencia busca comprender los procesos del cerebro y del sistema nervioso, y cómo, a través de ellos, las personas perciben, sienten, piensan y recuerdan. Asimismo, plantea que estos estudios permiten reconocer la importancia de la estimulación multisensorial en los procesos de aprendizaje, los cuales involucran la participación de todos los sentidos. Esta perspectiva resulta especialmente relevante para mejorar las condiciones de vida de la población con discapacidad, posicionando al arquitecto como un actor clave en la generación de entornos que favorezcan el desarrollo cognitivo y comportamental.

En esta línea, Campora (2019) señala que la neuroarquitectura adquiere un rol fundamental en el diseño, considerando que gran parte del tiempo de vigilia de las personas transcurre en entornos construidos que no siempre garantizan condiciones óptimas de confort y bienestar. Por ello, resulta esencial comprender cómo el sistema nervioso interpreta y asimila los espacios en su interacción cotidiana

Parámetros para aplicar la neuroarquitectura en los escenarios educativos

Eberhard (2009b) plantea tener en cuenta cuatro aspectos primordiales a la hora de diseñar espacios:

1. *El sentido emocional del entorno.* Numerosos neurocientíficos han enfatizado en la importancia que tiene la emoción en los procesos de enseñanza-aprendizaje. La neuroarquitectura subraya el poder que tienen los espacios arquitectónicos para impactar de forma positiva y/o negativa sobre el individuo que aprende. Herbert (1998), por su parte, resalta que aquellas escuelas que brindan entornos participativos y coherentes con las necesidades de

la mayor cantidad de alumnos logran que ellos respondan ante dichos escenarios de forma respetuosa, y se motivan de manera más placentera a interactuar con la escuela y a generar mayores relaciones y vínculos con sus pares (como se cita en Eberhard, 2009b).

2. *Las proporciones del espacio.* Meyers-Levy y Zhu (2009, como se cita en Eberhard, 2009b) realizan una investigación donde comparan dos grupos de alumnos de forma independiente e identifican que los techos altos permiten que los estudiantes piensen de forma más diversa, les hace ser más creativos, dar soluciones a retos mayores; en cambio, los techos bajos son mejores para desarrollar trabajos que requieran más concentración.

3. *Iluminación del entorno.* El componente lumínico también constituye un factor para tener en cuenta a la hora de crear espacios educativos que respondan a las necesidades de aprendizaje. Tanner (2014) se ha interesado en analizar el efecto que tienen las diversas intensidades de luz usadas en los espacios educativos, por lo que realizó un estudio con escolares suecos en el que comprobó que, cuando un estudiante era ubicado en un salón con bajo nivel de luminosidad, se presentaba una alteración significativa en sus niveles de cortisol; cuando los niños no dormían lo suficiente y, además, se enfrentaban a aulas con mala iluminación, podrían sufrir incluso efectos similares al denominado *jet lag*; esto pasaba no solo cuando se usaban condiciones inadecuadas de iluminación, sino también cuando se usaba de manera excesiva las pizarras digitales.

4. *Ubicación y relación con el exterior.* Tanner (2014, citado en Eberhard, 2009b) se ha interesado en analizar el efecto que tiene en el estudiante el estar en un escenario educativo que forme parte de un espacio natural, aunque para algunos autores un aula que tenga vista hacia un lugar abierto pudiera ser un detonante de distracción. Autores como Tanner consideran que puede ser un relajante natural de la vista y ayuda al estudiante a generar mayores niveles de concentración.

La neuroarquitectura y las emociones

Según Ekman (2003, como se cita en Paiva & Jedon, 2019), existen seis emociones universales: miedo, disgusto, ira, felicidad, tristeza y sorpresa. A su vez, expresa que las emociones delimitan las maneras en que las personas perciben el mundo y, a su vez, se convierten en un filtro para vivir los entornos. Cuando una edificación afecta las emociones de una persona, esta se relaciona con el ambiente de una forma particular. Son tan importantes tanto las emociones como las funciones mentales, la atención y la memoria, y trabajan de forma conectada en la creación de aprendizajes. Las emociones hacen que los aprendizajes se prolonguen en el tiempo.

Paiva y Jedon (2019) consideran fundamental que los arquitectos que diseñan escenarios educativos tengan en cuenta el impacto que un escenario enriquecido puede tener en la neurogénesis y neuroplasticidad cerebral de los niños. Sin embargo, alertan de no confundir los espacios enriquecidos con la saturación de estímulos, que generaría distracción y desorden. Los entornos desordenados y caóticos generan en el niño efectos negativos en la salud física y mental. Los espacios son generadores de bienestar o estrés a corto y largo plazo, dependiendo de la cantidad de tiempo que sea expuesto el individuo. Factores sencillos

como la distancia que hay a los servicios sanitarios, o la señalética que permita orientarse en el espacio pueden disminuir el estrés de forma significativa.

