



**UNIVERSIDAD SAN GREGORIO DE PORTOVIEJO**

TEMA:

**“Neuroarquitectura y diseño de centros educativos de secundaria. Estrategias para el distrito 17D05 de la ciudad de Quito”**

Autor:

**Arq. Luis Fernando Alejandro Cabrera**

Proyecto de investigación presentado como requisito para la obtención del título de:

**MAGISTER EN ARQUITECTURA MENCIÓN PROYECTOS  
ARQUITECTÓNICOS Y URBANOS**

**TUTOR:** Dra. Daniela Cattaneo

PORTOVIEJO – ECUADOR

Febrero 2023

**HOJA DE APROBACIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN**

“Neuroarquitectura y diseño de centros educativos de secundaria. Estrategias para el distrito 17D05 de la ciudad de Quito”

**Arq. Luis Fernando Alejandro Cabrera**

Dra. Daniela Cattaneo

Directora del Proyecto de Investigación

---

Dra. María Giuseppina Vanga

Miembro del Tribunal

---

Dra. Jimena Paula Cutruneo

Miembro del Tribunal

---

Mg. Arq. David Cobeña Loor

Presidente del Tribunal

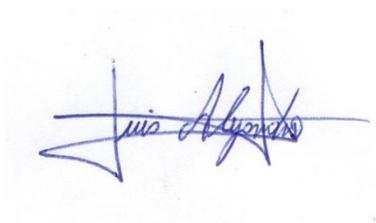
---

Marzo de 2023

Portoviejo - Ecuador

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD Y RESPONSABILIDAD

Yo, Luis Fernando Alejandro Cabrera, autor de este Trabajo de Fin de Maestría declaro bajo juramento que todo el contenido de este documento es auténtico y original. En ese sentido, asumo las responsabilidades correspondientes ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión de la información obtenida en el proceso de investigación, por lo cual, me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad. Al mismo tiempo, concedo los derechos de autoría de este Trabajo de Fin de Maestría, a la Universidad San Gregorio de Portoviejo por ser la institución que me acogió en todo el proceso de formación para poder obtener el título en Maestría en Arquitectura con mención en Proyectos Arquitectónicos y Urbanos de la República del Ecuador.



.....  
Luis Fernando Alejandro Cabrera

Autor

## DEDICATORIA

Dedico este trabajo de tesis primero a Dios por permitirme crecer cada día como persona y como profesional, también a mis hijos Luis David y Paula Carolina, que son la fuente de mi inspiración y quienes me llenan de amor en cada paso que doy.

También a mi esposa, quién cada día me apoya con su infinito amor; así como también a mis padres y hermanos quienes me han brindado su amor y apoyo incondicional en todo este proceso. Gracias por enseñarme a ser perseverante, por creer en mí y por ser mi motor para seguir adelante.

Luis Fernando

## AGRADECIMIENTO

Un especial agradecimiento a mis compañeros y amigos que cada día estaban colaborando a través de consejos y apoyo durante este proceso formativo personal y profesional.

De manera muy especial a mi tutora la Arq. Daniela Cattaneo por su dedicación y tiempo; de igual forma al Arq. David Cobeña y a todos los docentes que formaron parte de esta cohorte de maestría por compartir sus conocimientos con alegría, tenacidad y énfasis; los cuales han marcado profundamente mi vida estudiantil y profesional.

Y por último agradecer a la Universidad San Gregorio de Portoviejo por brindarme la oportunidad de acrecentar mis conocimientos, mis valores y principios y ayudar a ser una mejor persona y profesional.

Luis Fernando

## RESUMEN

En el presente trabajo investigativo se realiza un estudio de las estrategias de neuroarquitectura aplicables en el diseño de centros educativos de secundaria para las instituciones educativas del distrito D05 de la ciudad de Quito.

El estudio del espacio arquitectónico y la influencia que tiene este en el rendimiento académico de los estudiantes es de absoluta relevancia para potenciar la educación de los estudiantes de secundaria, se conoce que las autoridades educativas han buscado y planteado diversas formas de mejorar la calidad educativa y han basado parte de esta búsqueda en la neuroeducación, en este caso de secundaria pero no han puesto el suficiente énfasis en principios que relacionen la neurociencia y la arquitectura; que se conjuga en la neuroarquitectura.

La neuroarquitectura basa su estudio en la influencia que tiene el espacio en las emociones, comportamientos y cognición, es por eso que a través de este trabajo se busca mostrar si las condiciones del espacio arquitectónico están influyendo en el rendimiento de los estudiantes, además se intenta establecer cuáles son las características de los establecimientos fiscales y si están acordes a las nuevas metodologías de educación, esto se lo realiza a través de investigación bibliográfica e investigación de campo que permita obtener las conclusiones propias para este caso de la educación secundaria en los establecimiento educativos de la ciudad de Quito.

**Palabras clave:** neuroarquitectura, educación, secundaria, neuroeducación

## ABSTRACT

In the present investigative work, a study of the neuroarchitecture strategies applicable in the design of secondary educational centers for educational institutions of the D05 district of the city of Quito is carried out.

The study of the architectural space and the influence that it has on the academic performance of the students is of absolute relevance to promote the education of secondary school students, it is known that the educational authorities have sought and proposed various ways to improve the educational quality and They have based part of this search on neuroeducation, in this case secondary education, but they have not placed enough emphasis on principles that relate neuroscience and architecture; that is conjugated in the neuroarchitecture.

Neuroarchitecture bases its study on the influence that space has on emotions, behaviors and cognition, that is why through this work it is sought to show if the conditions of the architectural space are influencing the performance of students, in addition it tries to establish what are the characteristics of the fiscal establishments and if they are in accordance with the new education methodologies, this is done through bibliographic research and field research that allows obtaining the own conclusions for this case of secondary education in educational establishments from the city of Quito.

**Key words:** neuroarchitecture, education, secondary, neuroeducation

**INDICE**

Declaración De Autenticidad Y Responsabilidad.....	2
Dedicatoria.....	3
Agradecimiento.....	4
Resumen.....	5
Abstract.....	6
Indice.....	7
Indice De Figuras.....	8
Introducción.....	13
Problemática.....	15
Justificación.....	19
Revisión De Literatura.....	25
Metodología.....	91
Análisis.....	94
Resultados.....	121
Propuesta.....	129
Discusión.....	133
Conclusiones.....	134
Recomendaciones.....	135
Anexos.....	144

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Cobertura del Distrito 17D05</i> .....	18
<b>Figura 2</b> <i>Edificaciones Comerciales, Residenciales y educativas en el sector 17D05.</i> ..	18
<b>Figura 3</b> <i>Establecimientos de secundaria del Distrito 17D05</i> .....	21
<b>Figura 4</b> <i>Neurociencia</i> .....	26
<b>Figura 5</b> <i>Proceso del aprendizaje efectivo</i> .....	28
<b>Figura 6</b> <i>Principios orientadores de la neuroeducación</i> .....	31
<b>Figura 7</b> <i>El cerebro humano</i> .....	32
<b>Figura 8</b> <i>Estructura de trabajo basado en proyectos</i> .....	42
<b>Figura 9</b> <i>Normas técnicas para diseño de ambientes educativos</i> .....	45
<b>Figura 10</b> <i>Normas técnicas para diseño de ambientes educativos</i> .....	46
<b>Figura 11</b> <i>El Panóptico</i> .....	50
<b>Figura 12</b> <i>El Instituto Salk de Estudios Biológicos</i> .....	51
<b>Figura 13</b> <i>Sentidos que estimula la neuroarquitectura</i> .....	54
<b>Figura 14</b> <i>Principios básicos de la neuroarquitectura según Fred H. Gage y Peter Eriksson</i> .....	¡Error! Marcador no definido.
<b>Figura 15</b> <i>Iluminación de espacios</i> .....	55
<b>Figura 16</b> <i>Indicadores de iluminación en espacios</i> .....	56
<b>Figura 17</b> <i>Niveles de iluminación en oficinas y espacios de trabajo</i> .....	56
<b>Figura 18</b> <i>Acústica en la neuroarquitectura</i> .....	58
<b>Figura 19</b> <i>Ventilación en la neuroarquitectura</i> .....	62
<b>Figura 20</b> <i>Espacios verdes</i> .....	65
<b>Figura 21</b> <i>El color en la neuroarquitectura</i> .....	69
<b>Figura 22</b> <i>Texturas en la neuroarquitectura</i> .....	71

<b>Figura 23</b> <i>Instituto Salk de Estudios Biológicos</i> .....	80
<b>Figura 24</b> <i>Análisis Instituto Salk de Estudios Biológicos</i> .....	81
<b>Figura 25</b> <i>Análisis Instituto Salk de Estudios Biológicos</i> .....	82
<b>Figura 26</b> <i>Análisis Instituto Salk de Estudios Biológicos</i> .....	83
<b>Figura 27</b> <i>Escuela Desa Mahkota</i> .....	84
<b>Figura 28</b> <i>Análisis Escuela Desa Mahkota</i> .....	85
<b>Figura 29</b> <i>Análisis Escuela Desa Mahkota</i> .....	86
<b>Figura 30</b> <i>Escuela Birralee</i> .....	87
<b>Figura 31</b> <i>Planos Escuela Birralee</i> .....	88
<b>Figura 32</b> <i>Análisis Escuela Birralee</i> .....	89
<b>Figura 33</b> <i>Foto aérea de la ciudad de Quito</i> .....	95
<b>Figura 34</b> <i>Distritos Quito Norte</i> .....	96
<b>Figura 35</b> <i>Cobertura del Distrito 17D05</i> .....	96
<b>Figura 36</b> <i>Orfeta educativa y número de alumnos</i> .....	98
<b>Figura 37</b> <i>Ubicación de Instituciones educativas de secundaria seleccionadas</i> .....	100
<b>Figura 38</b> <i>Unidad Fiscal Los Shyris</i> .....	101
<b>Figura 39</b> <i>Plano Los Shyris</i> .....	102
<b>Figura 40</b> <i>Unidad José María Velasco Ibarra</i> .....	103
<b>Figura 41</b> <i>Plano J.M.V.I.</i> .....	104
<b>Figura 42</b> <i>Unidad educativa Guayaquil</i> .....	105
<b>Figura 43</b> <i>Planos Unidad Educativa Guayaquil</i> .....	106
<b>Figura 44</b> <i>Unidad Educativa 24 de Mayo</i> .....	107
<b>Figura 45</b> <i>Unidad Educativa 24 de Mayo</i> .....	108

<b>Figura 46</b> <i>Aula Tipo</i> .....	109
<b>Figura 47</b> <i>Aula tipo</i> .....	110
<b>Figura 48</b> <i>Bloque de aulas tipo</i> .....	111
<b>Figura 49</b> <i>Análisis de aulas seleccionadas</i> .....	112
<b>Figura 50</b> <i>Rendimiento por aula</i> .....	122
<b>Figura 51</b> <i>Análisis iluminación</i> .....	124
<b>Figura 52</b> <i>Análisis ruido</i> .....	125
<b>Figura 53</b> <i>Análisis ventilación</i> .....	125
<b>Figura 54</b> <i>Análisis por temperatura</i> .....	126
<b>Figura 55</b> <i>Trabajo de campo</i> .....	144
<b>Figura 56</b> <i>Relevamiento de información</i> .....	144

## INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Partes del cerebro que intervienen en el aprendizaje</i> .....	33
<b>Tabla 2</b> <i>Etapas de cómo aprenden las personas</i> .....	35
<b>Tabla 3</b> <i>Principios de la Neuroarquitectura</i> .....	53
<b>Tabla 4</b> <i>Tipos de iluminación en la neuroarquitectura</i> .....	57
<b>Tabla 5</b> <i>Límite de ruido permisible de acuerdo a usos de suelo</i> .....	60
<b>Tabla 6</b> <i>Materiales acústicos para la neuroarquitectura</i> .....	61
<b>Tabla 7</b> <i>Tipos de ventilación para la neuroarquitectura</i> .....	64
<b>Tabla 8</b> <i>Beneficios de los espacios verdes</i> .....	66
<b>Tabla 9</b> <i>Aroma de vegetación y sensaciones</i> .....	67
<b>Tabla 10</b> <i>Clasificación de las texturas</i> .....	72
<b>Tabla 11</b> <i>Percepción de las figuras poligonales</i> .....	73
<b>Tabla 12</b> <i>Percepción de las figuras no poligonales</i> .....	74
<b>Tabla 13</b> <i>Percepción de los volúmenes</i> .....	75
<b>Tabla 14</b> <i>Referentes de la neuroarquitectura</i> .....	76
<b>Tabla 15</b> <i>Características de la ciudad de Quito</i> .....	95
<b>Tabla 16</b> <i>Instituciones educativas de secundaria del distrito D05 de la ciudad de Quito</i> .....	97
<b>Tabla 17</b> <i>Tamaño de muestra</i> .....	99
<b>Tabla 18</b> <i>Datos Unidad Educativa Fiscal Los Shyris</i> .....	101
<b>Tabla 19</b> <i>Datos Unidad Educativa José María Velasco Ibarra</i> .....	103
<b>Tabla 20</b> <i>Dato Unidad Educativa Fiscal Guayaquil</i> .....	105
<b>Tabla 21</b> <i>Datos Unidad Educativa Fiscal 24 de Mayo</i> .....	107
<b>Tabla 22</b> <i>Aula tipo</i> .....	110

<b>Tabla 23</b> <i>Ficha aula 01</i> .....	114
<b>Tabla 24</b> <i>Ficha aula 02</i> .....	115
<b>Tabla 25</b> <i>Ficha aula 03</i> .....	116
<b>Tabla 26</b> <i>Ficha aula 04</i> .....	117
<b>Tabla 27</b> <i>Ficha aula 05</i> .....	118
<b>Tabla 28</b> <i>Ficha aula 06</i> .....	119
<b>Tabla 29</b> <i>Ficha aula 07</i> .....	120
<b>Tabla 30</b> <i>Análisis de rendimiento por aulas</i> .....	121
<b>Tabla 31</b> <i>Análisis de rendimiento por aulas</i> .....	121
<b>Tabla 32</b> <i>Análisis de rendimiento por curso</i> .....	123
<b>Tabla 33</b> <i>Análisis de iluminación por aula</i> .....	124
<b>Tabla 34</b> <i>Análisis de ruido por aula</i> .....	124
<b>Tabla 35</b> <i>Análisis de ventilación de aula</i> .....	125
<b>Tabla 36</b> <i>Análisis de temperatura por aula</i> .....	126
<b>Tabla 37</b> <i>Análisis de vegetación junto al aula</i> .....	126
<b>Tabla 38</b> <i>Análisis de área por aula</i> .....	127

## INTRODUCCIÓN

La educación siempre ha tenido una gran influencia en el desarrollo de la sociedad y a su vez tiene un vínculo estrecho con los espacios educativos, pero que con el pasar del tiempo ha ido evolucionado y buscando nuevas formas de mejorar el desempeño del rendimiento de los estudiantes, es así que ha utilizado nuevas herramientas como la neurociencia y en este caso la neuroarquitectura, que se ha convertido en una nueva forma o metodología de brindar mayores oportunidades a los estudiantes de aprender y comprender cada una de las asignaturas que comprenden su malla curricular.

