

Neuroarchitecture and its relationship with the architectural quality of educational spaces

Loyola-Jesús Almendra María, Bachiller en Arquitectura¹; Pérez-Ferré Antonella Abigail de los Angeles, Estudiante de Arquitectura¹; Mg. Cruzado-Palacios María Delia¹

¹Universidad Tecnológica del Perú, Perú, U20204823@utp.edu.pe, U20216551@utp.edu.pe y, C25556@utp.edu.pe

Abstract – *Neuroarchitecture, as an interdisciplinary approach, studies the relationship between the built environment and the cognitive, emotional and behavioural processes of its users. In the educational context, the architectural quality of spaces directly influences well-being, concentration and learning. This study analyses this relationship at the Cristo Jesús School, Nuevo Chimbote, using a mixed approach. From a qualitative perspective, observation sheets are used to assess spatial conditions and interviews to identify deficiencies in educational design. At a quantitative level, the chi-square statistical test allows significant correlations to be established between Neuroarchitecture and architectural quality. The research, with a correlational scope and based on a case study, uses observation and survey techniques. The results show that the relationship between Neuroarchitecture and architectural quality is significant, highlighting the importance of optimising educational spaces to improve the user experience. This emphasizes the need to incorporate design strategies that favor comfort and academic performance, promoting more stimulating and functional environments for students and teachers.*

Keywords – *Neuroarchitecture, architectural quality, educational spaces, disability*

Neuroarquitectura y su relación con la calidad arquitectónica de los espacios educativos

Loyola-Jesús Almendra María, Bachiller en Arquitectura¹; Pérez-Ferré Antonella Abigail de los Angeles, Estudiante de Arquitectura¹; Mg. Cruzado-Palacios María Delia¹

¹Universidad Tecnológica del Perú, Perú, U20204823@utp.edu.pe, U20216551@utp.edu.pe y, C25556@utp.edu.pe

Resumen – La Neuroarquitectura, como enfoque interdisciplinario, estudia la relación entre el entorno construido y los procesos cognitivos, emocionales y conductuales de sus usuarios. En el contexto educativo, la calidad arquitectónica de los espacios influye directamente en el bienestar, la concentración y el aprendizaje. Este estudio analiza dicha relación en la I.E. Cristo Jesús, ubicada en el distrito de Nuevo Chimbote, provincia del Santa, región Áncash, Perú, mediante un enfoque mixto. Desde la perspectiva cualitativa, se emplean fichas de observación para evaluar las condiciones espaciales y entrevistas para identificar deficiencias en el diseño educativo. A nivel cuantitativo, la prueba estadística de chi-cuadrado permite establecer correlaciones significativas entre la Neuroarquitectura y la calidad arquitectónica. La investigación, con un alcance correlacional y basada en un estudio de casos, utiliza técnicas de observación y encuesta. Los resultados evidencian que la relación entre Neuroarquitectura y calidad arquitectónica es significativa, resaltando la importancia de optimizar los espacios educativos para mejorar la experiencia del usuario. Esto enfatiza la necesidad de incorporar estrategias de diseño que favorezcan el confort y el desempeño académico, promoviendo entornos más estimulantes y funcionales para estudiantes y docentes.

Palabras clave – Neuroarquitectura, calidad arquitectónica, espacios educativos, discapacidad.

I. INTRODUCCIÓN

La transformación educativa es un proceso complejo que destaca la importancia del diseño de entornos educativos y es influido por diversas necesidades sociales y trastornos del comportamiento. En Perú se estableció un derecho a la educación inclusiva dando una implementación a servicios educativos públicos y privados [1], en 2017, la población con discapacidad menor de 29 años ascendía a 756,499 [2], pero solo el 11.96% accedió al sistema educativo en 2018 [3]. Según el SIAGIE, al 15 de junio de 2018, la matrícula en educación básica regular y especial de niños y adolescentes con discapacidad de 3 a 16 años alcanzó el 18.01%, con 73,400 estudiantes registrados de un total de 407,509 [4]. Lo confirmada por diversos estudios, pues la falta de arquitectura inclusiva es un problema significativo actualmente [5].

El presente estudio se desarrolla en el distrito de Nuevo Chimbote, ubicado en la provincia del Santa, región Áncash, al norte del Perú, donde se reconoce que, la accesibilidad a instituciones educativas especializadas para niños con discapacidad es limitada. Por ello, se consideraron 2 escuelas: la I.E. Fe y Alegría N°42 y la I.E. “Cristo Jesús”.

Esta última destacó por su infraestructura más accesible, metodología adaptada y oferta de terapia especializada, evidenciando cómo el diseño arquitectónico influye en la educación y el bienestar de los estudiantes con discapacidad.

Los espacios educativos desempeñan un papel fundamental en el desarrollo integral de los estudiantes, pues influye tanto en su rendimiento académico como en su bienestar emocional [6]. Investigaciones recientes destacan la importancia de adaptar el diseño de las aulas a las necesidades de los usuarios, incluyendo a aquellos con discapacidades. Por ejemplo, los entornos inclusivos deben integrar elementos como colores, iluminación y mobiliario accesible, para mejorar la experiencia de aprendizaje [7]. Asimismo, como alternativas se proponen aulas móviles para responder a contextos vulnerables, evidenciando que la flexibilidad en el diseño es clave para enfrentar desafíos educativos [8].

La neuroarquitectura es un área que junta saberes de la ciencia del cerebro, el estudio de la mente y la construcción para hacer lugares que ayuden bien en los sentimientos, las acciones y el bienestar de las personas. Según Sternberg [9] el espacio construido puede cambiar directamente en el sistema nervioso afectando el estrés, atención y memoria. Edelstein y Macagno [10] dicen que esta área deja a arquitectos crear espacios más amigables y enfocados en los usuarios, especialmente en situaciones educativas y de salud.

Por ello, la neuroarquitectura emerge como un enfoque innovador que combina principios de neurociencia y diseño arquitectónico [11] para optimizar los entornos escolares. La presente disciplina analiza cómo los estímulos sensoriales, como colores y formas, afectan el cerebro humano, fomentando emociones positivas y mejorando la concentración [12]. Además, estudios destacan que los tonos cálidos y vibrantes pueden estimular la creatividad en los niños, mientras que formas curvas generan mayor confort y conexión emocional [13].