Aspectos que favorecen la creación de entornos educativos incluyentes

Para que un espacio educativo sea un lugar para todos, se deben tener en cuenta algunos aspectos como los siguientes:

Accesibilidad

Siempre que se toca el tema de la accesibilidad, se habla de respeto a los derechos de todos. Aragall (2010) define accesibilidad como una característica que permite que todos los entornos y espacios puedan ser utilizados por todas las personas, incluso por aquellas que tienen discapacidad, y sin discriminación por género, cultura o edad. Propone que se deben tener seis aspectos en cuenta:

1. Respetuoso: sin exclusiones, atendiendo a la diversidad de personas.
2. Seguro: tener en cuenta minimizar accidentes.
3. Saludable: promover la actividad física y no generar riesgos a la salud.
4. Funcional: que los espacios sirvan para lo que fueron diseñados.
5. Comprensible: claridad en los recorridos.
6. Estético: atractivo, para generar mayor aceptación por los usuarios.

Es imprescindible tener en cuenta, como afirma Aragall (2010), que cuando un espacio es accesible, no solo es mejor para los niños con discapacidad, sino que facilita los procesos para todos. Las rampas pueden ser usadas por niños y maestros que lleven carga extra, o por los empleados de la limpieza o de la cafetería. Una iluminación que favorezca a un estudiante de baja visión será útil también para cuidar la visión de otros niños y de los maestros. Un pavimento que sea antideslizante en seco o en mojado disminuye la posibilidad de accidentes.

Accesibilidad cognitiva

Brusilovsky (2014) define así la accesibilidad cognitiva:

Disposición al alcance de todas las personas que se desenvuelven con autonomía (en el entorno, las infraestructuras y los servicios) de los espacios de uso público (propiedad pública y privada), los objetos y los servicios. Deben diseñarse de forma comprensible y al alcance de sus capacidades y cualidades cognitivas. (p. 225)

Esta disposición debe tener en cuenta las habilidades y capacidades cognitivas de las personas con y sin discapacidad, analizar las funciones mentales y todos los aspectos que puedan ser relevantes en la relación del sistema nervioso central y el espacio arquitectónico. De igual manera, Brusilovsky (2014) identifica algunas estrategias para la orientación espacial, que es parte fundamental de la accesibilidad cognitiva:

1. Romper el efecto laberinto, el cual constituye un riesgo para confundir al usuario.
2. Darle relevancia al espacio distal, aquel que el usuario controla, ya sea por su memoria o por su percepción visual.
3. Proveer una lógica en las estructuras espaciales para que no se basen en encrucijadas, repeticiones y otras dificultades de calidad y cantidad.
4. Proveer aspectos orientadores que estratégicamente se dispongan en las zonas complejas, solo si es necesario introducirlos.
5. Incorporar solo elementos que permitan sacar referencias e inferencias, siempre facilitando la experiencia del usuario. Se debe crear una relación amigable entre individuo y entorno.
6. Usar un idioma de fácil recordación y que esté dentro del dominio del público en general.
7. Promover recursos que hagan comprensible los entornos por medio de cualidades espaciales.

Wayfinding y diseños de sistemas de orientación espacial

García (2012) define el concepto de *wayfinding* como “encontrando el camino”, aunque de forma común se entiende como el proceso de orientación usando información del entorno. Es un ejercicio cognitivo que una persona realiza cuando necesita saber cómo llegar a un lugar o cómo desplazarse en algún espacio, ya sea abierto o cerrado. Además, García (2012) identifica tres procedimientos necesarios en el proceso de orientación:

1. *Procedimiento perceptivo*. Es lo que captan nuestros sentidos, depende de la capacidad de cada individuo.
2. *Procedimientos cognitivos*. Es el procesamiento de la información captada, almacenamiento y toma de decisiones deductivas. Se debe generar un esquema de ruta, constituido por tres componentes: punto de partida, camino y punto de llegada.
3. *Procedimientos de interacción*. En la medida que una persona realice recorridos secuenciales al mismo lugar, creará un mapa mental de rutas que será actualizado de forma periódica con nueva información.

Diseño universal

Aragall (2010) plantea que en Europa se recomienda abordar la accesibilidad teniendo en cuenta el diseño universal. Este considera que todas las personas viven un ciclo vital en el que, en varias ocasiones, se pueden presentar condiciones particulares de movilidad: una mujer en embarazo, la tercera edad, una mujer con un bebé en brazos o llevándolo en un cochecito, personas ciegas o con discapacidades físicas.