La neuroarquitectura es una rama de la arquitectura y de la neurociencia que ha sido aplicada en los diseños de los espacios arquitectónicos desde tiempos antiguos, pero que como concepto es relativamente nuevo; y en este concepto pretende la educación apoyarse para plantear nuevos métodos pedagógicos para potenciar el aprendizaje y el rendimiento académico en los estudiantes de los diferentes niveles educativos.

Se vuelve de vital importancia el estudio de la neuroarquitectura en los espacios educativos, porque a través de los mismo se puede investigar, analizar y discutir que influencia tienen en el comportamiento y aprendizaje de las personas de secundaria. Pero porqué de secundaria; y esto se debe a que es una etapa de cambio en el ser humano; pero no cualquier tipo de cambio, sino que es el proceso de convertirse de niño a adulto, en el cual están aprendiendo no solo las materias de su malla curricular, sino que también sus valores y costumbres para convertirse en una persona de bien y útil a la sociedad.

En la ciudad de Quito, capital del Ecuador se desarrollan y conviven adolescentes de diferentes nacionalidades y etnias, que posee infraestructura educativa tanto antigua como

moderna, además que es un perfecto escenario para realizar el estudio de la influencia de los espacios arquitectónicos en el aprendizaje y rendimiento académico de los adolescentes.

Y uno de estos sitios preponderantes es el distrito D05 de educación, ubicado en el centro norte de la Ciudad de Quito, el cual está compuesto por infraestructura arquitectónica residencial, comercial e institucional de diferentes épocas pero que ha ido buscando la forma de evolucionar como por ejemplo aplicando principios de la neuroarquitectura en sus edificaciones y que están a la par del momento histórico de la sociedad, pero que la infraestructura educativa en poca medida a evolucionado en relación a este tema, y cuyas edificaciones están poco abordadas en cuanto al diseño de sus espacios con estos principios, por lo cual se busca mediante el presente trabajo saber si estos principios de neuroarquitectura permiten mejorar la calidad o el rendimiento educativo en este sector del país.

Con este fin se realiza una investigación bibliográfica y de campo para establecer estrategias de la neuroarquitectura que posibiliten el aumento en el rendimiento académico para los adolescentes de secundaria.

## PROBLEMÁTICA

Nos encontramos en una era en el que el conocimiento ocupa un sitio preponderante en la sociedad, en la cual la educación y la ciencia tienen incidencia directa en el desarrollo de las personas. Es así que la educación ha ido evolucionando con el transcurso del tiempo y actualmente tanto las metodologías de enseñanza, como los medios tecnológicos han permitido dicha evolución educativa. Sin embargo los establecimientos en los que se imparte la educación no han evolucionado de igual manera, muestra de ello es que las edificaciones, en nuestro caso públicas, con las que se cuenta en el medio latinoamericano no son las acordes a las metodologías actuales; probablemente porque han sido diseñadas bajo otras políticas gubernamentales y para metodología de enseñanza de otras épocas. Tomando en consideración lo mencionado por Granja (2010), en la actualidad, al observar las grandes dimensiones de los colegios públicos que fueron construidos durante la segunda mitad del S.XX, por lo tanto, se interpreta que se proyectaron para una escala de metrópoli, para atender a una población grande perteneciente a diferentes. En su diseño se aprecia que el responder a una política de gobierno prevalece por sobre la atención al currículo propio de educación. Esto se hace más evidente al pensar en ese edificio en relación con las metodologías de educación actuales.

Para nombre Bosch (2019) la gran parte de escuelas están basadas en un modelo antiguo, cuyo espacio educativo se conforma de aulas y pasillos en hileras, esto provoca interacción unidireccional y un aprendizaje pasivo. En sí entonces podemos relacionar que los modelos arquitectónicos de las instituciones educativas no han evolucionado y se han seguido replicando lógicas tradicionales de ocupación de los espacios. No obstante, en materia de educación han ido surgiendo alternativas a los modelos educativos tradicionales en cuyo contexto han ido surgiendo

nuevas metodologías de enseñanza. Se evidencia la creación de nuevas formas como la educación emocional, así como la neuroeducación; estos son aspectos escasamente abordados al momento de realizar los diseños arquitectónicos para las instituciones educativas.

En el Ecuador la educación es un servicio público que debe cumplir estándares de servicio social, apoyo, inclusión y equidad de acuerdo al Ministerio de Educación (MINEDUC, 2022). Para atender estas condiciones los sitios para la educación deben ser propicios para el desarrollo de las mismas y estar acorde a las nuevas metodologías de enseñanza-aprendizaje, lo cual no se evidencia actualmente. Como lo menciona nombre Vélez (2020), para alcanzar una aceptable calidad educativa la edificación escolar no es suficiente. En el país muchas escuelas tienen estructuras disfuncionales acorde con su cultura institucional, relacionada con la historia y con su matriz postcolonial, se debe considerar además que el Estado ejerce continuamente un rol principal en el desarrollo de infraestructuras institucionales.

Otro aspecto importante que no se está referenciando a nivel educativo es la relación naciente de la arquitectura educativa con las nuevas ciencias o la neurociencia, Temas como el efecto del color, identificado ya en la Bauhaus como esencial para la estimulación de los sentidos, o la arquitectura emocional descrita en el manifiesto de Matthias Goeritz, nos alertan sobre algunas de estas preocupaciones.

¿En las instituciones educativas fiscales de Ecuador? Grinberg & Villagrán (2021) señalan que no se ha tenido en cuenta a profundidad aspectos como la acústica, la integración con la naturaleza, los espacios lúdicos, personales, por lo que con el transcurso del tiempo estas han ido quedando obsoletas a las nuevas tecnologías y formas de educar. Dentro de este campo podemos denotar que no se han utilizado herramientas acordes para mejorar los estándares espaciales, aplicando cualidades arquitectónicas que permitan estimular al usuario con la

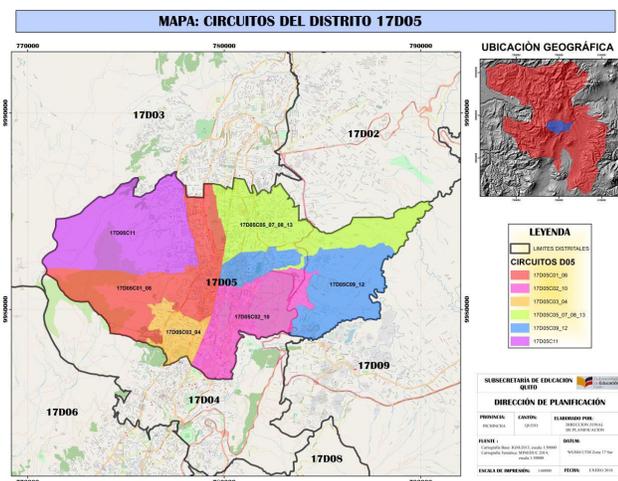
finalidad de potenciar sus habilidades cognitivas. En este sentido Torres (2016) indica que la infraestructura educativa en el Ecuador debe ir adaptándose a los nuevos cambios. Por lo tanto, podríamos identificar que el problema que presentan las edificaciones educativas en el Ecuador es que no poseen soluciones arquitectónicas acordes al momento educativo, y en esta clave interesa hacer la vinculación con los abordajes desde la Neuroarquitectura como modo posible de pensar el diseño en relación a las nuevas metodologías de educación.

Tenemos que indicar que la infraestructura en el Ecuador, y en nuestro caso Quito, presenta diversos problemas tanto en diseño, construcción y uso de las mismas, puesto que ya no están acorde a los nuevos requerimientos metodológicos para la enseñanza, debido a que han sido construidas para una determinada metodología y a su vez también existe una paulatina decadencia de las mismas. Por ejemplo el Distrito 17D05 figura con estos problemas en la mayor parte de sus establecimientos, de acuerdo al Proyecto Educativo de Nueva Infraestructura 2017, que es el último propuesto por las autoridades gubernamentales.

Otro problema que se evidencia claramente es el progreso frecuente que muestran las edificaciones en el sector centro-norte de la ciudad de Quito, específicamente en el Distrito 17D05, si nos referimos en cuanto a las disposiciones de las edificaciones educativas. Aquí se observa los nuevos edificios dotados de diseños acordes a las nuevas tendencias de uso, tecnológicas y constructivas, con respecto a las edificaciones educativas estatales, las cuales no cuentan con ningún de este tipo de aspectos de diseño, construcción y equipamiento tecnológico. Existe aquí una clara disyuntiva, puesto que únicamente existe progreso para las edificaciones administrativas y comerciales, pero en las educativas se sigue trabajando con edificios antiguos, en cierta medida obsoletos y no acordes al momento educativo y tecnológico moderno.

**Figura 1**

*Cobertura del Distrito 17D05*



**Nota:** Parroquias que componen el Distrito 17D05 de Educación de Quito. Tomada de *Informe de Rendición de Cuentas*. Elaborado por Unidad Distrital de Planificación 17D05, 2017

**Figura 2**

*Edificaciones Comerciales, Residenciales y educativas en el sector 17D05*



**Nota:** Edificaciones Quito. Tomada de *Ente Urbano* . 2022

## JUSTIFICACIÓN

A través del análisis, estudio e indagación de la forma de desarrollo de los estudiantes de secundaria en el distrito 17D05 de la ciudad de Quito, Ecuador, actualmente se identifica que los mismos no cuentan con opciones suficientes y necesarias para su desenvolvimiento óptimo en los establecimientos para educación. Por ello la presente investigación se encuentra enfocada en la búsqueda de dar algunos tipos de solución en lo correspondiente a la forma desarrollo de los espacios de estudio para secundaria. Se busca plantear escenarios que propicien aprendizajes, habiliten las capacidades y brinden unas mayores condiciones de confort para que el proceso de aprendizaje sea mayor.

Para ello se realiza un estudio y análisis tanto de sus formas de comportamiento social, físico y psicológico en el espacio educativo, con el objetivo de determinar parámetros que faciliten establecer las necesidades de estos y buscar estrategias que permitan satisfacer dichas necesidades.

Por su parte la presente investigación se basa en el desarrollo cognitivos de las personas, buscando potenciar la utilización de los sentidos y el desarrollo de las percepciones que, conjugados con aspectos psicológicos y sociales, nos permitan avanzar en tipos de estrategias - como por ejemplo formas y materiales- esenciales para el acrecentamiento de sus potencialidades cognitivas y receptoras. El presente trabajo tiene como fin avanzar en cómo a través del diseño se pueden desarrollar nuevas formas de recepción cognitiva y de aprendizaje

La educación está relacionada directamente con la arquitectura y la pedagogía, como lo menciona Verónica Toranzo (2009). Se puede decir que la Pedagogía en conjunción con la Arquitectura crean espacios donde se da la educación. Y agrega más adelante: “La manera de

pensar las paredes de una escuela habla del concepto de educación que tiene esa sociedad”. Los dos pensamientos que tienen una claridad y una importancia decisivas. De esta manera se hace necesario generar espacios que se usen de acuerdo a las nuevas necesidades educativas, como lo indica María Teresa Unzurranzaga (2000), el resultado inicial arquitectónico, es que se hace necesario tener espacios para diversos usos, que se adapten a las nuevas tendencias educativas. Que sean flexibles y perduren con el tiempo. Esta adaptabilidad debe ser un aspecto relevante al momento del diseño del edificio.

Paralelamente, en la actualidad la educación emocional se ha convertido en uno de los grandes desafíos de la escuela del siglo XXI, ya que esta debe educar a los estudiantes tanto en lo académico como en lo emocional. Siguiendo a nombre Yépez (2022), la educación emocional tiene sus orígenes en las diferentes teorías de inteligencia emocional. En este sentido nombre Montiel (2017) destaca la intervención de la neuroarquitectura. La transformación de la educación es un proceso complejo, en el que intervienen múltiples factores, entre ellos, la importancia del diseño de espacios y del entorno de aprendizaje juega un papel primordial ya que el diseño es participe en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Es en esta clave que la neurociencia aconseja la creación de espacios más efectivos para estimular al ser humano y lo induzcan al aprendizaje.

Por otra parte, en nuestro país se vuelve necesario la identificación de estrategias posibles para hacer uso en las instituciones educativas. Este trabajo se enfoca en instituciones educativas de secundaria debido a que, siguiendo a nombre Aznar (2020), la educación secundaria es fundamental para el desarrollo de las personas, puesto que es la etapa de transición de niño a la adultez, en el cual debe absorber la mayor cantidad de conocimientos y habilidades útiles para su

desarrollo personal, por lo cual se hace necesario que el espacio en el cual se da esta educación estimule el aprendizaje y sea propicio para que estos aprendizajes sean duraderos o permanentes.

Debido a lo antes mencionado se han tomado como caso de estudio las instituciones educativas del Distrito 17D05 de la ciudad de Quito. De acuerdo a información emitida por el Ministerio de Educación es el Distrito que posee el mayor número de estudiantes, es decir el punto central con respecto al número de alumnos, así como de los diferentes estratos socio económicos. Se toma en cuenta que el sector es el referente como centro de crecimiento de la capital, puesto que en este sitio se están emplazando y construyendo las edificaciones residenciales y comerciales actuales, así como también los nuevos edificios gubernamentales que poseen las mejoras constructivas, de diseño y tecnológico están ubicados en este sector. Se efectúa un relevamiento para poner en relación variables de diseño y construcción de los mismos con los fundamentos de la neuroarquitectura tales como uso de recursos vegetales, la interacción de la luz, el aprovechamiento acústico.