Además, la organización espacial adecuada es esencial para un aprendizaje efectivo, especialmente en estudiantes con necesidades específicas. Se enfatiza que dividir ambientes grandes en áreas más pequeñas mejora la autoorganización y reduce la ansiedad [14]. De igual manera, materiales como la madera, generan un ambiente relajado, mientras que materiales más fríos, como el acero, carecen de la calidez necesaria para fomentar el confort [15].

Asimismo, la interacción entre diseño arquitectónico y naturaleza ha demostrado ser beneficiosa. Se argumenta además que integrar los espacios escolares con su entorno natural puede mejorar la percepción de los usuarios y optimizar el diseño pedagógico [14], [16]. Donde las formas y materiales impactan la experiencia [17], [19], mientras que, el espacio y la iluminación [20], [19] favorecen la creatividad y el bienestar [20], [21]. Sumado a ello, un mobiliario adecuado contribuye a reducir el estrés y fortalecer la interacción [22].

A partir de estos hallazgos, surge la siguiente interrogante de investigación: ¿Cuál es la relación entre la Neuroarquitectura y la calidad arquitectónica de los espacios educativos de la I.E. “Cristo Jesús”, Nuevo Chimbote, 2024?

El presente estudio tiene como objetivo general analizar la relación entre la neuroarquitectura y la calidad arquitectónica de los espacios educativos en la I.E. “Cristo Jesús”, Nuevo Chimbote, 2024. Para lograr esto, se plantean como objetivos específicos, encontrar los criterios de la neuroarquitectura presentes en los espacios educativos. Para ello, se inspecciona la calidad arquitectónica de los espacios de la Institución Educativa “Cristo Jesús” en Nuevo Chimbote, Perú, utilizando un enfoque analítico comparativo. Finalmente, se busca encontrar la relación entre la neuroarquitectura y la calidad arquitectónica de los espacios educativos para elaborar una propuesta arquitectónica que incorporen los criterios de la neuroarquitectura.

La justificación del estudio no se limita únicamente a identificar los problemas en las condiciones arquitectónicas de los ambientes de aprendizaje; también ofrece recomendaciones para integrar la neuroarquitectura. Además, se necesita mejorar las condiciones en los espacios educativos para cumplir con normas y satisfacer las necesidades de estudiantes con capacidades especiales, lo que ha llevado elaborar un análisis comparativo y observación en la I.E. “Cristo Jesús” para evaluar estas estrategias de diseño. Por otra parte, el enfoque como el Método Montessori, respalda la preocupación por “ambientes preparados” que estimulan la creatividad y la exploración [23]. De esta forma, el diseño arquitectónico no solo responde a necesidades funcionales, sino que también crea entornos que potencian el desarrollo emocional, cognitivo y social de los estudiantes.

Finalmente, el presente artículo se estructura primero narrando la metodología de trabajo, como los lineamientos y procedimientos llevados a cabo; posteriormente, se describen los resultados de acuerdo a cada objetivo propuesto, mostrando como resultado final una propuesta de implementación de la neuroarquitectura en el objeto de estudio y por último, se detallan las conclusiones, de manera que, se refuerce el diseño de espacios accesibles, funcionales y estimulantes para mejorar el bienestar emocional y cognitivo, contribuyendo a una educación más equitativa.

II. METODOLOGÍA

El estudio adopta un enfoque mixto que combina herramientas cualitativas y cuantitativas [24]. Desde el aspecto cualitativo, se emplean fichas de registro para analizar las características espaciales de los ambientes educativos, complementadas con entrevistas que permiten identificar las principales deficiencias en el diseño y funcionalidad de estos espacios. En cuanto al enfoque cuantitativo [25], se aplica la prueba estadística de chi-cuadrado para determinar si existe una correlación significativa entre los principios de la neuroarquitectura y la calidad arquitectónica de los espacios analizados.

La investigación de alcance correlacional examina la relación entre la Neuroarquitectura y la calidad arquitectónica de los espacios educativos. Se adopta un diseño transversal, ya que se realiza un análisis preciso en un periodo determinado. Además, se emplea una metodología de estudio de casos, analizando diversas instituciones educativas para identificar criterios funcionales que respondan a las necesidades de los alumnos. En particular, las características de las aulas destinadas a estudiantes con condiciones físicas específicas.

Asimismo, se busca integrar los conocimientos de profesionales que interactúan directamente con los espacios, los usuarios y sus necesidades. Para ello, se emplea la entrevista como técnica de investigación, utilizando como instrumento una guía estructurada, tal como se muestra en la tabla I, dirigida a los especialistas de la institución educativa, lo que permite obtener una perspectiva más profunda sobre la calidad arquitectónica y su impacto en el entorno educativo.

TABLA I
PARTICIPANTES DE LAS ENTREVISTAS

Participantes		Especialidad	Años de experiencia
Entrevista	Luz Violeta Espinoza Acosta	Docente	Mas de 10 años
	Yasumi Yasmin De La Cruz Garcia	Psicoterapeuta	5 años de experiencia
	José Luis Mendoza Ramirez	Psicólogo	8 años de experiencia

La investigación se centra en la I.E. “Cristo Jesús”, ubicada en la Calle 31 y Av. Argentina, Urbanización El Pacífico de Nuevo Chimbote, Perú. Seleccionada por su calidad arquitectónica y su enfoque en la atención a estudiantes con discapacidad leve y moderada. Se analizaron dos bloques de aulas con características arquitectónicas distintas: el bloque tipo A, mostrado en la figura 1, con aulas conectadas por un pasadizo; y el bloque tipo B, ilustrado en la figura 2, caracterizado por espacios más abiertos hacia el exterior. Asimismo, se consideró el bloque de salón de terapia física, representado en la figura 3. Se incluyeron aulas de 1° “B”, 2°, 4° “A”, 5° y 6° grado, así como, espacios exteriores como el patio de juegos y la losa deportiva para conocer su impacto en la experiencia educativa.



Fig. 1 Bloque tipo A.



Fig. 2 Bloque tipo B.