Juguetes adaptados para niños con discapacidad cognitiva

En todos los niveles educativos, se han encontrado valiosos aportes del juego en los procesos de aprendizaje de los niños. Por eso, Aragall (2010) destaca algunas indicaciones para la adquisición de juguetes en un colegio donde asisten niños con discapacidad cognitiva:

- Fácil manejo, que permita la autonomía total del niño.
- Sencillo y realista, para que el niño pueda generalizar lo aprendido.
- Atractivos de principio a fin, que mantengan la atención del niño.
- Que se adapte a los ritmos de respuesta de cada niño.
- Que no requiera de altos niveles de exigencia en concentración y atención.
- Que requiera seguir reglas sencillas que puedan ser adaptadas.

Bases neuropsicológicas de la neuroarquitectura de escenarios educativos

La neuroarquitectura, como su nombre lo indica, se vale de los procesos neurológicos del ser humano para entender, interpretar y diseñar de acuerdo con las necesidades de cada individuo. Cuando se habla de neuroarquitectura en escenarios educativos, es imprescindible conocer cuáles son las bases neuropsicológicas del aprendizaje que pueden aportar contexto al diseño y construcción de espacios que favorezcan los procesos de aprendizaje de todos los niños, incluyendo aquellos con discapacidades o talentos excepcionales.

McLean (1949, como se cita en Ruiz, 2016) propone una clasificación llamada “el cerebro triuno”, teoría altamente criticada por diversos teóricos, pero que, en el plano educativo, facilita la forma de comprender las diversas funcionalidades del cerebro infantil, pues identifica que en el cerebro humano cohabitan tres subsistemas: el reptiliano, el límbico y la neocorteza, los cuales se relacionan de forma constante para producir la conducta humana. Es, evidentemente, una concepción holística que considera que el comportamiento forma parte de un todo y no surge a partir de procesos individuales.

Por tanto, un acercamiento a esta propuesta teórica ofrece una luz para que el docente pueda vislumbrar lo que sucede en el aula, en términos de la interacción entre el cerebro y los procesos de aprendizaje. Este modelo teórico integra de forma preponderante la importancia de plantear propuestas educativas que tengan en cuenta el desarrollo de la inteligencia emocional del estudiante, ya que la emoción y el aprendizaje estarían ligados

indefectiblemente desde esta perspectiva. Por tanto, cuando un estudiante se acerca a un proceso de aprendizaje, son de gran importancia los sentimientos que le genera el profesor y sus compañeros; y si tiene o no un buen ambiente, afectará de forma directa el aprendizaje de nueva información.

Lozanov (1978, como se cita en Ruiz, 2016) considera que existen barreras para el aprendizaje que funcionan como un sistema de alerta. Así, cuando un profesor no transmite confianza o seguridad a su estudiante, él desenfoca su atención de la propuesta educativa y se enfoca en sus sentimientos y pensamientos internos. Esta propuesta se convierte en un reto para el docente y el sistema educativo, donde se vuelve esencial la formación emocional de los profesores para poder tener un acercamiento asertivo y pertinente a sus estudiantes, promoviendo sus capacidades de aprendizaje en un contexto mediado por una sana interacción emocional.

Funciones cognitivas y su importancia en los procesos de aprendizaje

Existe una diversidad de funciones cognitivas que deben tenerse en cuenta en el desarrollo adecuado de los procesos de aprendizaje. Estas son las siguientes:

Velocidad de procesamiento

Se define como la rapidez con se capta la información, se entiende y se comienza a responder. Se relaciona directamente con el proceso de mielinización; por tanto, si existe una mayor mielinización, habrá una mayor velocidad en el procesamiento de la información, lo que significa una mayor eficiencia del sistema nervioso.

Atención

El proceso atencional se encuentra focalizado en el mantenimiento de *inputs*, programas motores, representaciones internas, etcétera. Tiene una vinculación directa con otros procesos cognitivos como la motivación, el autocontrol, la capacidad de adaptación, la memoria, entre otros, convirtiéndose en factor fundamental en los procesos de aprendizaje. Desde los 2 a los 6 años, la atención tendrá una mayor influencia del contexto. El niño estará más atento en ciertas horas, en determinadas actividades y según la percepción de dificultad que tenga frente a estas. A partir de los 4 años y medio, se desarrollan cambios significativos en la atención, lo que está directamente ligado con el proceso de mielinización. A partir de los 5 años, ya existe una fijación en la atención aproximadamente de 14 minutos; de igual manera, se potencia la habilidad de discriminar estímulos relevantes de los irrelevantes.