### Figura 3

*Establecimientos de secundaria del Distrito 17D05*



*Nota:* Estado actual de las edificaciones educativas secundarias típica del Distrito 17D05.

Tomada por *Luis Fernando Alejandro Cabrera*.

Por los atenuantes mencionados se puede indicar que es relevante la realización de un estudio y establecimiento de estrategias aplicables para el diseño de las instituciones educativas secundarias, que se encuentre en concordancia con las nuevas metodologías de enseñanza y de diseño arquitectónico.

Por medio de lo expuesto se tiene la intención de proporcionar una manera de analizar cada uno de los espacios educativos y plantear una posible estrategia de solución arquitectónica para un mejor desenvolvimiento de los estudiantes de secundaria, a partir de preconceptos de Neuroarquitectura, educación y neuroeducación al igual que al realizar análisis a espacios arquitectónicos educativos ya existentes y soluciones ya planteadas.

## Objetivos

### ✓ General

- Determinar el grado de aporte de las estrategias inherentes a la neuroarquitectura en el diseño de centros educativos de secundaria del Distrito 17D05 Norte de la ciudad de Quito en su vinculación con en el rendimiento académico, mediante un análisis comparativo de la tipología de infraestructura en la que los estudiantes reciben sus clases; para identificar las características de los espacios que propician un buen entorno de aprendizaje.

### ✓ Específicos

- Identificar y analizar comparativamente las tipologías de edificación de educación secundaria fiscal del distrito 17D05 Norte de la ciudad de Quito y su relación con el rendimiento académico de estudiantes de secundaria.
- Identificar las estrategias empleadas a partir de los conceptos contemporáneos de neuroeducación y neuroarquitectura y sus grados de vinculación con proyectos actuales y canónicos de arquitectura escolar.
- Ponderar que estrategias de neuroarquitectura podrían aplicarse en la intervención a través del diseño en edificaciones educativas fiscales del distrito 17D05 de la ciudad de Quito

## **Hipótesis**

- ✓ El atender a las estrategias de diseño e intervención de centros educativos fiscales del Distrito 17D05 Norte de la Ciudad de Quito por medio de parámetros de la neuroarquitectura, atendiendo a estrategias en torno a iluminación, ventilación, contacto con el espacio verde, diseño de mobiliario, estimula los sentidos y potencia el aprendizaje de los estudiantes.

**REVISIÓN DE LITERATURA**

**NEUROCIENCIA Y EDUCACIÓN**

*“solo se puede aprender aquello que se ama”*

*Francisco Mora*

## 1.1 Neurociencia

### Figura 4

#### *Neurociencia*



*Nota:* Neurociencia. Adaptada de Arquitectura y Neurociencia de Dobarro S. 2021.

(<https://saradobarro.com/arquitectura-y-neurociencia-para-el-bienestar/>). © 2021 Sara Dobarro.

En la presente investigación iniciamos el estudio con el tema de Neurociencia, puesto que es el punto general de lo que es referente a Neuroarquitectura, así como también de Neuroeducación; que son los ejes principales en lo cual nos enfocaremos para lo cual se parte de concepto de neurociencia.

Es así que, la neurociencia es una disciplina científica, la cual abarca múltiples áreas del conocimiento sobre el sistema nervioso; existen diversas concepciones de Neurociencia, las cuales están relacionadas a diversos filósofos como Hipócrates (460-370 A.C.), el cual menciona que “los hombres deben saber que, del cerebro vienen las alegrías, el placer, la risa. Así además el dolor, y el sufrimiento, y a través de este se adquiere sabiduría y a la par conocimiento”.

(TEACH, 2023).

La neurociencia comprende una amplia gama de interrogantes acerca de cómo se organizan los sistemas nerviosos y cómo funcionan para genera la conducta. (Purves, y otros, 2010).

En sí, la neurociencia es el eje central y punto de partida para la investigación del sistema nervioso y como podría afectarse el mismo, modificando las formas de actuar, retener información y comprender de las personas.

## **1.2 Neuroeducación**

La neuroeducación es una rama de la neurociencia encargada del estudio del funcionamiento del cerebro con la relación al proceso de enseñanza-aprendizaje: es decir que, analiza como se desarrolla el cerebro y como reacciona a los estímulos, para que se puedan convertir en conocimientos. Y este proceso está basado en la relación de la emoción y la motivación para un buen aprendizaje. (Educación3.0, 2021).

La neuroeducación está enfocada en el aprendizaje de la persona, para Francisco Mora, el cerebro sólo aprende si hay emoción, debido a esto el aula o el recinto educativo se puede transformar de tal manera que se permita abordar la clases de forma diferente a lo habitual hasta el momento.

Entonces se puede indicar que la neuroeducación es la relación de la neurociencia y la educación, cuyo estudio se enfoca en el sistema nervioso, pero principalmente en el cerebro, debido a que es en esta parte del ser humano en donde se forjan o inician la emociones, sensaciones y el aprendizaje.

En sí la neurociencia y la educación están basados en conexiones o puentes, así lo indica Bridge “Si no podemos construir el puente entre la neurociencia y la educación, se debería enfocar en la estructura del cerebro que trabaja en la función cognitiva. Estas dos son la praxis educativa con su relación a la psicología cognitiva y, la otra la ciencia que estudia el desarrollo cerebral. (Bruer, 2016).

La emoción es la que conduce al aprendizaje, y se debe realizar por medio de la atención, pero se induce que la atención no es algo que se obliga al estudiante, sino que esta debe nacer del propio estudiante; nos referimos entonces que tanto la persona que enseña, la didáctica y en nuestro caso el espacio debe ser propicio o tener condiciones que induzcan al estudiante atender y transmitir un determinado mensaje pero de forma distendida, además que este mensaje se transforme en un aprendizaje. (Mora, 2016)

### Figura 5

*Proceso del aprendizaje efectivo*



*Nota:* Neuroeducación. Tomado de Entrevista Neuroeducación de Francisco Mora, 2016. Elaborado por: Luis Alejandro 2023.

Las investigaciones de la neurociencia han puesto de manifiesto el saber cómo el cerebro, aprende, recuerda y olvida; tiene como finalidad comprender que mecanismos regulan el control de las reacciones nerviosas y su comportamiento; a través de estas se ha descubierto que la curiosidad y también la emoción permiten adquirir conocimientos nuevos. (Rojas, 2019)

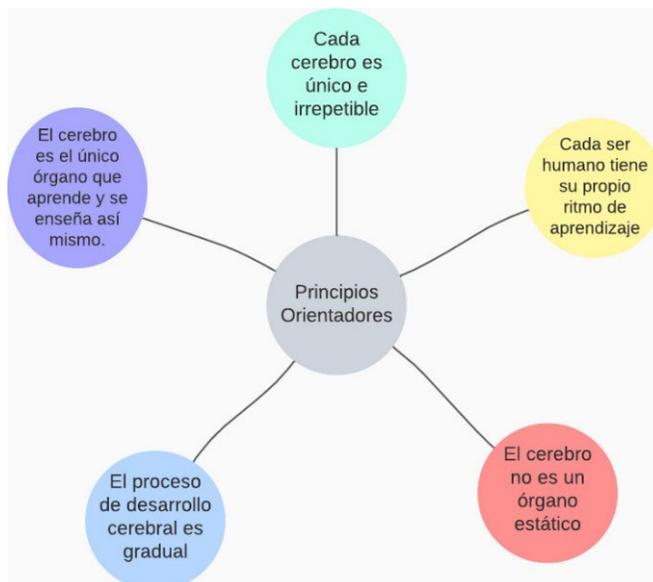
### 1.2.1 Principios de la Neuroeducación

Los investigadores a lo largo de la última década han buscado las maneras en que se relacionan la neurociencia con la educación; buscando la forma de relacionar la parte investigativa con la práctica, que le permita mejorar la calidad del aprendizaje de los mismos, para lo cual han trabajado con diversos principios orientadores en los que se considera la base de la neuroeducación, entre los cuales se puede mencionar.

La neuroeducación es una disciplina que combina los avances en neurociencia y psicología que procura la mejora de la enseñanza y el aprendizaje. De acuerdo a (Bock, 2019), se presentan los principios de la neuroeducación a continuación:

- ✓ El cerebro es un órgano social: el cerebro humano está diseñado para aprender y desarrollarse en relación con otros.
- ✓ El cerebro es plástico: el cerebro tiene la capacidad de cambiar y adaptarse en función de la experiencia y el aprendizaje.
- ✓ El aprendizaje se produce cuando se activa la memoria a largo plazo: el aprendizaje efectivo implica la consolidación de la información en la memoria a largo plazo.
- ✓ El aprendizaje se produce cuando se activa la atención: la atención es clave en el proceso de aprendizaje, ya que permite al cerebro enfocarse en la información relevante.
- ✓ El cerebro tiene límites en la capacidad de procesamiento: el cerebro humano tiene limitaciones en su capacidad de procesamiento, lo que significa que la información debe presentarse de manera clara y en cantidades manejables.

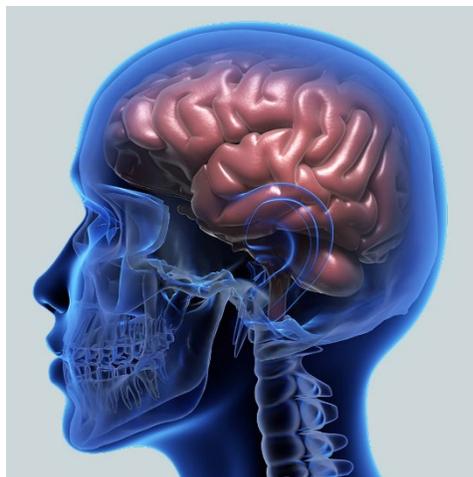
- ✓ El aprendizaje implica el uso de múltiples canales sensoriales: el cerebro humano procesa información a través de múltiples canales sensoriales, por lo que el aprendizaje efectivo debe involucrar varios sentidos.
- ✓ El aprendizaje es activo: cuando el aprendizaje efectivo implica la participación activa del estudiante, que debe estar involucrado en el proceso y no ser un receptor pasivo de información.
- ✓ El cerebro necesita tiempo para la consolidación de la información: el cerebro necesita tiempo para consolidar la información aprendida, por lo que el aprendizaje efectivo requiere la repetición y el refuerzo.
- ✓ La emoción también se configura como un factor clave en el aprendizaje: las emociones tienen huella significativa en el proceso de aprendizaje, por lo que es importante involucrarlas de manera positiva en el aula, el cual también se convierte en un principio de la neuroeducación.
- ✓ El estrés afecta el aprendizaje: el estrés crónico puede ser negativo en el aprendizaje y la memoria, por lo que es importante minimizar el estrés en el aula y en el entorno educativo en general.

**Figura 6***Principios orientadores de la neuroeducación*

*Nota:* Neuroeducación. Tomado de La neuroeducación destruyendo mitos y construyendo principios sólidos de Anna Lucía Campos, 2019. Elaborado por: Luis Alejandro 2023.

**1.3 El cerebro**

El cerebro es un órgano complejo y vital del sistema nervioso central que se encuentra en el cráneo de los seres humanos y de otros animales vertebrados. Es responsable de controlar y coordinar todas las funciones corporales y mentales, incluyendo la percepción sensorial, el movimiento muscular, la memoria, el pensamiento, las emociones y la conciencia. El cerebro está compuesto por miles de millones de neuronas interconectadas que trabajan juntas para procesar la información y llevar a cabo las tareas complejas necesarias para el funcionamiento del cuerpo y la mente. (Hirst, 2019)

**Figura 7***El cerebro humano*

**Nota:** El cerebro. Tomado de (ILERNA, 2020)

El cerebro es el órgano fundamental del proceso de aprendizaje. Investigaciones recientes han demostrado que el cerebro realiza varias funciones para razonar, analizar e interpretar la información; y se entiende que dichas funciones se producen gracias a estructuras neuronales y a una serie de procesos químicos y eléctricos.

**1.3.1 La plasticidad del cerebro**

"Se considera plasticidad del cerebro a la facultad para cambiar y adaptarse a través de la formación y reorganización de conexiones neuronales en respuesta a nuevas experiencias, lesiones o cambios en el entorno. Esto implica que el cerebro puede reorganizarse a sí mismo en términos de su estructura y función, lo que le permite aprender y adaptarse en cada etapa de la vida." (CogniFit, 2023)

La plasticidad se da en diversos sitios del cerebro pero que están relacionados con la estimulación que estos reciben, así se menciona que la eficiencia de la estimulación en la plasticidad cerebral ha sido demostrada y replicada por varios grupos. (Ortiz, y otros, 2010)

Existen dos tipos de plasticidad cerebral: La plasticidad estructural se refiere a los cambios en la estructura física del cerebro, mientras que la plasticidad funcional se refiere a los cambios en la forma en que las células cerebrales trabajan juntas para llevar a cabo las funciones cerebrales.

### 1.3.2 Las partes del cerebro en el aprendizaje

A continuación, se describen algunas de las principales partes del cerebro que están involucradas en el aprendizaje:

**Tabla 1**  
*Partes del cerebro que intervienen en el aprendizaje*

Parte	Función con relación al aprendizaje
<b>Corteza prefrontal</b>	Esta parte del cerebro se encuentra en la parte delantera y superior del cerebro. Es responsable del pensamiento crítico, la toma de decisiones y la planificación, habilidades esenciales para el aprendizaje.
<b>Lóbulo Frontal</b>	Controla la personalidad, resolución de problemas, control de memoria, lengua y juicio, además controla los impulsos. Su parte izquierda controla la lengua, el lado derecho controla los procesos.
<b>Lóbulo Temporal</b>	Organiza información, recupera la memoria visual e histórica
<b>Cerebelo</b>	Esta parte del cerebro se encuentra en la parte posterior del cráneo y juega un papel importante en el aprendizaje motor, es decir, en el control del movimiento.
<b>Amígdalas</b>	Responsable del almacenamiento y organización de la memoria que se relaciona con las emociones que se usan de acuerdo a las circunstancias. Se encuentra en la parte medial del lóbulo temporal y está involucrada en la respuesta emocional y la memoria emocional.
<b>Hipocampo</b>	Crea concepto en base a experiencias, identifica acciones y eventos. Esta estructura se encuentra en la parte medial del lóbulo temporal y es fundamental para la memoria y el aprendizaje espacial.
<b>Corteza Visual</b>	Esta parte del cerebro se encuentra en la parte posterior del cerebro y es responsable del procesamiento visual.