Fig. 3 Salón de terapia.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El estudio se enfocó en analizar la relación entre la Neuroarquitectura y la calidad arquitectónica de los espacios educativos. Para ello, se realizó un análisis de casos utilizando fichas comparativas, lo que permitió identificar patrones y evaluar la eficiencia de los espacios. Posteriormente, se registraron las condiciones arquitectónicas del objeto de estudio mediante fichas de observación estructuradas. Además, se llevaron a cabo entrevistas a profesionales de la institución con el fin de comprender las necesidades de los usuarios y su impacto en el entorno construido. Finalmente, se empleó el software SPSS para realizar un análisis estadístico que verificara la relación entre las variables.

A. Criterios de la neuroarquitectura presentes en los espacios educativos.

El análisis de seis casos permitió identificar factores clave para la aplicación efectiva de la neuroarquitectura en instituciones educativas. En la Tabla II se presentan los casos de estudio relevantes que fueron seleccionados por su valor referencial, ya que, aunque algunos tienen más de diez años, destacan por su avanzada representación de los principios neuro arquitectónicos. Entre los casos estudiados, la Escuela de Centralidad Educativa Montecarlo en Medellín mostró el mejor desempeño en el cumplimiento de estas variables, convirtiéndose en un referente ideal. Los criterios fundamentales para optimizar el entorno de aprendizaje incluyen el confort climático (C1), regulando luz, ventilación y temperatura; la sensibilidad espacial (C2), considerando ruido y dimensiones; y el espacio arquitectónico (C3), integrando áreas verdes, colores, texturas y circulación para favorecer una experiencia educativa enriquecedora.

TABLA II
6 CASOS PARA EL ANÁLISIS DE CRITERIOS IMPLEMENTADOS DE LA NEUROARQUITECTURA

	Referentes Nacionales		
	Escuela Chuquibambilla (Perú)	Institución José De San Martín (Perú)	Escuela De Centralidad Educativa Montecarlo (Colombia)
			
Año	2013	2007	2012
Proyectistas	Marta Maccaglia, Paulo Olaya, Bosch Arquitectos	Laboratorio Urbano de Lima	EDU - Empresa de desarrollo Urbano Sostenible
Ubicación	Selva alta, distrito de Pangoa	Lima, Perú	Medellín, Colombia
Área techada	985 m ²	7,656 m ²	1,659 m ²
Área del terreno	4,118 m ²	4,920.53 m ²	5,122 m ²
N° de pisos	2	2	4
Propósito y enfoque	Proveer el impacto social, con enfoque en la comunidad y adaptada a condiciones ambientales y culturales.	Innovar el modelo educativo tradicional con infraestructura flexible y conectada con el entorno.	Crear un ambiente educativo adaptado a los desafíos locales y ambientales, promoviendo aprendizaje interactivo.
Características destacadas	Espacio de encuentro para padres, estudiantes y habitantes; busca ser un refugio comunitario.	Promueve la permeabilidad, conectividad y tecnología; diseño flexible que favorece la conexión con la ciudad.	Integración a la trama urbana; diseño enfocado en “contenedores de conocimiento” para mejorar la experiencia educativa.

Referentes Internacionales			
	Complejo Educacional Rosalind Franklin (Francia)	Westmark Lower School (EE.UU)	St. Mary's Catholic Voluntary Academy (Reino Unido)
			
Año	2015	2024	2023
Proyectistas	Chartier Dalix Architectes	NBBJ Architects	Hawkins/Brown
Ubicación	Ivry, suburbio de París, Francia	Encino, Los Ángeles, California, EE. UU.	Derby, Reino Unido
Área techada	6,000 m²	4,800 m²	2,300 m²
Área del terreno	8,650 m²	8,000 m²	--
Nº de pisos	11	2	1
Propósito y enfoque	Núcleo central de un barrio emergente, integrándose en un plan de expansión de infraestructuras en la red vial.	Renovar y expandir el campus para estudiantes con diferencias de aprendizaje, integrando espacios de aprendizaje flexibles y multisensoriales	Escuela primaria con diseño biofílico y neuroarquitectura para mejorar el bienestar cognitivo y emocional.
Características destacadas	Transformación urbana que conecta un paisaje de gran escala con un entorno local emergente; núcleo en el desarrollo.	Conexión naturaleza-interior, control de estímulos sensoriales, espacios flexibles adaptables a distintos estilos de aprendizaje, tecnología educativa integrada, jardines para la regulación emocional.	Biofilia, iluminación natural, ventilación cruzada, confort acústico, diseño inclusivo y sostenible (cero emisiones netas).

B. Calidad arquitectónica de los espacios educativos de la I.E. “Cristo Jesús”

Mediante observación y fichas de registro, se evaluó el cumplimiento de variables según estándares mínimos. Si bien los pasillos y puertas cumplen en su mayoría con los requisitos de accesibilidad, algunas áreas presentan estrechez que limita la movilidad. La circulación interna es adecuada, pero ciertos accesos exteriores tienen obstáculos. En cuanto a materiales, se han incorporado superficies antideslizantes y señalización táctil, aunque algunas zonas aún carecen de estos elementos esenciales para personas con discapacidad visual. Además, el desgaste de materiales debido a la antigüedad de la institución compromete la seguridad en algunos espacios.

El control de temperatura e iluminación presenta contrastes significativos. Las aulas interiores mantienen una ventilación adecuada y una temperatura óptima de 21°C, mientras que las áreas exteriores carecen de protección climática, afectando el confort. Aunque la iluminación natural es suficiente en las aulas, pasillos y exteriores requieren mejoras en luz natural y artificial para mayor seguridad y comodidad. En cuanto al control acústico, las aulas están protegidas del ruido externo, pero las zonas cercanas a espacios públicos afectan el ambiente de aprendizaje, generando distracciones y reduciendo la concentración.

El uso de colores en los espacios educativos presenta una predominancia de tonos fuertes que dificultan la orientación, especialmente para estudiantes con discapacidades cognitivas. Para mejorar la accesibilidad y la comodidad visual, se recomienda integrar colores contrastantes y tonalidades más

suaves. Asimismo, las áreas verdes carecen de un diseño adecuado que fomente la conexión con la naturaleza, lo que limita su función recreativa. La escasez de vegetación y arborización acentúa esta deficiencia, reduciendo las oportunidades de bienestar y esparcimiento para los estudiantes, como lo muestra la figura 4 ejemplificando esos criterios a los ambientes.



Fig. 4 Criterios por considerar en las cuatro propuestas.