Desde los 6 a los 12 años, los procesos madurativos avanzan y llegan a un pico de maduración en la adolescencia. En dicho estado, las tareas atencionales pueden lograr niveles similares a los de un adulto promedio. Existen diferentes tipos de atención:

- *Atención selectiva.* Presenta un componente visual que está desarrollado desde las primeras etapas de la infancia; en cambio, el componente auditivo se va consolidando en el

transcurso del desarrollo infantil. La atención selectiva se relaciona de forma directa con la maduración de los procesos de control atencional, lo que sucede aproximadamente a los 11 años. Esto puede estar ligado a la falta de maduración del circuito fronto-estriatal (responsable del control inhibitorio de la conducta) y, a su vez, a la inmadurez de la atención selectiva, que termina de madurar en la adolescencia.

- *Atención sostenida.* Esta capacidad tiene un evidente avance con la edad. Especialmente en niños en etapa preescolar, está interconectada con la dificultad de la tarea que se va a desarrollar, con la motivación que reciba el niño para ejecutarla, con el acompañamiento de un guía o tutor y la presencia de pares. Estos son factores fundamentales en la atención sostenida, lo que determina el interés del niño en su mantenimiento. Ya entre los 7 y los 9 años, existe un salto evolutivo que aumenta considerablemente la capacidad atencional.

- *Atención dividida.* Se denomina así a la capacidad de poder interactuar con varios estímulos y se relaciona directamente con la madurez de los lóbulos frontales, que solo finaliza en la adolescencia tardía.

Memoria

La memoria es aquella función cognitiva que le permite al individuo almacenar, procesar y recuperar información, aspectos que se ven implicados en toda actividad que realiza. Esta capacidad se desarrolla y modifica con el tiempo. Un cambio en la memoria puede generar modificaciones permanentes en la actividad neuronal.

La memoria tiene diferentes fases de desarrollo: a los 3 meses de vida ya se encuentra en una fase de reconocimiento y se evidencia una preferencia ante determinados estímulos. La permanencia de objeto se adquiere alrededor de los 6 y los 12 meses. A los 4 años, ya la memoria tiene características similares a las del adulto. La memoria inmediata se desenvuelve progresivamente durante todo el ciclo vital.

Existen otras estructuras implicadas en el desarrollo de la memoria, como las estructuras frontales, vinculadas con la fase de evocación y la repetición; las estructuras temporo-mediales, encargadas del reconocimiento; y los ganglios basales, para la regulación de la memoria procedimental. Estas estructuras maduran en etapas cercanas al inicio de la infancia y permiten que el niño adquiera habilidades como gatear, caminar, hablar, etcétera. Las respuestas condicionadas estarán relacionadas con el tronco cerebral y el cerebelo. El hipocampo estaría a cargo de la memoria declarativa y se desarrolla desde los 7 a los 10 meses de vida.

Funciones ejecutivas

Según Lezak (2004, como se cita en Ruiz, 2016), las funciones ejecutivas son aquellas capacidades mentales que permiten que el individuo diseñe objetivos y realice una planeación para alcanzar los objetivos, con un mayor rendimiento. Estas funciones tienen tres componentes:

- Establecimiento de metas, relacionado con la iniciativa, planificación, solución de problemas y estrategias conductuales.

- Flexibilidad cognitiva, la cual permite que el individuo modifique su comportamiento cuando este no sea eficaz; en este componente está la memoria de trabajo, la atención dirigida, la monitorización, la transferencia conceptual y el control emocional.
- Control atencional, que también incluye la atención sostenida y selectiva.

Guía de criterios de neuroarquitectura para facilitar la educación inclusiva

Si la neuroarquitectura se constituye como una disciplina que establece un diálogo entre los aprendizajes y las neurociencias para aplicarlos a la generación de espacios arquitectónicos, es vital que dichos aprendizajes sean utilizados en la creación de escenarios educativos que transformen, desde el espacio, las prácticas pedagógicas rígidas y anticuadas, convirtiéndose en un elemento fundamental que potencie las posibilidades

de aprendizaje de todos los estudiantes, incluso aquellos con algún tipo de discapacidad. La relación del estudiante con su colegio debe darse de forma grata, de manera que le permita tener experiencias sensoriales y cognitivas que desarrollen y magnifiquen sus deseos no solo de aprender, sino de adquirir habilidades sociales y, sobre todo, la formación de capacidades cognitivas, emocionales y afectivas, para responder a las demandas de un mundo cambiante y en transformación permanente.