**Nota.** Elaboración propia. Adaptada de ¿Que partes del cerebro se hacen cargo del aprendizaje y que partes procesan las emociones? © 2013 Coeduweg

### 1.3.3 ¿Cómo funciona el cerebro para el aprendizaje?

Se considera que en el cerebro de las personas se encuentra todo lo relacionado con su ser, lo que es, fue y podría ser; se relaciona sus vivencias, así como también lo que aprendió a lo largo del desarrollo de su vida. Se encuentra también las principales capacidades de este, sus dificultades; sus aceptaciones y rechazo; pero también lo que ama; aunque también se considera que se encuentra presente lo que cree olvidado. (Nestor, 2013).

Diversas partes del cerebro está relacionados con el proceso de aprendizaje, el cuál se puede definir como un cambio en las redes sinápticas, las cuales son producidas por nuevos estímulos del mundo exterior como experiencias, eventos nuevos; o también desde el interior de la personas a través de pensamientos, es decir que el mundo que, el aprendizaje se construye desde el interior, pero que permite construir el mundo exterior. (Coeduweg, 2013)

Se sabe a través de investigaciones científicas que, cuando nacemos el cerebro humano tiene más de cien mil millones de neuronas y también que el cerebro aprende a través de un proceso complejo que involucra la conexión de las neuronas para formar redes neuronales. Cuando aprendemos algo nuevo, las neuronas en el cerebro se activan y establecen nuevas conexiones entre sí. A medida que se repite el proceso de aprendizaje, estas conexiones se fortalecen y se vuelven más eficientes, lo que facilita la realización de la tarea aprendida.

El cerebro también utiliza varios mecanismos para consolidar el aprendizaje y almacenarlo en la memoria a largo plazo. Estos mecanismos incluyen la repetición y la práctica, el sueño y la consolidación durante el sueño, así como la atención y la concentración.

En el cerebro se encuentran tres tipos de memoria, que son: la memoria sensorial (dura unos pocos segundos, la memoria a corto plazo (dura un par de horas y se aprende a base de

repeticiones) y la memoria a largo plazo (aprende de forma temporal duradero o permanente) y es la memoria que se debería usar como por ejemplo creando asociaciones.

**Tabla 2**

*Etapas de cómo aprenden las personas*

Etapas de cómo aprenden las personas	
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Atención</b> El cerebro filtra los estímulos externos enfocándose en lo sobresaliente e interesante.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Codificación</b> Los nuevos conocimientos son cotejados con los conocimientos previos para poder interpretarlos.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Almacenamiento</b> Los conocimientos codificados sobresalientes son almacenados en el cerebro.</li> </ul>
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Recuperación</b> La información almacenada es recordada y repasada para ser utilizada en la vida real.</li> </ul>

Nota. Elaboración propia. Adaptada de ¿Que partes del cerebro se hacen cargo del aprendizaje y que partes procesan las emociones? © 2013 Coeduweg

#### 1.4 El cerebro de un adolescente

El cerebro adolescente es un órgano en constante desarrollo, por lo que está continuamente aprendiendo y adaptándose a su entorno. Durante la adolescencia, el cerebro experimenta cambios relevantes en su estructura y función, lo que permite a los adolescentes aprender de manera más efectiva y procesar la información.

Uno de los principales cambios en el cerebro del adolescente es la maduración de la corteza prefrontal, la parte del cerebro que controla la facultad de tomar decisiones, la planificación y el control de los impulsos. A medida que esta región se desarrolla, los

adolescentes pueden aprender a tomar decisiones más informadas y pensar más críticamente. (American Academi Chlid, 2018)

Otro cambio importante es la mielinización de las fibras nerviosas en el cerebro, lo que mejora la velocidad de procesar la información y la eficiencia en la transmisión de los impulsos nerviosos. Esto les permite a los adolescentes aprender y procesar datos informativos de manera rápida y efectiva.

Además, el cerebro adolescente es particularmente sensible a las experiencias sociales y emocionales. Las relaciones sociales y la interacción con los demás pueden tener un gran impacto en el desarrollo del cerebro adolescente y en su capacidad para aprender y adaptarse.

#### **1.4.1 El aprendizaje en el adolescente**

En el caso de los adolescentes, la neuroeducación sugiere que el cerebro en esta etapa del desarrollo es especialmente plástico y maleable, lo que significa que tiene una gran capacidad para aprender y adaptarse a nuevas situaciones. (American Academi Chlid, 2018)

A continuación, se presentan algunas recomendaciones basadas en la neuroeducación que pueden ayudar al aprendizaje adolescente efectivo:

- ✓ Hacer conexiones significativas: Los adolescentes aprenden mejor cuando se les presenta información en un contexto relevante y significativo.
- ✓ Proporcionar retroalimentación: La retroalimentación es una parte esencial del proceso de aprendizaje para los adolescentes.
- ✓ Establecer metas claras: los direccionan y los mantiene motivados.

- ✓ Fomentar la participación: La neuroeducación sugiere que los adolescentes aprenden mejor cuando se involucran en su proceso de aprender.
- ✓ Proporcionar descansos y actividades físicas: Los adolescentes necesitan descansos y actividades físicas para mantenerse alerta y concentrados durante el día escolar.

En resumen, la neuroeducación sugiere que los adolescentes aprenden mejor cuando se les presenta información en un contexto significativo, se les proporciona retroalimentación, se establecen metas claras, se les fomenta la participación activa y se brindan oportunidades para descansar y realizar actividades físicas.

#### **1.4.2 El aprendizaje en el adolescente y su relación con el espacio educativo**

El aprendizaje en los adolescentes está fuertemente influenciado por el espacio educativo en el que se encuentran. El espacio educativo incluye no solo el aula, sino también el entorno y los recursos disponibles para los estudiantes.

Un ambiente de aprendizaje positivo y seguro puede mejorar el rendimiento académico de los estudiantes y su compromiso con la educación. Al contrario, un ambiente educativo negativo puede maximizar el estrés o la ansiedad, lo que puede derivar negativamente su rendimiento académico.

Además, el espacio educativo también puede influir en la motivación de los estudiantes para aprender. Un espacio educativo bien diseñado y equipado con los recursos necesarios puede

fomentar la curiosidad, la creatividad y la exploración en los estudiantes, lo que puede aumentar su motivación para aprender.

Por otro lado, un espacio educativo desorganizado y desordenado puede desmotivar a los estudiantes y disminuir su interés en el aprendizaje.

Se debe tener en cuenta que el espacio educativo no son únicamente las aulas tradicionales, sino que también puede incluir entornos de aprendizaje fuera del aula, como laboratorios, bibliotecas, espacios de estudio, áreas comunes y entornos virtuales.

En conclusión, el espacio educativo puede tener un impacto significativo en el aprendizaje de los adolescentes. Un ambiente educativo positivo, seguro y bien diseñado puede mejorar el rendimiento académico de los estudiantes y aumentar su motivación para aprender.

## **1.5 Centros educativos de secundaria**

### **1.5.1 Definición**

Un centro educativo de secundaria es una institución educativa que proporciona educación secundaria a estudiantes en edades comprendidas entre los 12 y los 18 años. En un centro educativo de secundaria, los estudiantes siguen un plan de estudios establecido que incluye una variedad de asignaturas, como matemáticas, ciencias, historia, lenguaje y literatura, y educación física, entre otras.

Además, los centros educativos de secundaria pueden ofrecer programas y actividades extracurriculares, como deportes, clubes estudiantiles y eventos sociales, que brindan a los

estudiantes la oportunidad de desarrollar habilidades sociales y emocionales, además de su educación académica.

Los centros educativos de secundaria pueden ser públicos, privados o concertados, y pueden tener diferentes estructuras organizativas, como escuelas secundarias, institutos de educación secundaria, colegios, entre otros. Estas instituciones tienen como objetivo preparar a los estudiantes para su ingreso a la educación superior o para su entrada al mercado laboral.

### **1.5.2 La educación secundaria en Ecuador**

La educación secundaria en Ecuador es una etapa educativa que comprende tres años de estudio y es obligatoria para todos los estudiantes. Esta etapa educativa se desarrolla después de la educación primaria y antes de la educación superior.

En Ecuador, la educación secundaria se divide en dos ciclos: el primer ciclo, que comprende los dos primeros años, y el segundo ciclo, que corresponde al tercer año. Durante esta etapa, los estudiantes tienen la opción de elegir una especialización en función de sus intereses y habilidades. (EDUCACIÓN, 2023)

El objetivo de la educación secundaria en Ecuador es proporcionar una formación integral a los estudiantes, para que puedan desarrollar habilidades y competencias que les permitan continuar su formación en la educación superior o integrarse al mercado laboral.

Para acceder a la educación secundaria en Ecuador, los estudiantes deben haber completado la educación primaria y haber aprobado el examen de admisión correspondiente.

Además, es obligatorio presentar una serie de documentos, como el certificado de nacimiento, la cédula de identidad y una fotografía reciente.

En Ecuador la educación secundaria está regulada por el Ministerio de Educación, que se encarga de establecer los planes y programas de estudio, así como de supervisar la calidad de la educación impartida en las diferentes instituciones de educación del país. También existen instituciones privadas que ofrecen educación secundaria en Ecuador, y que deben cumplir con los mismos estándares de calidad que las instituciones públicas. (EDUCACIÓN, 2023)

En general, se ha experimentado importantes avances en los últimos años, con una mayor cobertura y una mejora en la calidad de la educación. Sin embargo, todavía existen desafíos importantes en términos de acceso, equidad y calidad, especialmente en las zonas rurales y en las poblaciones más vulnerables del país.

### **1.5.3 Metodología educativa para educación secundaria fiscal en Ecuador**

En Ecuador, la metodología educativa para secundaria fiscal se basa en el enfoque constructivista y en el uso de tecnologías de la información y la comunicación (TIC).

El enfoque constructivista implica que los estudiantes son los protagonistas de su propio aprendizaje, y que los docentes tienen un papel de facilitadores y guías en el proceso. Esto implica que los estudiantes no solo deben aprender los contenidos, sino también desarrollar habilidades y competencias para aplicarlos en situaciones reales.

Además, se busca fomentar la interacción y el trabajo colaborativo entre los estudiantes, a través de actividades que les permitan discutir, reflexionar y resolver problemas en equipo.

También se promueve la investigación y la creatividad, a través de proyectos y actividades que involucren la búsqueda y análisis de información, y la generación de nuevas ideas y soluciones.

En resumen, la metodología educativa para secundaria fiscal en Ecuador se enfoca en el aprendizaje activo y participativo, el uso de las TIC, la colaboración y el desarrollo de habilidades y competencias para aplicar los conocimientos en situaciones reales.

Actualmente se ha implementado el trabajo con proyectos, estos son espacios académicos de aprendizaje interactivo en los que se trabaja en equipo sobre una temática de interés común, utilizando la metodología de aprendizaje basada en proyectos con un enfoque interdisciplinario, para estimular el trabajo colaborativo y la investigación, así como las habilidades sociales. (Educación, 2023).

En la siguiente imagen se puede ver la metodología para el trabajo en las instituciones secundarias del Ecuador.

**Figura 8**

*Estructura de trabajo basado en proyectos*



**Nota:** El cerebro. Tomado de (Ecuador, 2023)

## 1.6 Normativa legal para el diseño de centros educativos en Ecuador

En Ecuador, el diseño de escuelas está regulado por varias normativas, (Ministerio de Educación, 2022). Entre las principales tenemos:

- Norma Técnica Ecuatoriana (NTE INEN 2 258): Esta normativa establece los requisitos para la construcción de edificios escolares, incluyendo las dimensiones y distribución de las aulas, la iluminación y ventilación, los servicios sanitarios, entre otros aspectos.
- Acuerdo Ministerial 0236-10: Este acuerdo establece las directrices para la construcción de escuelas y establecimientos educativos en el país, incluyendo aspectos como el tamaño mínimo de las aulas y espacios comunes, la accesibilidad para personas con discapacidad, la seguridad estructural y la implementación de tecnologías y materiales sostenibles.
- Guía para la elaboración de proyectos de construcción de establecimientos educativos del Ministerio de Educación: Esta guía brinda recomendaciones para la elaboración de proyectos de construcción de escuelas y establecimientos educativos, incluyendo la planificación del espacio, la distribución de áreas, los sistemas de iluminación y ventilación, la seguridad estructural, entre otros aspectos.
- También se rige por el nuevo modelo arquitectónico de infraestructura educativa, mayo 2022.

Se destaca que estas normativas se actualizan regularmente en base a los cambios en las necesidades y requerimientos de la educación en el país.

El Ministerio de Educación del Ecuador, en lo correspondiente a las Normas Técnica y Estándares de Infraestructura Educativa, indica que los estándares de infraestructura educativa son el enlace normativo entre la arquitectura educativa y la pedagogía, por lo cual menciona que:

El esquema debe ser de “aula modular” las cuales puedan ser construidas mediante elementos prefabricados y tradicionales, optimizando tiempo, recurso humano, menor desperdicio de materiales y disminución de costos, que cuente con las siguientes condiciones técnicas de construcción:

Condiciones técnicas normativas:

- Capacidad: 35 a 45 estudiantes por aula
- Iluminación: apropiada y ventanas modulares.
- Accesibilidad: de acuerdo con la norma.
- Las puertas: abatibles.
- Área de circulación: en el pasillo de acuerdo a la norma.
- Ventilación: cruzada.

El aula considerada modular se diseño para expandir su capacidad máxima de 45 estudiantes por aula, lo cual nos da un área estimada de  $1.60\text{m}^2$  por estudiante, y para estudiantes de bachillerato se estima entre  $1.60\text{ m}^2 - 1.80\text{m}^2$ .