C. Relación entre la neuroarquitectura y la calidad arquitectónica de los espacios educativos en la I.E. “Cristo Jesús” para elaborar una propuesta arquitectónica que incorporen los criterios de la neuroarquitectura

El análisis comparativo entre la Escuela de Centralidad Educativa Montecarlo y la Institución Educativa "Cristo Jesús" revela diferencias significativas en la aplicación de la neuroarquitectura y la calidad arquitectónica. Como se observa en la tabla III, los ambientes fueron divididos para analizar su vinculación con los criterios de la Neuroarquitectura. En primer lugar, en el criterio de Sensibilidad Espacial, la Escuela de Centralidad Educativa Montecarlo presenta dimensiones más amplias y adecuadas, en comparación con la Institución Educativa "Cristo Jesús", que muestra deficiencias en este aspecto.

En cuanto al Control de Ruido, la Escuela de Centralidad Educativa Montecarlo exhibe un mejor control acústico, mientras que la proximidad de la Institución Educativa "Cristo Jesús" a zonas ruidosas afecta negativamente su calidad acústica. Por otra parte, en el tratamiento del confort climático, la Escuela de Centralidad Educativa Montecarlo destaca por su iluminación y ventilación natural, mientras que la Institución Educativa "Cristo Jesús" presenta deficiencias en estos aspectos y carece de una climatización adecuada.

Respecto al criterio de Circulación, la Escuela de Centralidad Educativa Montecarlo ofrece espacios generosos para la circulación y áreas de descanso accesibles, en contraste con la Institución Educativa "Cristo Jesús", que presenta limitaciones en sus áreas externas. Así mismo, en términos de Colores y Texturas, la Escuela de Centralidad Educativa Montecarlo aplica de manera más efectiva los principios de colores contrastantes y texturas para mejorar la orientación y visibilidad, a diferencia de la Institución Educativa "Cristo Jesús".

Finalmente, en lo referente a las áreas verdes, la Escuela de Centralidad Educativa Montecarlo ofrece senderos accesibles y bien diseñados, cumpliendo con las normativas, mientras que la Institución Educativa "Cristo Jesús" tiene áreas verdes con acceso limitado para personas con discapacidad.

Tabla III
TABLA CRUZADA DE CRITERIOS DE LA NEURARQUITECTURA Y LOS AMBIENTES EDUCATIVOS

Tabla cruzada criterios*ambiente								
		AMBIENTE						Total
		4° "A"	5° Grado	6° Grado	1° "B"	2° Grado	Salón de terapia	
CRITERIOS	C1	5	4	3	5	4	5	26
	C2	4	3	2	3	3	4	19
	C3	2	1	1	2	1	1	8
Total		11	8	6	10	8	10	53

Además, se utiliza la prueba chi-cuadrado para comparar el cumplimiento de los criterios, se establece estadísticamente la relación entre dos categorías: neuroarquitectura y calidad arquitectónica. Los resultados de la prueba sugieren que existe una asociación estadísticamente significativa entre los criterios de la neuroarquitectura y los ambientes educativos, ya que el p-valor es menor a 0.05. Esto indica que las diferencias observadas en la distribución de los criterios a través de los diferentes ambientes no son debidas al azar, sino que reflejan una asociación real.

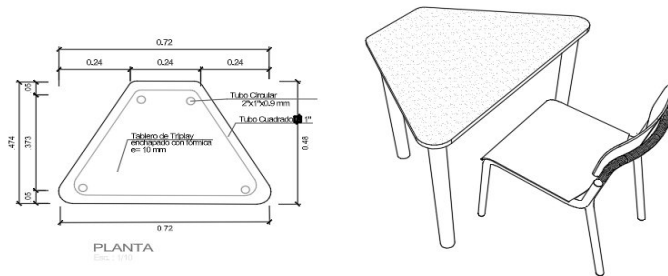
Tabla IV
TABLA DE LA PRUEBA CHI-CUADRADO

	Valor	df	Significación asintótica (bilateral)
Chi-cuadrado de Pearson	20.123	10	0.027
Razón de verosimilitud	18.456	10	0.045
Asociación lineal por lineal	3.567	1	0.059
N de casos válidos	53		

De acuerdo a la tabla IV se evidencia que el valor de chi-cuadrado de Pearson es 20.123 con un p-valor de 0.027. Dado que el p-valor es menor a 0.05, significa que existe una relación estadísticamente significativa entre los criterios evaluados de la neuroarquitectura y los ambientes educativos. Por tanto, se evidencia que la calidad arquitectónica depende de los criterios de la neuroarquitectura aplicados en los espacios educativos.

La propuesta arquitectónica para la institución dirigida a niños con condiciones especiales se enfoca en mejorar la calidad de los espacios y su confort, comodidad y efectividad del aprendizaje. Los objetivos principales incluyen optimizar la accesibilidad a través de la eliminación de barreras físicas, el confort considerando aspectos como la ventilación e iluminación natural y la seguridad priorizando la protección de los niños.

Por ello, se ha diseñado un mobiliario especializado, incorporando un diseño curvo en las esquinas de los muebles, reduciendo riesgos. La Figura 5 ilustra el análisis antropométrico, en el diseño de las sillas de madera, basado en principios ergonómicos, que garantiza comodidad, postura adecuada y bienestar. La altura varía entre 26 cm y 38 cm, ajustándose según la edad y estatura de los niños, asegurando que los pies toquen el suelo y las rodillas formen un ángulo de 90°. La profundidad del asiento es de 25 cm a 30 cm, brindando apoyo sin presión excesiva.



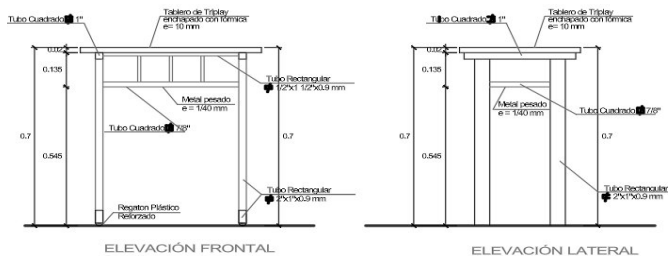


Fig. 5 Diseño de propuesta de mesa escolar

Además, en la Figura 6 se esquematiza la incorporación de paneles acústicos, ubicados estratégicamente. Mientras que en la figura 7 se detallan que están hechos de tablero aglomerado ranurado de 9-15 mm de espesor, con un velo negro interno y acabados en fórmica, madera, corcho, y paneles desmontables con borde tipo machihembrado. Presenta una forma hexagonal que permite un ensamblaje eficiente y modular, garantizando una absorción del sonido uniforme, reduciendo eco y ruido ambiental.