Las habilidades cognitivas que requieren las personas para comprender el entorno se pueden promover desde la infancia y mejorarse en el transcurso de la vida. Es importante que los niños desarrollen estrategias y habilidades de representación de los espacios y los lugares que los rodean; sin embargo, en la mayoría de los currículos no se exploran dichas habilidades de orientación espacial, que son vitales para la movilidad segura de los niños tanto en espacios cerrados como en la ciudad. Aprender claves de orientación en la ciudad, en un parque o en un centro comercial le permite al niño mayor autonomía e independencia en sus desplazamientos habituales. Por tanto, es vital que las escuelas desarrollen escenarios arquitectónicos acordes a las necesidades neurológicas de los niños.

A continuación, se identificarán los principios de la neuroarquitectura que se deben tener en cuenta a la hora de diseñar un aula que incluya a niños con discapacidad cognitiva y otras formas de discapacidad. Entendiendo que todos los niños tienen procesos de aprendizaje diversos, un aula incluyente debe estar diseñada teniendo en cuenta los siete principios del diseño universal.

Principio 1. Uso equitativo

Deben ser aulas que permitan que todos los niños puedan usarlas, aun si tienen alguna discapacidad sensorial o si tienen o no un déficit cognitivo. El diseño ha de ser comprensible para todos; los espacios deben evitar la estigmatización.

Principio 2. Uso flexible

Se debe diseñar un aula considerando la diversidad de ritmos y estilos de aprendizaje; por tanto, tiene que ser fácilmente adaptable y dar diversas opciones de uso. Espacios de trabajo colaborativo; descentrar la atención en el docente y permitir que se generen trabajos en equipo, donde todos puedan aportar; tener en cuenta la pedagogía actual, que está enfocada en el estudiante y en su trabajo con pares, y no en el docente como centro del proceso de aprendizaje, eso hace que se requieran aulas donde los niños se puedan movilizar para trabajar en grupo o de forma individual, cuando así se requiera.

Principio 3. Uso simple e intuitivo

El espacio está diseñado para evitar la complejidad y facilitar el uso de cualquier lugar para todo tipo de usuarios, independientemente de su capacidad cognitiva.

Principio 4. Información perceptible

La información debe poder ser recibida por diversas vías sensoriales: visual, táctil, verbal, en lengua de señas, etcétera. Se sugiere diseñar aulas o espacios multisensoriales que permitan que los niños exploren sentidos que no son tan comúnmente trabajados en ámbitos educativos, como el tacto, el olfato y el gusto. Dichas aulas hacen posible que los niños exploren sensorialmente diversas texturas, olores y sabores, y tengan aprendizajes que generen estimulación neuronal, para lograr aprendizajes significativos.

Principio 5. Tolerancia al error

El diseño del aula debe tener en cuenta que existe el menor riesgo de accidente o de error.

Principio 6. Mínimo esfuerzo físico

Se debe diseñar el espacio evitando que el niño tenga que realizar esfuerzos físicos innecesarios.

Principio 7. Adecuado tamaño de aproximación y uso

El diseño del aula debe proporcionar el tamaño y el espacio suficiente y confortable para que el niño pueda acercarse, alcanzar, maniobrar y usarlo independientemente del tamaño del cuerpo, la postura o la movilidad de este.

Otros criterios para tener en cuenta

La contaminación ambiental es un aspecto importante. Los espacios cercanos a calles con congestión vehicular o próximos a empresas o fábricas distraen la atención neurológica de los niños y provocan malestar y “distrés”. Esto dificulta la posibilidad de que el niño pueda analizar estímulos de gran relevancia y genera barreras para asimilar de forma adecuada la información recibida en el aula. Un aula con un buen aislamiento de ruidos es un facilitador de accesibilidad cognitiva.

La temperatura de las aulas es fundamental a la hora de ofrecer a los niños condiciones óptimas para el aprendizaje. Las aulas muy frías o calientes distraen a los estudiantes y producen incomodidad; e incluso pueden ser causa de enfermedades, deshidratación o transmisión de infecciones respiratorias.

Los colegios deben tener espacios claves, debidamente señalizados, que no requieran necesariamente la presencia de personal de información. El objetivo es que el niño pueda desplazarse en el entorno teniendo claridad sobre los espacios y su uso. Una correcta señalización evita que los niños se encuentren en laberintos sin salida dentro de un colegio; permite que se puedan movilizar al baño, a la cafetería o a los patios de recreo sin necesidad de apoyarse en otros adultos; facilita su inclusión y les genera confianza y poder sobre el espacio.

La iluminación natural y artificial suficiente y estable garantiza que los niños puedan aprender y fijar su atención en los procesos de aprendizaje. Una mala iluminación, ya sea natural o artificial, obliga al cerebro a trabajar más y de forma menos eficiente. Las capacidades cognitivas de los niños se activan de forma más precisa cuando existen buenas fuentes de luz. La privación de luz natural puede generar una afectación a los patrones del sueño y, por lo tanto, del comportamiento y del rendimiento escolar.