A continuación, se adjunta las normas técnicas para el diseño de espacios educativos:

Figura 9

*Normas técnicas para diseño de ambientes educativos*

<b>Normas técnicas para diseño de ambientes educativos</b>				
<b>Ambiente</b>	<b>Capacidad (Estudiantes)</b>	<b>Área Bruta (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Área Útil (m<sup>2</sup>)</b>	<b>Normativa</b>
<b>Zona Educativa</b>				
Aula de Educación Inicial	25	72,00	64,00	Min. 2,00 m <sup>2</sup> Máx. 2,50 m <sup>2</sup>
Baterías Sanitarias Educación Inicial	-	25,00	21,00	1 inodoro/25 estudiantes 1 urinario/25 estudiantes 1 lavabo/1 inodoro
Aula modular para EGB y BGU	35 - 40	72,00	64,00	Min. 1,20 m <sup>2</sup> Máx. 1,80 m <sup>2</sup>
Baterías Sanitarias Hombres	-	25,00	21,00	1 inodoro/30 estudiantes 1 urinario/30 estudiantes 1 lavabo/2 inodoros
Baterías Sanitarias Mujeres	-	25,00	21,00	1 inodoro/20 estudiantes 1 lavabo/2 inodoros
Laboratorios de Tecnología e Idioma	35	72,00	64,00	2,00 m <sup>2</sup> /estudiante
Laboratorio de Química y Física	33	72,00	64,00	2,00 m <sup>2</sup> /estudiante
Laboratorios de Ciencias	35	72,00	64,00	2,00 m <sup>2</sup> /estudiante
<b>Zona Administrativa</b>				
Administración	-	140,00	130,00	-
Inspección	-	106,00	98,00	-
Sala de Uso Múltiple - Comedor	144	274,00	200,00	1,50 m <sup>2</sup> /estudiante
<b>Zona Complementaria</b>				
Áreas Exteriores Educación Inicial	-	-	-	9,00 m <sup>2</sup> /estudiante
Áreas Exteriores Educación General Básica	-	-	-	5,00 m <sup>2</sup> /estudiante y en ningún caso < 2,00 m <sup>2</sup>
Áreas Exteriores Bachillerato	-	-	-	5,00 m <sup>2</sup> /estudiante y en ningún caso < 2,00 m <sup>2</sup>
<b>Ambiente</b>				
Biblioteca (1.000 Estudiantes)	76	300,00	286,00	óptimo 4,00 m <sup>2</sup> /estudiantes
Biblioteca (500 Estudiantes)	64	231,00	220,00	óptimo 4,00 m <sup>2</sup> /estudiantes
Hospedaje	18 / habitación	72,00	64,00	3,50 m <sup>2</sup> /estudiante
Baterías Sanitarias Hombres	-	25,00	21,00	1 inodoro/10 estudiantes 1 urinario/10 estudiantes 1 lavabo/1 inodoro 1 ducha/10

**Nota:** Normas técnica de infraestructura educativa. Tomado de (Ministerio de Educación,

2022)

Figura 10

Normas técnicas para diseño de ambientes educativos

Normas Técnicas y Estándares de Infraestructura Educativa

Unidad	Ambiente	Estándar Unidades Educativas Nuevas		Estándar Unidades Educativas Existentes	
		m <sup>2</sup> /Estudiantes	Capacidad Recomendada	m <sup>2</sup> /Estudiantes	Capacidad Recomendada
Módulo de aula pedagógica	Aula Educación Inicial	2,55	25	2,40 (a)	30
	Aula Educación General Básica	1,60 - 1,80	35 - 40	1,60 (b)	40
	Aula Bachillerato General Unificado	1,60 - 1,80	35 - 40	1,60 (b)	40
Módulo de aula experimentación	Laboratorio de Tecnología e Idiomas	2,90	33	1,60	40
	Laboratorio de Química, Física y Ciencias	1,90	40	1,60	40
	Taller de Arte incluyendo bodega	2,80	40	2,00	40
Módulo de socialización	Sala de Uso Múltiple - Comedor	1,20	33%***	1,00	20%***
	Baños Educación Inicial	-	1 pieza sanitaria/25	-	1 pieza sanitaria/20
Módulo de baterías sanitarias	Baños EGB y BGU	-	1 pieza sanitaria /30	-	1 pieza sanitaria /25
	Baños personas con capacidades especiales	-	1 Baño****	-	1 Baño****
Módulo de administración	-	0,10	-	0,08	-
Circulaciones y áreas exteriores	30% del total del área construida	Transiciones			
Módulo optativo de aprendizaje	Biblioteca*	3,00		15% del Total del área construida	

\* Se exige desde educación básica primaria  
 \*\* Incluye circulaciones  
 \*\*\* Del total de estudiantes por jornada  
 \*\*\*\* 1 Baño hasta 1500 alumnos por jornada, para matrícula superior se aplica el indicador: 1 pieza sanitaria /15 alumnos del 2% de alumnos por jornada  
 (a) Cuando la estructura tenga condiciones especiales demostradas que limiten el cumplimiento de este indicador se aplicará como mínimo 2.00 m<sup>2</sup>/Estudiante  
 (b) Cuando la estructura tenga condiciones especiales demostradas que limiten el cumplimiento de este indicador se aplicará como mínimo 1,20 m<sup>2</sup>/Estudiante.

**Nota:** Normas técnica de infraestructura educativa. Tomado de (Ministerio de Educación, 2022)

## NEUROARQUITECTURA

“La felicidad de las personas es  
directamente proporcional al espacio  
arquitectónico en el que viven”

Le Corbusier

## **2 Neuroarquitectura**

### **2.1 Definición**

Como inicio de la neuroarquitectura se tiene que mencionar la teoría de la biofilia realizada por Wilson en el año 1984, en esta se refiere a que, los seres humanos de forma inconsciente buscan relacionarse con el medio ambiente a su alrededor o también conocida como naturaleza y a su vez también con otras formas de vida. Esto se debe a que su instinto los hace buscar lugares en donde se sientan cómodos y seguros, que les permitan desenvolverse; por ejemplo prefieren lugares abiertos, claros y ventilados; en lugar de espacios cerrados, oscuros y con poca ventilación. (Boris, López, Maldonado, & Vanegas, 2017)

Entonces se puede definir a la neuroarquitectura como la ciencia que se encarga del estudio de como un espacio arquitectónico puede influir o afectar las conductas y emociones de las personas; así como también la salud mental y física. (WORTECH, 2020)

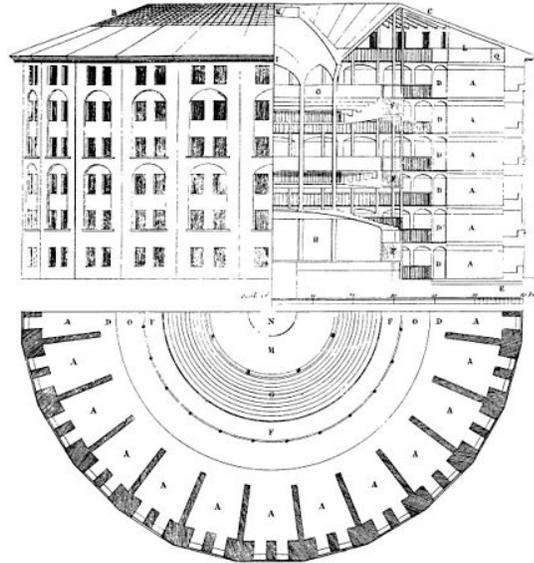
La neuroarquitectura es una ciencia, la cual relacionada directamente con la arquitectura sostenible, por lo cual la Sonia Hernández, la califica como la arquitectura sana, e indica que la neuroarquitectura se define como el desarrollo de la afectación al nivel cognitivo a través del espacio construido. (Arquitectura Sostenible, 2019)

### **2.2 Reseña histórica de la neuroarquitectura**

La neuroarquitectura como aplicación siempre ha estado presente en la historia de la arquitectura, como principio aplicado a la relación con la sensación y la conducta humana es relativamente nuevo, pero se menciona que se puede tomar como los inicios de la neuroarquitectura desde antigua Grecia, donde los filósofos como Aristóteles y Platón, estudian la relación entre el medio ambiente y la conducta del ser humano.

Ya en la edad media, se da el diseño de edificaciones basado en la astrología y también en la simetría geométrica; en esta época conocida como la ilustración, se inicia con la investigación de la relación del cerebro o la mente con el entorno lo que acuñó el escocés William Cullen como “neurosis”, a los trastornos de la mente que se relacionaban con el entorno. (Rivera, Murillo, & Sierra, 2007)

Luego se presenta el modelo o principio panóptico de Bentham, este ideado por el filósofo y jurista inglés Jeremy Bentham a finales del siglo XVIII. El término "panóptico" deriva de las palabras griegas "pan" (todo) y "óptico" (relativo a la visión), y se refiere a una estructura arquitectónica diseñada para permitir la observación y el control de un gran número de personas con un mínimo de recursos. Este modelo se basa en crear una prisión como centro de vigilancia en el cual los prisioneros puedan ser observados desde una torre central sin ser capaces de saber cuándo están siendo observados. Así, se crea un sistema de vigilancia en el cual los prisioneros se sienten permanentemente vigilados y como consecuencia son menos propensos a cometer actos delictivos o rebeldes. (Dobson, 2016)

**Figura 11***El Panóptico*

**Nota:** El panóptico. Tomado de (Dobson, 2016)

Entre los principales precursores de la neuroarquitectura tenemos a Richard Neutra, fue un arquitecto austríaco-estadounidense que nació en Viena en 1892 y falleció en California en 1970. Se destaca por focalizar su trabajo en la relación salud y arquitectura.

El arquitecto Neutra creía que la arquitectura debe ser pensada y planificada con la intención de mejorar la salud y el bienestar de los usuarios. Lo que significa centrar el diseño en a factores como la luz natural, el flujo de aire, la temperatura y la acústica. Ya en el año 1940, Neutra trabaja con el psiquiatra austriaco-psicólogo Erik Erikson, con el cual trabajan la idea de que la arquitectura influye en la salud mental. Y a la par, desarrollaron la idea de la "neuroarquitectura", que se centra en el impacto de la arquitectura en la salud mental y emocional de las personas. (Los Angeles Consevancy, 2020)

En el año de 1959, el arquitecto Louis Kahn presenta el Instituto Salk de Estudios Biológicos, al cual se considera como el primer edificio diseñado y construido con la aplicación de principios de la neuroarquitectura, este basado los requerimientos de Jonas Salk, quién había mencionado al arquitecto Khan que necesitaba progresar en sus investigaciones, por lo que se hacía necesario tener un espacio con características que permitan la para realizar un trabajo investigativo. (LouisKhan.es, 2020)

### **Figura 12**

*El Instituto Salk de Estudios Biológicos*



**Nota:** Instituto Salk. Tomado de (Metalocus, 2020)

El psiquiatra Roger Ulrich, la década de 1960, realizó estudios sobre cómo el entorno natural influyen la recuperación de los pacientes hospitalizados y también varios investigadores emprendieron estudios sobre la relación arquitectura y salud, incluyendo al arquitecto Christopher Alexander y el psicólogo ambiental Stephen Kaplan.

La neurociencia comenzó a influir en el campo de la arquitectura de forma constante como estudio en los años de 1990. A través de los avances tecnológicos con imágenes cerebrales

que permitían estudiar cómo el cerebro procesa la información visual y espacial, y cómo influye en la percepción del entorno construido.

Se puede identificar el nacimiento de la neuroarquitectura como ciencia el año de 1998, cuando los neurocientíficos, Fred H. Gage y Peter Eriksson, descubren la capacidad cerebral de producir nuevas neuronas en la edad adulta con un entorno que lo estimule.

Posteriormente en el año 2003 se da origen a la Academia de Neurociencias para la Arquitectura (ANFA), ubicada en San Diego California, con el objetivo “investigar cómo debe ser el diseño del espacio en el siglo XXI para mejorar nuestro bienestar, aumentar el rendimiento y reducir el estrés y la fatiga de las ciudades.” (Gil, 2020)

Actualmente, la neuroarquitectura se encuentra en constante evolución a través de estudio que abarca la investigación y la práctica en arquitectura, diseño de interiores, psicología ambiental y neurociencia.

## 2.3 Principios de la Neuroarquitectura

La neuroarquitectura es un campo que se enfoca en la relación entre el cerebro humano y el entorno construido, y cómo la arquitectura puede afectar la experiencia humana. Los principios de la neuroarquitectura incluyen:

**Tabla 3**

*Principios de la Neuroarquitectura según Chavez Banuet*

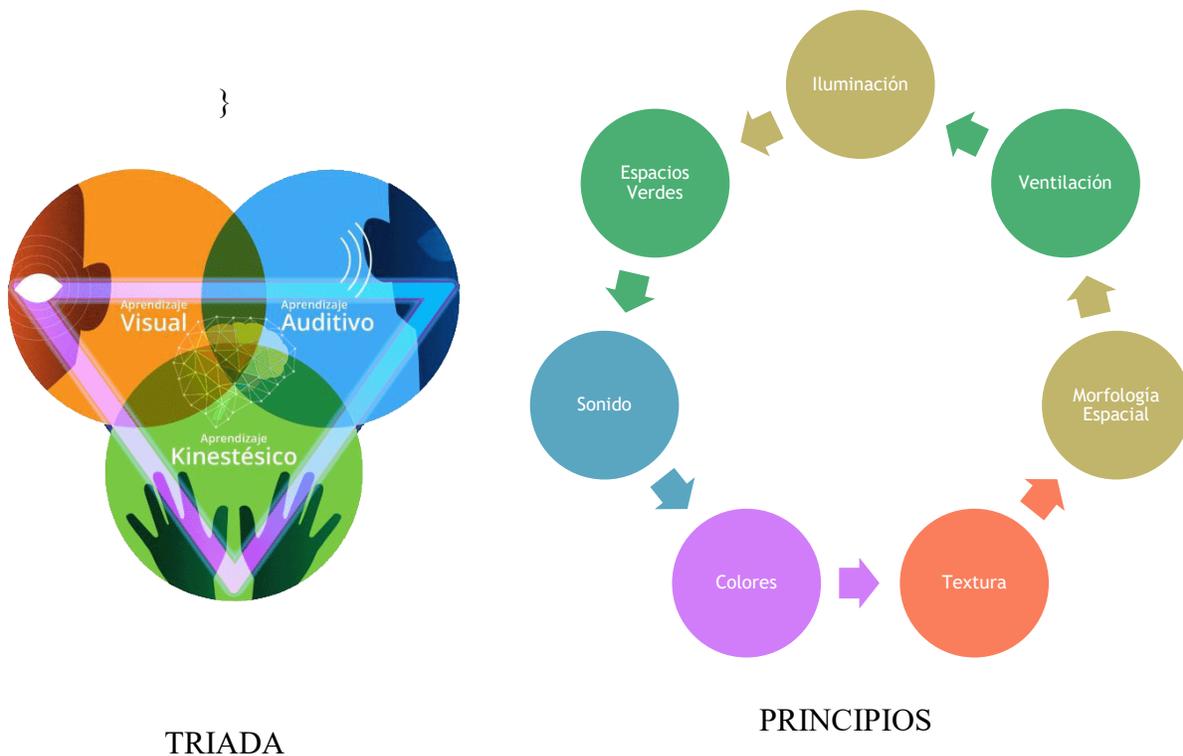
<b>Principio</b>	<b>Descripción</b>
<b><i>Iluminación</i></b>	Afecta el estado de ánimo y el rendimiento cognitivo. Luz natural: importante para el bienestar humano y la salud, regula el reloj biológico del cuerpo, lo que mejora el sueño y la cognición.
<b><i>Espacio y forma</i></b>	Influye en la forma en que una persona se siente el espacio. Un espacio abierto y libre puede fomentar la creatividad y la exploración, mientras que un espacio más cerrado y confinado puede inducir ansiedad y estrés.
<b><i>Colores y materiales:</i></b>	Los colores pueden inducir a mejorar la atención y el estado de ánimo como los brillantes, mientras que otros naturales pueden tener un efecto calmante como los tonos claros.
<b><i>Naturaleza y biodiversidad:</i></b>	La presencia de la naturaleza en un entorno arquitectónico puede mejorar el bienestar humano, reduciendo el estrés o la fatiga mental.
<b><i>Accesibilidad</i></b>	la accesibilidad física y sensorial es importante para asegurar que todas las personas, independientemente de sus capacidades, puedan acceder y utilizar un entorno arquitectónico de manera efectiva.
<b><i>Diseño centrado en el usuario</i></b>	El diseño debe centrarse en las necesidades y deseos de los usuarios finales. Esto incluye considerar su edad, género, cultura y otras características relevantes para crear un espacio que se adapte a sus necesidades y fomente su bienestar.
<b><i>Control:</i></b>	Los entornos que ofrecen control sobre el espacio y las interacciones sociales pueden aumentar la sensación de seguridad y el bienestar.
<b><i>Flexibilidad y adaptabilidad:</i></b>	un entorno arquitectónico debe ser flexible y adaptable para poder satisfacer las necesidades cambiantes de los usuarios a lo largo del tiempo.
<b><i>Elementos Arquitectónicos</i></b>	Ángulos o formas arquitectónicas, pueden inducir al estrés o ansiedad, mientras que las formas curvas pueden generar sensación de comodidad o seguridad.
<b><i>Privacidad:</i></b>	Los entornos que permiten la privacidad pueden mejorar el rendimiento individual.

**Nota.** Elaboración propia. Adaptada de; La neuroarquitectura: cómo la mente condiciona el espacio. Colonial. 01 junio de 2022.

Los principios de la neuroarquitectura tienen como fin relacionar el entorno con las emociones y acciones que realiza el ser humano, es decir como estos espacios influyen en las personas, para lo cual se basa en la estimulación de tres sentidos principalmente, como son el visual, el auditivo y el kinestésico; el cual es una triada, a la cual permite que las personas ejecuten o no una acción determinada.

**Figura 13**

*Sentidos que estimula la neuroarquitectura y los principios básicos*



**Nota:** Triada de los sentidos estimulados en neuroarquitectura. Elaboración propia.

Adaptada de: Estilos de aprendizaje ¿en cuál de ellos te ubicas tú?. Puebla, 2018.

### 2.3.1 Iluminación en la neuroarquitectura

Se considera la iluminación es uno de los elementos más importantes para el diseño arquitectónico, debido a que podría influir en muchos aspectos diferentes de la experiencia humana. Así se tiene que la luz natural puede influir en el estado de ánimo y aumentar la sensación de bienestar o malestar de un sujeto, y por su parte la luz artificial puede tener un impacto en el sueño, la concentración, la actividad y productividad.

En la neuroarquitectura, la iluminación se utiliza para crear diferentes estados de ánimo y ambientes, dependiendo del propósito del espacio. Además, la neuroarquitectura también utiliza la iluminación para crear un ambiente saludable y respetuoso con el ritmo circadiano del cuerpo. El ritmo circadiano es el ciclo natural del cuerpo que regula la actividad y el sueño, y está influenciado por la exposición a la luz o la ausencia de esta.

Por medio de diversas investigaciones se ha determinado que el ser humano necesita una intensidad de luz entre 800 y 1000 luxes, esta intensidad indica al sistema nervioso si es día y es noche, regulando su cerebro para el desarrollo de las actividades físicas y cognitivas.

#### **Figura 14**

*Iluminación de espacios*



**Nota:** Trabaja con iluminación. Tomado de (Quiron, 2017)

En el Ecuador no existe una institución que regule la medición de intensidad de iluminación, o normativas específicas, por lo que se trabaja con normas internacionales, para lo cual la presente investigación se basa en los siguientes indicadores de iluminación en espacios.

**Figura 15**

*Indicadores de iluminación en espacios*

<i>Zonas comunes</i>	Halls	Pasillos	Escaleras Ascensores	Salones
<i>Em (lx)</i>	150	100	150	300
<i>Tiendas - Retail</i>	Escaparates	Ventas Exposición	Packaging Caja	Almacén
<i>Em (lx)</i>	750	300	500	200
<i>Residencial Viviendas</i>	Salones	Dormitorios	Cocina	Baños
<i>Em (lx)</i>	300	150	200	200
<i>Oficinas</i>	Recepción	Despachos Salas trabajo	Salas de diseño	Archivo
<i>Em (lx)</i>	400	500	600	200
<i>Otras actividades</i>	Auditorios	Habitaciones Hotel	Restaurantes	Clases
<i>Em (lx)</i>	300	200	150	500

**Nota:** Tabla niveles de iluminación. Medida en lux (lx). Tomado de (Avalunce, 2019)

**Figura 16**

*Niveles de iluminación en oficinas y espacios de trabajo*

8500k	6000k	4000k	3000k	2800k	2700k	2000k	1900k	1800k
Cielo azul	Luz día natural	Luz blanca	Luz cálida	Sol al atardecer	Lámpara incandesc	Lámpara de sodio	Vela	Sol al amanecer

**Nota:** Tabla grados Kelvin – Temperatura de color de la luz Tomado de (Avalunce, 2019)

### 2.3.1.1 Tipos de Iluminación en la neuroarquitectura

La iluminación es un aspecto clave de la neuroarquitectura, ya que puede influir en el bienestar y el rendimiento cognitivo de las personas. A continuación, se presentan algunos de los tipos de iluminación que se utilizan en neuroarquitectura:

**Tabla 4**

*Tipos de iluminación en la neuroarquitectura*

Tipo de Iluminación	Descripción
<b>Natural</b>	Es una de las formas más efectivas de iluminación en la neuroarquitectura. Exponerse a luz natural podría mejorar el estado de ánimo, mejorar la productividad y la salud en general. Se recomienda maximizar la entrada de luz natural en los espacios interiores mediante el uso de ventanas, tragaluces y claraboyas.
<b>Artificial</b>	Es regulable es decir que se ajusta la intensidad de la luz en función de las necesidades de los usuarios. Esta capacidad de ajuste puede ayudar a reducir la fatiga visual, mejorar la concentración y aumentar la comodidad.
<b>Dinámica</b>	refiriéndose a la capacidad de cambiar la intensidad, así como el color o el brillo en el transcurso del día. Esta tecnología puede mejorar el ritmo circadiano de los usuarios, e influye en el estado de ánimo.
<b>Indirecta</b>	La iluminación indirecta se refiere a la luz que se refleja en las superficies para proporcionar una iluminación suave y uniforme en una habitación. Este tipo de iluminación puede reducir el deslumbramiento, mejorar el confort visual y reducir la fatiga ocular.
<b>Específica</b>	La iluminación específica para tareas se utiliza para iluminar áreas específicas donde se realizan tareas específicas. Por ejemplo, se puede utilizar iluminar un área de relajación. La iluminación específica puede ayudar a mejorar la productividad y la concentración.

**Nota.** Elaboración propia. Adaptada de: La neuroarquitectura: cómo la mente condiciona el espacio. Colonial. 01 junio de 2022.

Los diferentes tipos de iluminación en la neuroarquitectura pueden tener efectos significativos en el bienestar y el rendimiento cognitivo de las personas. Es importante considerar cuidadosamente la elección de la iluminación para crear espacios saludables y confortables.

### 2.3.2 Acústica en la neuroarquitectura

La acústica es un aspecto clave de la neuroarquitectura, ya que los sonidos que se perciben en un ambiente pueden tener un impacto significativo en el bienestar y la productividad de las personas. También puede influir en la neuroarquitectura de varias maneras. Por ejemplo, en un ambiente el sonido puede influir la capacidad de concentración y atención en una tarea específica. Si el ambiente es demasiado ruidoso o caótico, puede ser difícil para una persona procesar información y realizar tareas de manera efectiva.

Los sonidos agradables y armónicos podrían mejorar el estado de ánimo y a su vez crear bienestar, mientras que un sonido no agradable o estridentes pueden generar estrés y ansiedad. (Vanguardia & Navarro, 2021)

El estudio de cómo afectan los sonidos en el comportamiento y actuar, permite crear espacios arquitectónicos un poco más confortables y agradables para el ser humano.

#### **Figura 17**

*Acústica en la neuroarquitectura*



**Nota:** Neuroarquitectura y cómo aplicarla . Tomado de (NAN Arquitectura, 2022)

El nivel de sonido recomendable para el ser humano depende del contexto y la duración de la exposición al sonido. En general, se considera que el umbral de dolor se encuentra alrededor de 120 decibelios (dB), pero mucho antes de alcanzar ese nivel, la exposición prolongada al ruido puede causar daño auditivo permanente. (Organización Panamericana de la Salud, 2010)

De acuerdo a investigaciones realizadas por la OMS, se recomienda no exponerse a niveles de sonido que sean mayores a 85 dB y cuya prolongación sea más de 8 horas al día. Si los niveles de sonido aumentan en 3 dB, el tiempo máximo de exposición se debe reducir a la mitad. Por lo tanto, por ejemplo, el límite de exposición para un nivel de sonido de 88 dB es de 4 horas al día, mientras que para un nivel de sonido de 91 dB, el límite es de 2 horas al día. Para ponerlo en contexto, aquí hay algunos ejemplos de niveles de sonido comunes:

Biblioteca silenciosa: 30 dB

Conversación normal: 60 dB

Tráfico intenso: 85 dB

Es importante proteger los oídos de la exposición prolongada a niveles de sonido elevados, utilizando protectores auditivos como tapones para los oídos o auriculares con cancelación de ruido, especialmente en ambientes de trabajo ruidosos o durante eventos ruidosos como conciertos.

Un ambiente tranquilo favorece **el proceso de aprendizaje, mejora la concentración** y merma la conflictividad. Para disminuir el ruido en las clases es necesario combinar tres factores: una buena insonorización, adoptar medidas básicas y una gestión adecuada del aula por parte del

profesor. Se debe considerar que, el nivel de confort acústico óptimo se establece entre los 25 y 40 decibelios. (UNIR, 2019)

En el Ecuador no existe una norma o ley sobre los niveles de ruido permisibles, por lo que se puede adoptar estudios preestablecidos en Latinoamérica, como por ejemplo:

**Tabla 5**

*Límite de ruido permisible de acuerdo a usos de suelo*

TIPO DE ZONA SEGÚN USO  DE SUELO	LÍMITES DE PRESIÓN SONORA EQUIVALENTE NPS eq [dB(A)]	
	DE 06H00 A 20H00	DE 20H00 A 06H00
Zona hospitalaria y educativa	55	45
Zona Residencial	60	50
Zona Residencial mixta	65	55
Zona Comercial	65	55
Zona Comercial mixta	70	60
Zona Industrial	75	65
Zonas de Preservación de Hábitat	60	50

**Nota:** Límites permisibles de ruido. Tomado de (Organización Mundial de la Salud, 2022)

### 2.3.2.1 Acústica en la neuroarquitectura

Existen varios materiales que pueden mejorar la acústica en un espacio. Algunos de ellos son:

**Tabla 6***Materiales acústicos para la neuroarquitectura*

<b>Material</b>	<b>Descripción</b>
<b>Paneles Acústicos</b>	Están diseñados para absorber el sonido y a su vez disminuir la reverberación en un espacio. Pueden ser de materiales como espuma acústica, fibra de vidrio o lana mineral. Se instalan en paredes, techos o incluso en el suelo para mejorar la calidad del sonido en una habitación.
<b>Alfombras y cortinas</b>	Pueden ayudar a reducir el eco en una habitación y producir una mejora en el sonido.
<b>Techos suspendidos</b>	Son diseñados para mejorar sonido en un ambiente. Pueden ser de materiales como metal, yeso o paneles acústicos y se suspenden del techo original para crear una barrera adicional contra el sonido.
<b>Paredes divisorias acústicas</b>	Están diseñadas para crear una barrera entre dos habitaciones y reducir el ruido que se transmite de una habitación a otra. Pueden ser de materiales como vidrio acústico, paneles acústicos o materiales compuestos.
<b>Pintura acústica</b>	Es un revestimiento especial dispuesto para absorber el sonido y disminuir la reverberación en un espacio. Puede aplicarse en paredes y techos para mejorar la calidad del sonido en un espacio.

**Nota:** Materiales acústicos y neuroarquitectura. Adaptada de (Organización Mundial de la Salud, 2022)

Estos son solo algunos ejemplos de materiales que pueden mejorar la acústica en un espacio. La elección de los materiales dependerá del tipo de espacio y del nivel de mejora de la acústica que se desee alcanzar.

### **2.3.3 Ventilación en la neuroarquitectura**

Para la neuroarquitectura resulta fundamental el estudio de la ventilación, ya que su estudio se basa en la calidad del aire que se respira y cómo puede influir en la salud mental, el

comportamiento humano. salud y bienestar mental. En este sentido, la calidad del aire y la ventilación son factores clave que pueden influir en la funcionalidad cerebral. (Siber, 2022)

Al hablar de ventilación, se trata sobre el movimiento del aire en un espacio cerrado. Por lo cual la importancia de una ventilación apropiada que permita el control de temperatura, humedad y la calidad del aire al interior del espacio. Además, la ventilación adecuada puede reducir la propagación de virus y bacterias, lo que puede ser especialmente importante en un entorno de salud.