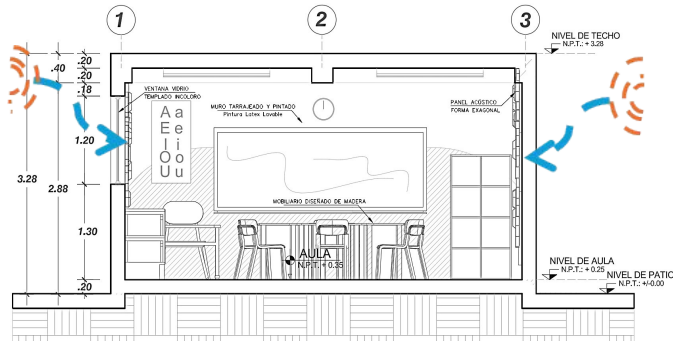


Fig. 6 Propuesta de aula.

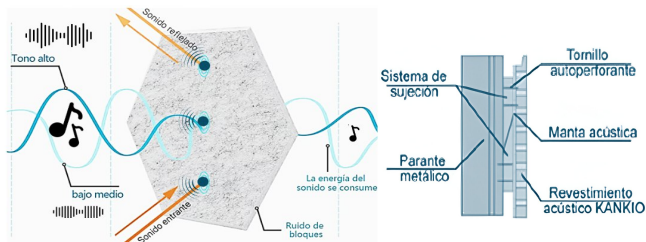


Fig. 7 Propuesta de aula con paneles acústicos.

A continuación, en la figura 8 se muestra la distribución del mobiliario y zonas de estudio en el aula educativa, se han implementado diferentes texturas y tratamientos en el suelo para facilitar la identificación de áreas funcionales. La zona de materiales educativos tiene estantes accesibles y suelo de vinilo o goma; la zona central cuenta con mesas y sillas ergonómicas con suelo antideslizante; y en la parte delantera del aula se encuentra la zona de la exposición de clase dispone de un suelo liso para facilitar la limpieza. Esto beneficia especialmente a los estudiantes al mejorar la orientación y funcionalidad.



Fig. 8 Propuesta de aula educativa.

De acuerdo con la segunda propuesta, se diseñó un aula de terapia física sensorial, como se demuestra en la figura 9, 10 y 11, donde se observa que este espacio está pensado para que los niños con interactúen con su entorno a través de estímulos multisensoriales que incluyen vista, oído, tacto y olfato, promoviendo la experimentación y el desarrollo.



Fig. 9 Propuesta de aula de terapia y sensorial.

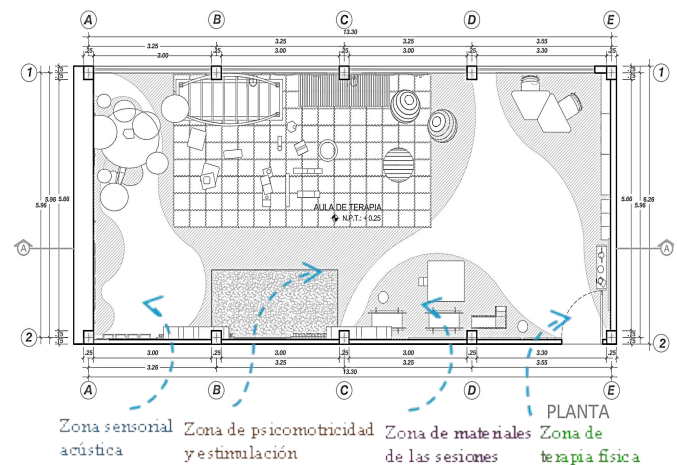


Fig. 10 Propuesta de distribución de aula de terapia física y sensorial.

Asimismo, mediante la propuesta se ha previsto la protección de muros y columnas mediante paneles acolchados. Cada panel de seguridad incluye una trasera rígida unida a una plancha de foam de alta densidad, la cual se encuentra en toda la parte baja de los muros y que se

identifica de un tono celeste, con el objetivo de generar tranquilidad mediante el color propuesto.



Fig. 11 Diseño de aula de terapia física y sensorial.

El aula de terapia física y sensorial destaca por su panel interactivo multisensorial, diseñado para estimular los sentidos y fomentar la exploración de los niños a través de texturas, colores y elementos. Además, como se aprecia en la figura 12, un mobiliario en forma de árbol evoca la naturaleza, promoviendo calma y bienestar mediante diversas texturas y materiales que invitan a la exploración táctil. Las hojas y ramas, de materiales suaves y rugosos, junto con un tronco con diferentes niveles de resistencia, fomentan la interacción física y el desarrollo de la fuerza. Otro elemento clave es un mobiliario diseñado para terapias físicas, que incluye rampas en ambos extremos y una pasarela central para ejercicios de movilidad y equilibrio. Las rampas ofrecen una pendiente adecuada para la práctica segura de subida y bajada, mientras que la pasarela proporciona un espacio elevado para el equilibrio.

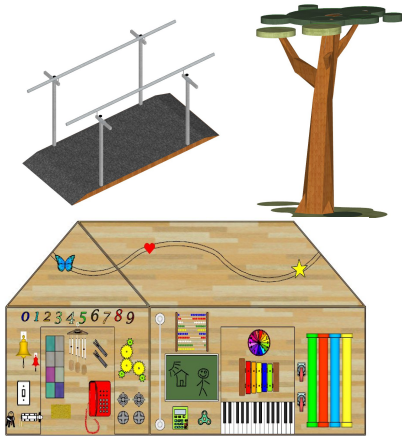


Fig. 12 Mobiliarios del aula de terapia física y sensorial.

La propuesta para los espacios públicos busca contrarrestar la falta de sombra, como lo muestra la figura 13, implementando un área segura y adaptable a diversas actividades. El diseño mejora las graderías e implementa un anfiteatro con gradas de menor tamaño (huella de 40 cm,

divisiones de 20 cm) y una profundidad de 70 cm. Se incorporan espacios específicos para personas con discapacidad física, cumpliendo con la Ley N° 29973. La instalación de asientos adaptados y rampas que conducen a servicios higiénicos optimiza el uso del espacio bajo las graderías.