En cuanto a la altura del techo, los techos altos proporcionan al cerebro mayor posibilidad de análisis creativo y abstracto, mientras que techos bajos facilitan la concentración en tareas de mayor compromiso lógico. Por tanto, se propone que la escuela cuente con ambas opciones: espacios con techos altos donde funcionen talleres de arte, teatro y danza, donde la creatividad deba fluir; y otros lugares donde los niños puedan mejorar sus procesos de concentración, como salas de juego de ajedrez, salas de cómputo, etcétera.

En relación con las zonas verdes, se ha confirmado en diversos estudios que las aulas que tienen vista hacia espacios verdes mejoran la atención de los niños; probablemente también disminuyan los niveles de estrés y, por tanto, sean un aporte valioso en la consolidación de los procesos de aprendizaje. El cerebro humano, en su proceso evolutivo, ha pasado más tiempo en espacios abiertos al aire libre, lo que puede generar mayor presión cuando se encuentra encerrado en un espacio estrecho y oscuro. El visualizar zonas verdes provoca paz, tranquilidad, alegría, factores fundamentales para el desarrollo de habilidades mentales superiores.

Se tienen que generar participantes activos de accesibilidad. Dentro de una escuela o centro educativo, las personas pueden ser facilitadoras de información. Desarrollar proyectos donde los niños puedan ser guías en los espacios en momentos claves, como la hora de recreo, o al ingreso y la salida, origina que el estudiante se empodere en su

rol como facilitador, pero también que sea activo en su relación con los entornos. Es importante que los estudiantes tengan clara la funcionalidad que cumple cada espacio dentro del colegio y su uso correcto, así como las reglas de comportamiento en él y las rutas de evacuación, en caso de ser requerido.

Los mapas y rutas de evacuación deben ser de fácil comprensión. Incluso sería recomendable que en ejercicios pedagógicos los niños creen sus propios mapas y rutas. Se sugiere que sean mapas hápticos, que permitan el contacto para niños con discapacidad visual; además, es necesario usar información en lengua de señas tanto en las señaléticas como en todos los lugares de información a fin de generar accesibilidad cognitiva para los niños con discapacidad auditiva.

Los pictogramas deben pasar por pruebas de usabilidad y de comprensión, para asegurarse de que tengan información útil y fácilmente comprensible, que no promueva confusiones o provoque errores.

Conclusiones

- La neuroarquitectura, a pesar de llevar más de setenta años de desarrollo, es una disciplina emergente que requiere ser explorada y fortalecida por grupos de investigación. Para los arquitectos, sería un enriquecimiento conocer las necesidades neurológicas de los usuarios y realizar investigaciones en las que se mida el impacto neurológico que tiene un lugar en las capacidades de aprendizaje o el bienestar emocional de quien lo habita, o quien lo usa.
- Es muy importante que los arquitectos tengan en cuenta a la hora de diseñar las instituciones educativas la generación de espacios arquitectónicos que acojan los principios de la neuroarquitectura, con la certeza de que el mismo espacio es un provocador de aprendizajes significativos. Además, es necesario que se formen conociendo las nuevas tendencias educativas en el mundo, lo que hará que sus proyectos sean innovadores y con propuestas enriquecidas de valor pedagógico.
- Siempre que un arquitecto intervenga un espacio educativo, se debe contar con la percepción de los usuarios, es decir, con la comunidad educativa y, primordialmente, escuchar a los niños, pues son ellos quienes se beneficiarán del espacio. Un edificio educativo es mucho más que ladrillo y concreto, es un segundo hogar para niños, docentes y administrativos, y debe tener condiciones que generen una experiencia grata y significativa.

La arquitectura accesible y sin barreras, y la neuroarquitectura se constituyen en un pilar fundamental para hablar de educación, más aún cuando hablamos desde la educación inclusiva de los niños con barreras del aprendizaje, pues para muchos niños con discapacidad o dificultades específicas del aprendizaje los espacios pueden convertirse en laberintos que causan temor e incertidumbre. Para niños con discapacidad cognitiva, ubicarse en el espacio puede ser un reto que se puede minimizar si se tienen en cuenta los conceptos de la accesibilidad cognitiva planteados en este estudio. Así pues, es esencial entender que

todos los escenarios arquitectónicos escolares deben tener en cuenta los principios de la neuroarquitectura, especialmente en temas de accesibilidad, pues esta es la piedra angular de la educación inclusiva. Sin escenarios educativos accesibles, la educación inclusiva es una utopía irrealizable.