La falta de ventilación puede tener efectos negativos en el cerebro y el cuerpo humano, como dolores de cabeza, fatiga, dificultad para concentrarse y problemas respiratorios. Por otro lado, una ventilación adecuada puede mejorar la calidad del sueño, reducir el estrés y aumentar la productividad. En la neuroarquitectura, la ventilación también se relaciona con la iluminación natural y la circulación de aire en un espacio. Las edificaciones con ventilación adecuada puede resaltar un escenario saludable y agradable. (Siber, 2022)

### Figura 18

Ventilación en la neuroarquitectura



**Nota:** Ventilación natural. Tomado de (YUSO, 2013)

De acuerdo a varios estudios sobre la calidad del aire interior en una habitación, se indica que la contaminación del aire interior está relacionada con alergias, dolores de cabeza, reacciones sobre la piel, además se relaciona un 60% con problemas para dormir, así como el estrés. (Komerling, 2020)

De acuerdo a una investigación realizada en España en el año 2019, establece que el aire puro y de buena calidad ayuda a mejorar la salud, además que influye positivamente en el estado de ánimo. Se observa también que el aire de baja calidad puede empeorar el estado de ánimo y el rendimiento, a su vez incrementa el riesgo de tener enfermedades ser irritable, emocionalmente inestable. Se concluye que, una mejor calidad de aire elimina toxinas en el cuerpo humano y así también baja la ansiedad, el estrés y los problemas de salud. (Komerling, 2020)

En neuroarquitectura, la ventilación es un elemento clave para crear espacios saludables y confortables para las personas. Aquí hay algunos tipos de ventilación que se utilizan en neuroarquitectura:

**Tabla 7***Tipos de ventilación para la neuroarquitectura*

<b>Tipo de ventilación</b>	<b>Descripción</b>
<b>Natural</b>	Es la ventilación que se produce de manera natural a través de las ventanas, puertas y otros orificios en la construcción. Sirve para mantener la temperatura y humedad idónea en un ambiente, además permite la circulación de aire.
<b>Mecánica</b>	Se da cuando la ventilación natural no es posible o se quiere controlar la ventilación del espacio.
<b>Cruzada</b>	Se realiza cuando el aire ingresa y sale por dos aberturas diferentes, lo que produce un flujo de aire continuo y natural. Esto permite re oxigenar los ambientes.
<b>De doble flujo</b>	Este sistema utiliza dos conductos de aire separados para suministrar y extraer aire del interior del espacio. La ventilación de doble flujo es útil para controlar la calidad del aire y la temperatura, y puede ser especialmente efectiva en edificios con altos niveles de ocupación.

**Nota.** Elaboración propia. Adaptada de (Gasalla, Qué es la neuroarquitectura y cómo puede mejorar tu vida, 2022)

En resumen, la elección del tipo de ventilación en neuroarquitectura depende de varios factores, como el clima, la ubicación del edificio, el nivel de ocupación y la necesidad de controlar la calidad del aire. El objetivo principal es crear un ambiente saludable y confortable para las personas que ocupan el espacio.

### 2.3.4 Espacios verdes en la neuroarquitectura

Los estudios han demostrado que la exposición a espacios verdes, como parques y jardines, puede reducir el estrés, mejorar el estado de ánimo y aumentar la atención y la creatividad. Además, estos espacios también pueden mejorar la calidad del aire y reducir la contaminación acústica, lo que permite mejorar la salud física de las personas.

En términos de neuroarquitectura, el diseño de los espacios verdes puede ser importante para maximizar sus beneficios para la salud mental.

#### Figura 19

*Espacios verdes*



**Nota:** Calidad y uso de los espacios verdes. Tomado de (AS, 2019)

Los espacios verdes resultan fundamentales para la salud física y mental de las personas, y su diseño puede ser optimizado para maximizar estos beneficios. A través de la neuroarquitectura se puede apreciar el diseño de los espacios y como estos afectan el cerebro y la mente.

La relación entre los espacios verdes y la psicología es un área de estudio que ha sido explorada por diversos investigadores y disciplinas, como la psicología ambiental, la psicología de la salud y la psicología social.

Los espacios verdes, como parques, jardines y bosques, tienen efectos positivos en la salud mental y física de las personas, por ejemplo, puede reducir el estrés, la ansiedad, la depresión y mejorar el bienestar emocional en general.

Entre los beneficios psicológicos de los espacios verdes, se destacan:

**Tabla 8**

*Beneficios de los espacios verdes*

<b>Tipo</b>	<b>Beneficio</b>
<b>Reducción del estrés</b>	Los espacios verdes permiten sentir relajación y tranquilidad, lo que puede ayudar a disminuir el estrés en las personas
<b>Mejora el ánimo</b>	El contacto con la naturaleza puede inducir a tener mayor ánimo de realizar actividad en las personas, reduciendo la ansiedad y la depresión.
<b>Aumenta la creatividad</b>	Puede estimular la creatividad y la concentración en las personas, lo que resulta útil para actividades donde se necesita concentración estable.
<b>Fomento del ejercicio físico</b>	Son espacios propicios para ejecutar actividades físicas, lo que tiene un impacto positivo en la salud física y mental.
<b>Fomento de la socialización</b>	Son un escenario adecuado para congregarse reuniones de personas y así buscar la mejora de la salud psicológica de las personas.

**Nota.** Elaboración propia. Adaptada de (De Keisejer, 2020)

**Tabla 9***Aroma de vegetación y sensaciones*

<b>ÁRBOLES</b>		
<b>Especie</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Sensaciones</b>
Acada	Acacia spp	Naturaleza, campo
Cerezos ornamentales	Prunus spp	Olor dulce que provoca hostigamiento
Eucalipto	Eucalyptus glbulus, E. citriodora	Curación, salud
Magnolio	Magnolia grandiflora	Desagradable, incómodo
Manzano de flor	Malus spp	Frescura
Naranja, limonero y cítricos	Citrus spp	Frescura, hambre
Ciprés	Cupressus sempevirens	Miedo, recuerdo a parques y cementerios
Pinos	Pinus spp	Navidad, amor, cariño, salud
Tilo	Tilia spp	Curación, salud
<b>ARBUSTOS</b>		
<b>Especie</b>	<b>Nombre Científico</b>	<b>Sensaciones</b>
Budleia	Buddeja davidii	Paz y tranquilidad
Gardenia	Gardenia jasminoides	Tranquilidad
Hamamelis	Hamamellis mollis	Tranquilidad
Laurel	Laurus nocilis	Tranquilidad
Mirto	Myrtus communis	Tristeza, miedo, soledad
Retama de olor	Spartium junceum	Tranquilidad
Romero	Rosmainus officinalis	Curación, salud
Rosa	Rosa spp	Amor, afecto, cariño, pasión

Sáuco	Sambucus nigra	Limpieza, salud
<b>HERBÁCEAS</b>		
<b>Especie</b>	Nombre científico	Sensaciones
<b>Albahaca</b>	Occimum basilicum	Comida
<b>Apio de monte</b>	Levisticum officinalis	Hambre
<b>Cilantro</b>	Conandrus sativum	Hambre, comida
<b>Claveles y clavelinas</b>	Dianthus spp	Reiligiosidad
<b>Geranios de olor</b>	Pelargorium graveolens, crispum	Jardín, medicina
<b>Hinojo</b>	Foeniculum vulgare “Purpureum”	Comida
<b>Lavanda</b>	Lavanda anfastifolia	Limpio, pureza
<b>Manzanilla</b>	Chamamelun nobile	Medicina, salud
<b>Menta</b>	Mntha piperita	Limpieza, salud
<b>Orégano</b>	Origarium vulgare	Comida, condimento
<b>Perejil</b>	Petroselium crispum	Comida, amargo
<b>Ruda</b>	Ruta graveloens	Medicina casera
<b>Tomillos</b>	Thymus spp.	Comida
<b>Verbena</b>	Verbena x hybrida	Amrargo, castigo
<b>Violeta</b>	Viola odorata	Enfermedad, remedio
<b>TREPADORA</b>		
<b>Especie</b>	Nombre Científico	Sensaciones
<b>Jazmines</b>	Jasminum	Tranquilidad, libertad, alegría
<b>Rosal trepador</b>	Rosa	Amor afecto, cariño, pasión

**Nota.** Elaboración propia. Adaptada de MONCAYO Alexandra, Tesis de Maestría en Arquitectura. “Aportaciones de la arquitectura de paisaje en el diseño urbano arquitectónico”.

### 2.3.5 Colores en la neuroarquitectura

Diversas investigaciones han determinado que los colores influyen de forma directa en el cerebro, sobre todo en las emociones, el ánimo y la productividad. Es por esto que los arquitectos pueden utilizar estos conocimientos sobre psicología del color en la creación de espacios con efecto positivo de las personas que los habitan. (Layer, 2020)

Los colores son una herramienta poderosa en el diseño arquitectónico y la neuroarquitectura. Al utilizar el conocimiento de la psicología del color, los arquitectos pueden crear entornos que promuevan la salud mental y el bienestar de las personas que los habitan.

**Figura 20**

*El color en la neuroarquitectura*

									
<b>ROJO</b>	<b>AZUL</b>	<b>VERDE</b>	<b>AMARILLO</b>	<b>NARANJA</b>	<b>VIOLETA</b>	<b>ROSA</b>	<b>MARRÓN</b>	<b>GRIS</b>	<b>NEGRO</b>
DINAMISMO	PROFESIONAL	NATURALEZA	CALIDEZ	INNOVACIÓN	LUJO	DIVERSIÓN	MASCULINO	AUTORIDAD	PODER
CALIDEZ	SERIEDAD	ÉTICA	AMABILIDAD	MODERNIDAD	REALLEZA	PRESUMIDO	RURAL	OPACIDAD	SOFTICADO
AGRESIVO	INTEGRIDAD	CRECIMIENTO	POSITIVIDAD	JUVENTUD	SABIDURÍA	INOCENCIA	NATURAL	SENCILLEZ	PRESTIGIO
PASIÓN	SINCERIDAD	FRESCURA	ESTIMULANTE	DIVERSIÓN	DIGNIDAD	FEMENINO	TIERRA	RESPECTO	VALOR
ENERGÍA	CALMA	SERENIDAD	ALEGRÍA	ACCESIBILID.	MISTERIO	DELICADEZA	SIMPLICIDAD	NEUTRAL	ATEMPORAL
PELIGRO	INFINITO	ORGÁNICO	LUMINOSO	VITALIDAD	ESPIRITUAL	ROMÁNTICO	RÚSTICO	HUMILDAD	MUERTE

**Nota:** Psicología del color. Tomado de (ILET, 2020)

### 2.3.6 Texturas en la neuroarquitectura

Las texturas son elementos importantes en el diseño arquitectónico, ya que pueden afectar la manera en que las personas se sienten y experimentan un espacio. Por ejemplo, las texturas suaves pueden transmitir una sensación de calma y confort, mientras que las texturas rugosas pueden generar un efecto más rudo y áspero.

Algunos estudios sugieren que las texturas pueden afectar la actividad en ciertas áreas del cerebro, como la corteza prefrontal y la corteza visual.

Además, las texturas también pueden ser utilizadas para crear contrastes y jerarquías visuales en un espacio, lo que puede ser útil en la orientación y la navegación dentro de un edificio. Por ejemplo, una textura diferente en el suelo puede indicar un cambio de zona o función dentro de un espacio.

Las texturas se pueden clasificar de acuerdo al sentido que las percibe es así que tenemos:

- Textura táctil: las que se perciben a través del tacto y la vista.
- Textura visual: son en dos dimensiones, no poseen relieves y que son percibida únicamente a través de la vista.

También se pueden clasificar por su origen y así tenemos:

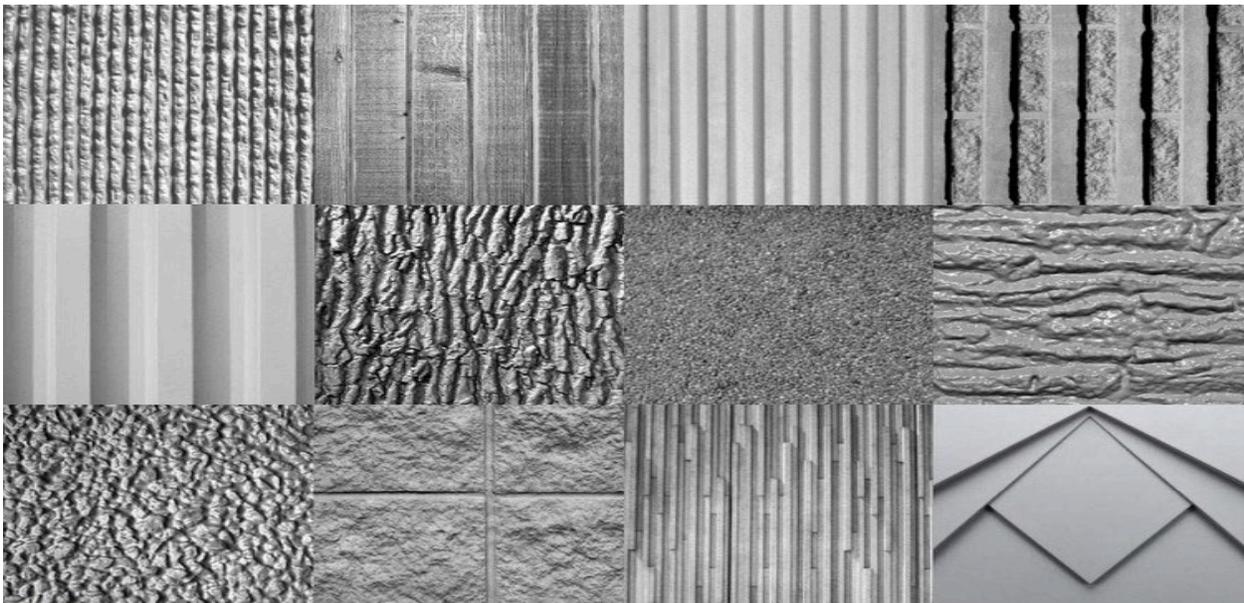
- Texturas naturales: las que no han sido manipuladas por el hombre y mantienen su relieve original.
- Textura artificial: son creadas o modificadas por la mano del hombre y suelen ser decorativas.