Fig. 13 Diseño de campo deportivo.

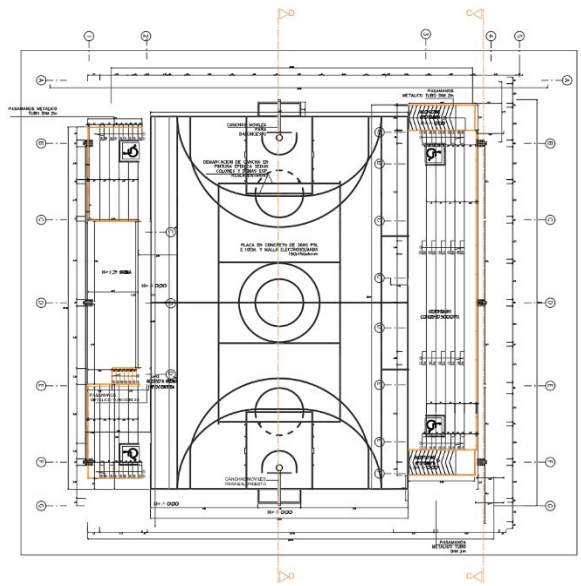


Fig. 14 Plano de diseño de propuesta de campo deportivo

En la figura 14 se muestra un plano de distribución, donde la propuesta incluye la disposición del baño debajo de las gradas, con una altura de 2.50 metros, bajando 0.60 metros. Además, se implementa una rampa de acceso de 1.20 metros, con una pendiente máxima del 12%, para permitir el tránsito seguro de niños y personas con movilidad reducida. Esto cumple con la Ley N° 29973 de Inclusión de Personas con Discapacidad y la Norma A120.

La losa deportiva contará con una cobertura a 2 aguas, diseñada específicamente para proporcionar sombra y protección climática, en la figura 15 se observa cómo se crea un ambiente más confortable para los usuarios durante las actividades al aire libre. Esta estructura no solo servirá para proteger del sol y la lluvia, sino que también permitirá la

circulación del aire, evitando la acumulación de calor y mejorando la ventilación natural. Además, se integrará vegetación en los alrededores de la losa, creando un espacio biofílico que fomente la conexión con la naturaleza. El diseño estructural utilizará un sistema metálico robusto, combinado con tejas galvanizadas, que no solo ofrecen una gran durabilidad y resistencia ante condiciones climáticas adversas, sino que también han sido tratadas para reflejar los rayos solares.

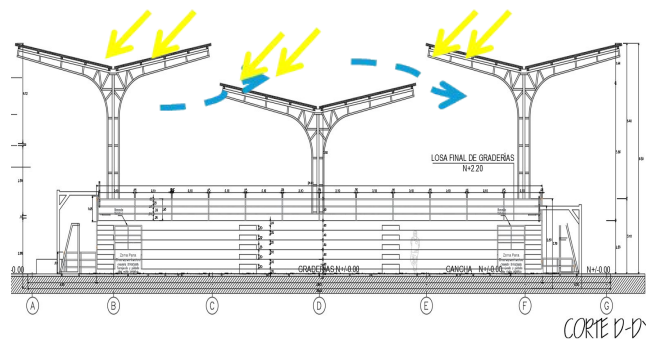


Fig. 15 Sistema de control climático

En la figura 16 se detalla la propuesta establece áreas de juego para niños, incorporando elementos de neuroarquitectura para la estimulación recreativa. Se habilita un nuevo espacio con tratamiento de área verde, utilizando formas y texturas curvadas, así como colores brillantes que mejoran la orientación visual. Además, el tratamiento del suelo incluye montículos de hierba para crear un túnel de juego natural.



Fig. 16 Diseño de implementación de área de juego.

En base a esto, como lo mostrado en la figura 17 se emplearon elementos que muestran la formación de los componentes. El diseño y selección de mobiliario recreativo, como juegos infantiles, columpios y subibajas, son fundamentales para crear espacios de juego seguros, estimulantes y accesibles. Para una experiencia óptima, es esencial considerar aspectos técnicos y de seguridad, como la altura, el material y la estabilidad.

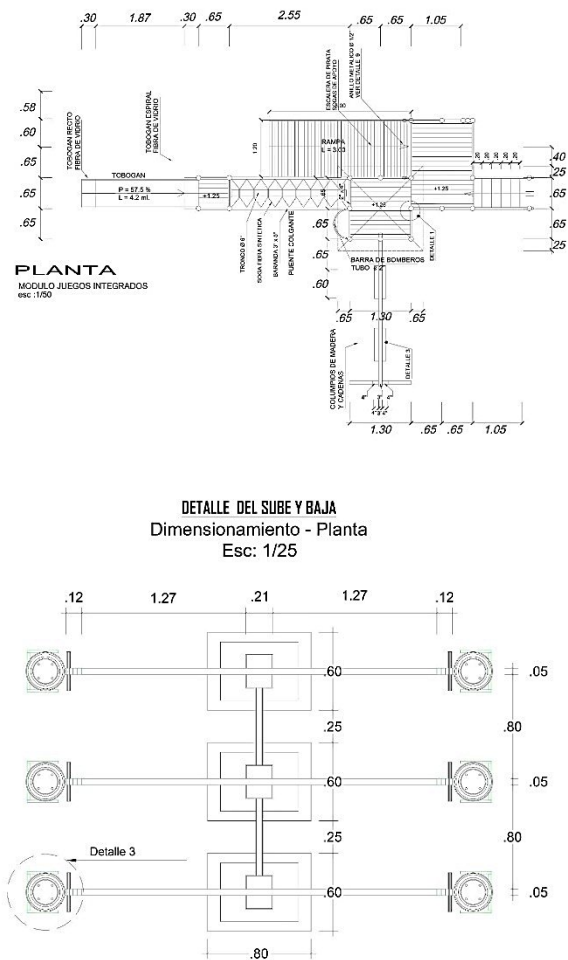


Fig. 17 Diseño de mobiliario.