Durante más de catorce años, siendo psicóloga, he trabajado con arquitectos en la formación de espacios más accesibles e incluyentes, e identifiqué que la neuroarquitectura, como disciplina, puede convertirse en un aporte al presente y futuro de las instituciones educativas, puesto que, aunque existen nuevas teorías y perspectivas teóricas de la pedagogía, los escenarios arquitectónicos siguen siendo muy similares a los de cien años atrás. Las nuevas pedagogías, e incluso las que están por plantearse o generarse, deben contar con espacios arquitectónicos que tengan en cuenta al niño y no solo al niño promedio, sino al niño en toda su diversidad y en toda su complejidad. Para un arquitecto de escenarios educativos, es vital dialogar y conectar con los neurocientíficos para comprender cómo aprende el cerebro de un niño, del niño neurotípico, pero también del niño con espectro autista, o del niño ciego o sordo; de esa manera, sus diseños pueden responder a las necesidades de todos, tal y como lo plantean las propuestas del diseño universal.

Limitaciones y prospectiva

La presente propuesta debe ser reforzada con aspectos relacionados con la bioseguridad, de acuerdo con la situación actual del mundo, lo cual no necesariamente será un limitante, sino que debe ser un complemento de la propuesta. También tiene grandes fortalezas, pues genera en toda la comunidad educativa una mayor conciencia sobre la importancia de los espacios en los procesos de aprendizaje; además, permite que los arquitectos tengan en cuenta a toda la comunidad antes de proponer reformas en los escenarios educativos. Qué piensa, qué siente el niño con y sin discapacidad y cómo se relaciona con el espacio es vital a la hora de diseñar instituciones educativas incluyentes.

La neuroarquitectura propone líneas de investigación muy interesantes, que pueden abrir caminos para tener escenarios educativos más incluyentes y accesibles para todos. Se presta para investigar la influencia de diseñar espacios educativos que favorezcan la sana convivencia y eviten el *bullying*, escenarios educativos que respondan a pedagogías innovadoras, propuestas de escenarios educativos futuristas, que tengan en cuenta las nuevas medidas de bioseguridad para la “nueva normalidad”, etcétera.

Referencias

- Aragall, F. (2010). *La accesibilidad en los centros educativos*. Ediciones Cinca.
https://www.cermi.es/sites/default/files/docs/colecciones/LA_ACCESIBILIDAD_EN_LOS_CENTROS_EDUCATIVOS.pdf

- Barliana, M. S., Johar Maknun, J., & Rahardja, D. (2016). The architectural accessibility of vocational education facility for special needs students. *2nd International Conference on Education*, 1, 1–6.
- Bingler, S. (1995). Place as a form of knowledge. En A. Meek (Ed.), *Designing places for learning* (pp. 23–30). Association for Supervision and Curriculum Development.
- Bose, J. (2009). Education and the architecture of an inclusive society. *South Asian Journal of Peacebuilding*, 2(1), 2–4.
- Brusilovsky, B. (2014). *Modelo para diseñar espacios accesibles: Espectro cognitivo*. La Ciudad Accesible.
- Campora, H. (2019). *Neuroarquitectura: Ensayo entre los espacios físicos y mentales*. <https://es.scribd.com/document/451703413/Ensayo-Entre-Los-Espacios-Fisicos-y-Mentales-Arquitecto-Hector-Campora-1>
- Eberhard, J. P. (2009a). Applying neuroscience to architecture. *Neuron*, 62, 753–756. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2009.06.001>
- Eberhard, J. P. (2009b). *Brain landscape: The coexistence of neuroscience and architecture*. Oxford University Press.
- La atención: Estructuras cerebrales implicadas. (2016, octubre 20). <https://themindmasterweb.wordpress.com/2016/10/20/estructuras-cerebrales-implicadas/>
- García, D. (2012). *Diseño de sistemas de orientación espacial: Wayfinding*. Fundación ONCE. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.845.459&rep=rep1&type=pdf>
- Gutiérrez, L. (2018). Neuroarquitectura, creatividad y aprendizaje en el diseño arquitectónico. *PAIDEIA XXI*, 6(7), 171–189. <https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Paideia/article/view/1607/1481>
- Hitch, D., Dell, K., & Larkin, H. (2016). Does universal design education impact on the attitudes of architecture students towards people with disability? *Journal of Accessibility and Design for All*, 6(1), 26–48. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5816065>
- López, S. (2017). *Esencia: Diseño de espacios educativos, aprendizaje y creatividad*.
- Mombriedo Lozano, A. (2019). Entornos y desarrollo durante la niñez: Neuroarquitectura y percepción en la infancia. *Tarbiya. Revista de Investigación e Innovación Educativa*, 47, 55–68. <https://doi.org/10.15366/tarbiya2019.47.004>
- Mombriedo Lozano, A., & San Gregorio, S. (2018). Construir jugando, construir observando: Puesta en práctica de los mecanismos de aprendizaje creativo inherentes a nuestra condición humana. *Entera2.0*, 6, 178–188.
- Montiel Vaquer, I. (2017). Neuroarquitectura en educación: Una aproximación al estado de la cuestión. *Revista Doctorado UMH*, 3(2), Artículo p6. <https://revistas.innovacionumh.es/index.php/doctorado/article/view/641/992>
- Paiva, A., & Jedon, R. (2019). Short- and long-term effects of architecture on the brain: Toward theoretical formalization. *Frontiers of Architectural Research*, 8(4), 564–571. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2019.07.004>
- Quinceno Castrillón, H. (2009). Espacio, arquitectura y escuela. *Revista Educación y Pedagogía*, 21(54), 11–27. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/revistaeyp/article/view/9778>