El análisis de los criterios de neuroarquitectura en espacios educativos destaca tres elementos clave: confort climático, sensibilidad espacial y espacio arquitectónico. Estos factores no solo afectan la percepción del entorno [26], sino que también influyen en la memoria y el aprendizaje, optimizando la atención estudiantil. En la I.E. Federico Barreto se evidenció que la iluminación, el color y la altura de los techos mejoran las condiciones de aprendizaje [27], [28].

En cuanto a la calidad arquitectónica, el caso de la I.E. “Cristo Jesús” reveló deficiencias en la disposición del mobiliario, lo que coincide con los hallazgos [29] en la I.E. 6100 Santa María Reyna. Un análisis comparativo con normativas nacionales e internacionales, respaldado por la prueba chi-cuadrado, mostró que la calidad arquitectónica depende de los criterios de neuroarquitectura, en línea con estudios previos que hablan del beneficio en los estudiantes [30], [31]. Finalmente, se propusieron intervenciones arquitectónicas centradas en la funcionalidad, inclusión y bienestar, incluyendo mobiliario adaptado y nuevos espacios recreativos [32].

IV. CONCLUSIONES

Los principios de la neuroarquitectura aplicados a espacios educativos se centran en tres criterios clave: confort climático, sensibilidad espacial y diseño arquitectónico. La adecuada iluminación natural, ventilación cruzada, control de ruidos, uso de áreas verdes, colores y texturas son elementos fundamentales que favorecen el bienestar emocional y cognitivo, especialmente en entornos inclusivos.

Por otro lado, El análisis realizado en la I.E. “Cristo Jesús” revela deficiencias importantes en accesibilidad, confort térmico y funcionalidad, con un cumplimiento promedio del 40% de los criterios evaluados. Estas deficiencias afectan la experiencia educativa, especialmente en aspectos como señalización accesible, ventilación, iluminación y áreas exteriores no protegidas.

Los resultados estadísticos, con un valor de chi-cuadrado de 20.123 y un p-valor de 0.027, demuestran una relación significativa entre los principios de neuroarquitectura y la calidad de los ambientes educativos. Esto confirma que aplicar dichos principios mejora las condiciones del entorno escolar y promueve el desarrollo integral de los estudiantes.

Frente a ello, se propusieron cuatro soluciones arquitectónicas: implementación de señalización accesible, rediseño de puertas y ventanas, protección de espacios exteriores y mobiliario ergonómico. Además, se planteó el diseño integral de aulas, áreas sensoriales y recreativas que atienden las necesidades específicas de los usuarios y promueven un entorno más inclusivo.

Finalmente, se reconoce la escasez de investigaciones que vinculen directamente neuroarquitectura y calidad arquitectónica en entornos escolares. Se recomienda ampliar los estudios en esta línea, incluyendo comparaciones entre instituciones, modelados espaciales y análisis de impacto en el rendimiento académico, accesibilidad e inclusión.

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a los docentes e institución que, con su apoyo, orientación y recursos, hicieron posible el desarrollo de la presente investigación. Su colaboración fue fundamental para alcanzar los objetivos propuestos.

REFERENCIAS

- [1] C. E. Herrera Camacho, C. A. Torres Acuña, G. L. Oroche Merma, and R. S. Paredes Rodríguez, “EL DERECHO A LA EDUCACIÓN INCLUSIVA,” Informe Defensorial N° 183, 2019.
- [2] Instituto Nacional de Estadística e Informática, Perú: Perfil sociodemográfico. Informe Nacional. Censos Nacionales 2017: XII de Población, VII de Vivienda y III de Comunidades Indígenas, p. 182, 2018.
- [3] Ministerio de Educación, Censo Escolar 2018, 2019.
- [4] Instituto Nacional de Estadística e Informática, Perfil sociodemográfico de la población con discapacidad, p. 67, 2019.
- [5] M. M. B. Toyofuko, “Neuroarquitectura: arquitectura sensorial para personas con discapacidad es arquitectura para todos,” Limaq, pp.

- 1–6, Jan. 2022, doi: 10.26439/LIMAQ2022.N010.5435.
- [6] M. Buffoli, M. Fior, F. Delogu, C. Donato, and E. I. Mosca, “Evaluation Methodology for Inclusive Schools Environments. A Comparative Analysis Towards Goals and Strategies for Urban Design,” *Stud Health Technol Inform*, vol. 297, pp. 597–604, Sep. 2022, doi: 10.3233/SHTI220892
- [7] T. Jebril and Y. Chen, “The architectural strategies of classrooms for intellectually disabled students in primary schools regarding space and environment,” *Ain Shams Engineering Journal*, vol. 12, no. 1, pp. 821–835, Mar. 2021, doi: 10.1016/J.ASEJ.2020.09.005.
- [8] J. A. Álvarez-Barrantes and J. Calua-Torres, “El aula móvil: Espacio educativo alternativo para grupos vulnerables de primera infancia,” *Anales de Investigación en Arquitectura*, vol. 10, no. 1, pp. 89–105, Jan. 2020, doi: 10.18861/ANIA.2020.10.1.2972.
- [9] Sternberg, E. M. (2009). *Healing spaces: The science of place and well-being*. Harvard University Press.
- [10] Edelstein, E. A., & Macagno, E. R. (2012). Neuroscience and architecture: Seeking common ground. *Cell*, 149(2), 246–249. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2012.03.033>
- [11] J. L. Higuera-Trujillo, C. Llinares, y E. Macagno, “El diseño cognitivo- emocional y el estudio del espacio arquitectónico: una revisión de la neuroarquitectura y sus enfoques precursores,” *Sensors*, vol. 21, no. 6, p. 2193, 2021. doi: 10.3390/s21062193.
- [12] S. Abbas et al., “Neuroarchitecture: How the Perception of Our Surroundings Impacts the Brain,” *Biology (Basel)*, vol. 13, no. 4, p. 220, Apr. 2024, doi: 10.3390/biology13040220.
- [13] R. Santisteban de la Fuente, *Diseño de espacios y materiales para el aprendizaje autónomo: intervención en los rincones de trabajo*, 2016.
- [14] M. D. Vásquez Santos, “Los espacios educativos y su relación comunitaria en Quebrada Verde Pachacamac, Lima, Perú: un análisis sobre la calidad,” *Nodo: Arquitectura. Ciudad. Medio Ambiente*, ISSN- e 1909-3888, ISSN 2346-092X, Vol. 16, No. 32, 2022 (Ejemplar dedicado a: Ciudad, planeación urbana y arquitectura en tiempos de crisis), págs. 74-97, vol. 16, no. 32, pp. 74–97, 2022, Accessed: Nov. 29, 2024. [Online]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8690954&info=resumen&idioma=ENG>
- [15] E. Elbaiuomy, I. Hegazy, y S. Sheta, “El impacto de las formas geométricas y los materiales de construcción de los espacios arquitectónicos en las ondas cerebrales y el estado de conciencia de los usuarios,” *Revista Internacional de Tecnologías Bajas en Carbono*, vol. 14, no. 3, pp. 326–334, 2019. doi: 10.1093/ijlct/ctz017.
- [16] B. Gharaei, S. Mohamad Sadegh Hayeri Zadeh, and M. Ghomeishi, “Developing a Neuroarchitecture-based User Centered Design for Elementary Schools in Tehran,” *Ain Shams Engineering Journal*, vol. 15, no. 9, p. 102898, Sep. 2024, doi: 10.1016/J.ASEJ.2024.102898.
- [17] H. Medhat Assem, L. Mohamed Khodeir, and F. Fathy, “Designing for human wellbeing: The integration of neuroarchitecture in design – A systematic review,” *Ain Shams Engineering Journal*, vol. 14, no. 6, p. 102102, Jun. 2023, doi: 10.1016/j.asej.2022.102102.
- [18] Í. Erkan, “Examining wayfinding behaviours in architectural spaces using brain imaging with electroencephalography (EEG),” *Architectural Science Review*, vol. 61, no. 6, pp. 410–428, 2018. doi: 10.1080/00038628.2018.1523129.
- [19] O. Vartanian et al., “El diseño arquitectónico y el cerebro: efectos de la altura del techo y del espacio percibido en los juicios de belleza y las decisiones de aproximación o evitación,” *Journal of Environmental Psychology*, vol. 41, pp. 10–18, 2015. doi: 10.1016/j.jenvp.2014.11.002.
- [20] A. Mostafavi, J. G. Cruz-Garza, y S. Kalantari, “Mejorar el diseño de la iluminación mediante la investigación de la iluminancia y los efectos correlacionados de la temperatura del color en la actividad cerebral: un enfoque EEG-VR,” *Journal of Building Engineering*, vol. 75, art. 106776, 2023. doi: 10.1016/j.jobbe.2023.106776.
- [21] J. L. Higuera-Trujillo, C. Llinares, y E. Macagno, “El diseño cognitivo- emocional y el estudio del espacio arquitectónico: una revisión exploratoria de la neuroarquitectura y sus enfoques

- precusores," *Sensors*, vol. 21, no. 6, p. 2193, 2021. doi: 10.3390/s21062193.
- [22] G. Vecchiato, G. Tieri, A. Jelic, F. De Matteis, A. G. Maglione, y F. Babiloni, "Correlatos electroencefalográficos de la integración sensoriomotora y la corporeización durante la apreciación de entornos arquitectónicos virtuales," *Frontiers in Psychology*, vol. 6, p. 1944, 2015. doi: 10.3389/fpsyg.2015.01944.
- [23] G. Scanavino, "Espacios de aprendizaje: Sistema de objetos aplicado a la arquitectura educativa
- [24] J. W. Creswell, *Diseño de investigación: enfoques cualitativos, cuantitativos y de métodos mixtos*, 2ª ed. Thousand Oaks: Sage Publications, 2003.
- [25] V. D. Sousa, M. Driessnack, and I. A. C. Mendes, "Revisión de diseños de investigación resaltantes para enfermería. Parte 1: diseños de investigación cuantitativa," *Rev Lat Am Enfermagem*, vol. 15, no. 3, pp. 502–507, 2007, doi: 10.1590/S0104-11692007000300022.
- [26] M. Llorens, J. Higuera, C. Omarrementeria, y C. Llinares, "El impacto del diseño de espacios de aprendizaje en la atención y la memoria desde un enfoque neuroarquitectónico: una revisión sistemática," *Fronteras de La Investigación Arquitectónica*, vol. 11, no. 3, pp. 542–560, 2021. doi: 10.1016/j.foar.2021.12.002.
- [27] D. B. Pacco Rojas, *Estrategias de la Neuroarquitectura aplicadas al diseño de la infraestructura educativa en la I.E. Federico Barreto en el distrito de Pocollay*, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Privada de Tacna, Tacna, 2022.
- [28] R. Vidal y C. Avendaño, "Influencia del color del aula en los resultados de aprendizaje en 3º año básico: estudio comparativo en un colegio particular subvencionado en Santiago de Chile," *Revista Educación*, vol. 44, no. 2, pp. 96–119, 2020. doi: 10.15517/REVEDU.V44I2.37283.
- [29] M. D. Vásquez Santos, "Los espacios educativos y su relación comunitaria en Quebrada Verde Pachacamac, Lima, Perú: un análisis sobre la calidad," *Nodo: Arquitectura. Ciudad. Medio Ambiente*, vol. 16, no. 32, pp. 74–97, 2022. [Online]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8690954&info=resumen&idioma=ENG>.
- [30] Trujillo, J. (2018). La importancia de los espacios escolares en la enseñanza. Recuperado de https://riuma.uma.es/xmlui/bitstream/handle/10630/9069/TrujilloBenitez_TFG_Primeria.pdf?sequence=1
- [31] Delgado, M. (2019). El diseño arquitectónico de los espacios escolares y su impacto emocional en los estudiantes. *Revista de Psicología Educativa*, 45(2), 112–129. doi: 10.1016/j.psed.2019.02.003
- [32] F. KOINONIA Santa Ana de Coro Venezuela Tannya Cecilia Vazquez- Vazquez, D. Gabriel Garcia-Herrera, S. Constantino Ochoa-Encalada, J. Carlos Erazo-Álvarez, and T. Cecilia Vazquez-Vazquez, "Estrategias didácticas para trabajar con niños con Trastorno del Espectro Autista (TEA)," *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, ISSN-e 2542- 3088, Vol. 5, No. Extra 1, 2020 (Ejemplar dedicado a: Especial Educación), págs. 589-612, vol. 5, no. 1, pp. 589–612, 2020, doi: 10.35381/r.k.v5i1.799.