- Raedó, J., & Atrio Cerezo, S. (2018). Arquitectura inclusiva y su utilización como instrumento socializador en educación. *Tarbiya. Revista de Investigación e Innovación Educativa*, 46, 41–54. <https://doi.org/10.15366/tarbiya2018.46.03>
- Robinson, K. (2015). *Arquitectura para la educación*. Link Books.
- Rodríguez, L., Gallego, J. L., & Rodríguez, A. V. (2016). Reflexiones docentes acerca del diseño arquitectónico de los centros de formación profesional en Granada. *Propósitos y Representaciones*, 4(1), 115–168. <http://dx.doi.org/10.20511/pyr2016.v4n1.88>
- Ruiz, J. M. (2016). *Manual de neuropsicología pediátrica*. Instituto Superior de Estudios Psicológicos. https://www.researchgate.net/publication/302909316_Manual_de_neuropsicologia_pediatrica
- Tanner, C. K. (2014). The interface among educational outcomes and school environment. *Educational Planning*, 21(3), 19-28.
- Gardner, H., & Hatch, H. (1989). Multiple intelligences to school: educational implications of the theory of multiple intelligence. *Educational Researcher*, 18, 4-9. <http://dx.doi.org/10.2307/1176460>
-

Abstract: Despite significant advances in pedagogical models and the use of educational technologies, school environments continue to largely respond to traditional logics that do not recognize student diversity. Educational neuroarchitecture emerges as an interdisciplinary approach that integrates neuroscience, architecture, and education to understand how physical environments influence the cognitive, emotional, and behavioral processes involved in learning.

The present article aims to analyze the importance of designing inclusive educational settings based on the principles of universal design, emphasizing the need to create accessible spaces for all students, including those with disabilities. Within this framework, the educational space is understood as an active pedagogical agent, whose coherence with contemporary educational models is essential to promote more equitable learning processes.

Keywords: neuroarchitecture - inclusive education - universal design - cognitive accessibility - learning environments

Resumo: Apesar dos avanços significativos nos modelos pedagógicos e no uso de tecnologias educacionais, os espaços escolares continuam respondendo, em grande medida, a lógicas tradicionais que não reconhecem a diversidade dos estudantes. A neuroarquitetura educacional surge como uma abordagem interdisciplinar que articula as neurociências, a arquitetura e a educação para compreender como os ambientes físicos influenciam os processos cognitivos, emocionais e comportamentais envolvidos na aprendizagem.

O presente artigo tem como objetivo analisar a importância do desenho de cenários educacionais inclusivos a partir dos princípios do desenho universal, enfatizando a necessidade de criar espaços acessíveis para todos os estudantes, incluindo aqueles com deficiência. Nesse contexto, propõe-se compreender o espaço educacional como um

agente pedagógico ativo, cuja coerência com os modelos educacionais contemporâneos é fundamental para promover processos de aprendizagem mais equitativos.

Palavras-chave: neuroarquitectura - educação inclusiva - desenho universal - acessibilidade cognitiva - ambientes de aprendizagem

[Las traducciones de los abstracts fueron supervisadas por el autor de cada artículo.]

María del Pilar Pinzón Rueda. Psicóloga de la universidad pontificia Bolivariana, especialista en necesidades educativas especiales de la universidad autónoma de Bucaramanga, magister en Neuropsicología y educación de la Universidad de la Rioja España, directora de la fundación Unicornio, creadora y docente de la cátedra de arquitectura accesible en la Universidad Santo Tomás de Bucaramanga por 8 años, 19 años formando arquitectos en Neuroarquitectura, diseño universal y accesibilidad.