Se pueden clasificar por la distribución de sus elementos y así tenemos:

- Texturas geométricas: aquellas que tienen un patrón ya sea visual o táctil basado en figuras geométricas regulares.
- Texturas orgánicas: son aquella que no poseen una forma geométrica definida, sino que siguen un patrón natural.

### Figura 21

#### *Texturas en la neuroarquitectura*



**Nota:** Texturas en hormigón. Tomado de (Materials, 2019)

Las texturas pueden tener un impacto significativo en la percepción y el bienestar de las personas, así como en la forma en que el cerebro procesa la información sensorial. Es transcendental considerar cuidadosamente las texturas al diseñar espacios arquitectónicos para maximizar su efecto positivo en las personas, para lo cual se presenta la siguiente clasificación y la percepción que se tiene de las mismas.

**Tabla 10***Clasificación de las texturas*

<b>Textura</b>	<b>Concepción</b>	<b>Percepción</b>
<b>Orgánica</b>	Las texturas presentes en los elementos naturales como ejemplo piedra, cortezas vegetales, agua. Se presentan como rugosas y con una estructura no definida.	Naturalidad, vejez, fortaleza, proximidad
<b>Lisas</b>	La textura que se ha realizado por intervención humana, cuyo fin es que sea regular o plana.	Austeridad, limpieza, simplicidad, lejanía
<b>Geométricas</b>	Es la textura que se realiza en forma organizada o arbitraria.	Organización, seriedad, armonía
<b>Sedoso</b>	Principalmente materiales prefabricados como telas, paños, etc.	Calidez, suavidad, sencillez
<b>Áspero</b>	Materias que pueden ser similares a los lisos, pero cuyos acabados causan reacción en la piel de intolerancia.	Dureza, rechazo, agresividad
<b>Duro</b>	Texturas que se presentan en materiales rígidos.	Fortaleza, seriedad, frialdad,
<b>Viscoso</b>	Textura líquida de elementos que recubren otros objetos ya presentes como por ejemplo grasa, aceite, etc.	Suciedad, repudio, asco

**Nota.** Elaboración propia. Adaptada de INMA, “Estudio de Texturas” Artículo. Ed.

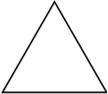
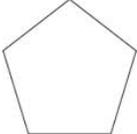
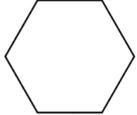
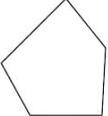
Enero 2012

### 2.3.7 Morfología en la neuroarquitectura

La morfología arquitectónica en la neuroarquitectura está referida a la relación entre la forma y/o volumen del objeto arquitectónico con respecto a las actuaciones que tienen los usuarios ya sea en el interior o exterior a las mismas, así que se presenta la percepción que las personas tienen a las diferentes figuras y volúmenes geométricos:

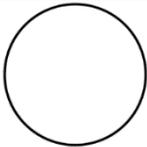
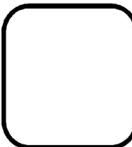
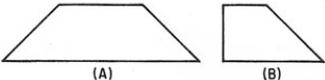
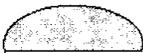
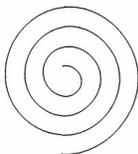
**Tabla 11**

*Percepción de las figuras poligonales*

FIGURA	IMAGEN	PERCEPCIÓN	PROPIEDAD ACUSTICA
TRIANGULO		Conflictivo, tenso	No permite la resonancia.
CUADRADO		Estabilidad, equilibrio, seguridad	Forma propicia para la resonancia.
PENTAGONO		Amplitud, libertad, espacio para recorrer.	Limita el efecto de resonancia y a la vez baja el sonido, debido a que no posee caras opuestas.
HEXAGONO		Amplitud, espacio, regularidad.	Posee caras opuestas, y es propicio para la resonancia.
POLIGONO REGULAR DE DIVERSIDAD DE LADOS		Amplio, no permite una circulación de reconocimiento fácil.	Permite la resonancia, óptimo para crear eco.
POLIGONO IRREGULAR		Confuso para el direccionamiento	Ahoga los sonidos, permite evitar recoger ruidos externos.

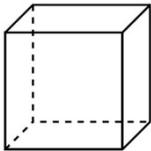
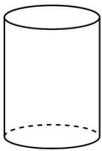
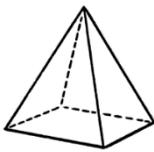
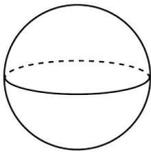
**Nota.** Elaboración propia. Adaptada de ORTIZ, Michelle (2012), Psicología de las figuras geométricas, pág. 75-84 Fuente: ORTIZ, Michelle (2012), Psicología de las figuras geométricas, pág. 75-84

**Tabla 12***Percepción de las figuras no poligonales*

FIGURA	IMAGEN	PERCEPCIÓN	PROPIEDAD ACUSTICA
CIRCULO		Protección, inestabilidad, totalidad, infinitud, calidez, cerramiento.	La resonancia se magnifica, y promueve el fenómeno del eco.
RECTÁNGULO		Estabilidad, rectitud, fácil reconocimiento.	Forma ideal para la resonancia.
CUADRADO CON ESQUINA REDONDEADAS		Estabilidad, armonía, fácil para reconocimiento y ubicación.	Permite la amplificación de la reverberación.
PARALELOGRAMO		Confusión para circular, rectitud dependiendo de su disposición.	Permite la permeabilidad de los sonidos.
TRAPEZOIDE		Confuso, inestable.	Permeabilidad de los sonidos.
CONCAVA		Protección, calidez, estabilidad. Dinamismo.	Permiten el eco, así como concentran el sonido en el interior.
CONVEXA		Inestabilidad, exteriorizar las cosas, peligro, delimitación.	Difuminan el sonido.
ESPIRAL		Confusión, aventura, dinamismo.	No permiten la propagación total del sonido.

**Nota.** Elaboración propia. Adaptada de ORTIZ, Michelle (2012), Psicología de las figuras geométricas, pág. 75-84 Fuente: ORTIZ, Michelle (2012), Psicología de las figuras geométricas, pág. 85-89

**Tabla 13***Percepción de los volúmenes*

VOLUMEN	IMAGEN	APRECIACIÓN	PROPIEDAD ACUSTICA
<b>CUBO</b>		Estabilidad, seguridad, permite guiarse de forma rápida.	Forma ideal para la resonancia.
<b>CILINDRO</b>		Protección, inestabilidad, totalidad, infinitud, calidez, cerramiento.	La resonancia se magnifica, y promueve el fenómeno del eco.
<b>PIRAMIDE</b>		Estrechamiento, inestabilidad, inseguridad y conflictivo.	No permite una clara resonancia, difumina el eco.
<b>ESFERA</b>		Intimidad, calidez, reunión.	La resonancia se magnifica, y promueve el fenómeno del eco.

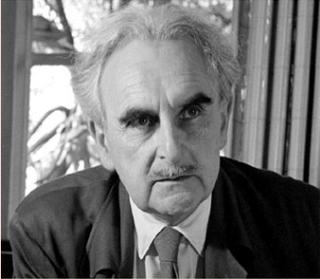
**Nota.** Elaboración propia. Adaptada de ORTIZ, Michelle (2012), Psicología de las figuras geométricas, pág. 75-84 Fuente: ORTIZ, Michelle (2012), Psicología de las figuras geométricas, pág. 90-98

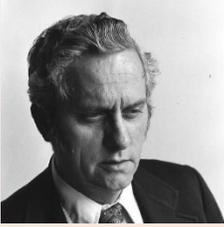
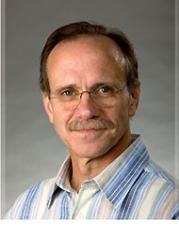
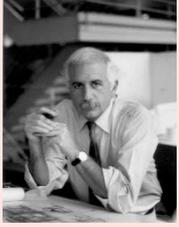
## 2.4 Referentes de la neuroarquitectura

La neuroarquitectura se ha convertido en una disciplina de conocimiento popular relativamente nueva, aunque se ha venido trabajando con ella desde tiempos, esta rama de la neurociencia empieza a ser conocida realmente desde 1998 cuando los neurocientíficos Fred H. Gage y Peter Erikson descubrieron que el cerebro humano es puede producir nuevas neuronas cuando el ser humano llega a una edad adulta siempre y cuando se encuentre en un entorno o contexto que estimule este conocimiento. Entre los principales referentes de la neuroarquitectura mencionaremos a los siguientes:

**Tabla 14**

*Referentes de la neuroarquitectura*

Referente	Aporte
 <p><b>Richard Neutra</b> (1892-1970)</p>	<p>Creía que los espacios arquitectónicos podrían tener un efecto positivo o negativo en la mente humana, y que es fundamental diseñar edificios que tuvieran un efecto calmante y terapéutico. Pensaba que los edificios debían ser diseñados para permitir que la mente se relajara y descansara, en lugar de sobre estimularla. Sus diseños se caracterizaban por tener techos altos, ventanas grandes, paredes de vidrio y espacios abiertos que permitían la entrada de luz natural y aire fresco. También resaltaba la relación entre el interior y el exterior, y en la creación de espacios que se sintieran como una extensión del paisaje natural. Neutra aplicó estos principios en muchos de sus proyectos, incluyendo la Casa Lovell en Los Ángeles, la Casa Kaufmann en Palm Springs y la Casa Miller en California. A través de su trabajo, Richard Neutra se convirtió en un pionero en la neuroarquitectura y dejó un legado duradero en la arquitectura moderna.</p>
	<p>Khan estaba particularmente interesado en la relación entre la arquitectura y la percepción visual. Creía que la luz y la sombra eran fundamentales para la experiencia arquitectónica, y diseñó</p>

 <p><b>Louis Khan</b> (1901-1974)</p>	<p>edificios que utilizaban la luz de manera innovadora para crear espacios emocionales y contemplativos. Además, Khan también creía en la importancia de diseñar edificios que fueran intuitivos y fáciles de entender para las personas que los utilizaban. En lugar de crear diseños complejos que requerían instrucciones detalladas, Khan buscaba crear edificios que fueran fáciles de navegar y que permitieran a las personas comprender el espacio de manera natural.</p>
 <p><b>John Paul Eberhard</b> (1927-2020)</p>	<p>Es uno de los primeros arquitectos que comenzó a explorar la neurociencia cognitiva y su relación con el diseño arquitectónico.</p>
 <p><b>Fred Gage</b> (1950 - )</p>	<p>Aunque no es arquitecto, es un neurocientífico que ha trabajado en proyectos de investigación colaborando con arquitectos para entender cómo el cerebro humano responde al ambiente construido.</p>
 <p><b>Moshe Safdie</b> (1938 - )</p>	<p>Es un arquitecto que ha incorporado principios de neurociencia en su diseño. Su proyecto más conocido es el "Habitat 67", que es un complejo de viviendas en Montreal que se basa en principios de la neurociencia para crear un ambiente que favorece la interacción social.</p>
	<p>Se especializa en la relación entre la neurociencia con la arquitectura, llevo a cabo investigaciones sobre cómo los edificios afectan emocionalmente a las personas. Es coautora del libro "Cognitive Architecture: Designing for How We Respond to the Built Environment", en el que explora cómo los principios de la neurociencia pueden ser aplicados al diseño arquitectónico para crear espacios más eficaces y agradables para las personas. se ha centrado en la investigación de la</p>



**Ann Sussman:**

percepción visual y cómo esto afecta el diseño arquitectónico. Ha trabajado en proyectos para crear ambientes más amigables para las personas con trastornos del espectro autista y otras condiciones de salud mental. Se especializa en la relación entre la arquitectura y la neurociencia, y ha llevado a cabo investigaciones sobre cómo los edificios afectan a las personas a nivel emocional y cognitivo. Es coautora del libro "Cognitive Architecture: Designing for How We Respond to the Built Environment", en el que explora cómo los principios de la neurociencia pueden ser aplicados al diseño arquitectónico para crear espacios más eficaces y agradables para las personas.



**ANFA**

**Academia de Neurociencia  
para la Arquitectura**

Es una organización que se dedica a explorar la intersección entre la arquitectura y las neurociencias. Fundada en 2003, ANFA. Su objetivo promover la comprensión de la relación del espacio construido y su influencia en el cerebro y al comportamiento humano. ANFA se enfoca en la investigación y la educación en neurociencias y arquitectura, y busca fomentar la colaboración entre arquitectos, neurocientíficos, psicólogos, ingenieros y otros profesionales relacionados con estas áreas. La organización realiza conferencias, publica investigaciones y organiza talleres y eventos educativos para difundir su conocimiento.

ANFA cree que la arquitectura puede tener un impacto significativo en la salud y el bienestar de las personas, y que la aplicación de los hallazgos de la neurociencia puede ayudar a diseñar edificios y entornos más efectivos y sostenibles. La organización trabaja para establecer estándares y mejores prácticas en la industria de la arquitectura, y para fomentar una mayor conciencia de cómo el diseño arquitectónico puede influir en la experiencia humana.

**Nota.** Elaboración propia. Adaptada de (Healty Architecture and City, 2022)

## 2.5 Neuroarquitectura y educación

La neuroarquitectura puede tener alcances importantes para el diseño de espacios educativos, ya que se ha verificado por medio de varios estudios que el espacio físico en el que se aprende puede tener un impacto significativo en el aprendizaje y el rendimiento de los estudiantes. (Academy, 2021)

La neuroarquitectura sugiere que el entorno físico influye en diversos aspectos cognitivos como: la atención, memoria, motivación y estado de ánimo de los estudiantes. Por ejemplo, un ambiente que incluye luz natural, aire fresco y una vista al aire libre puede mejorar el estado de ánimo de los estudiantes y aumentar su capacidad para concentrarse. También, los espacios diseñados para fomentar la interacción social y la colaboración pueden ayudar a desarrollar habilidades sociales y emocionales en los estudiantes.

Algunas de las características que se consideran importantes en la neuroarquitectura aplicada a la educación incluyen la iluminación, la ventilación, la acústica, la ergonomía, la temperatura y la calidad del aire. Además, se han identificado elementos específicos del diseño de interiores, como la elección de colores y texturas, la disposición del mobiliario y la presencia de plantas y otros elementos naturales, que pueden mejorar el bienestar y el rendimiento de los estudiantes.

La neuroarquitectura puede tener un papel importante en el diseño de espacios educativos que apoyen el aprendizaje y el bienestar de los estudiantes. Al considerar cuidadosamente el entorno físico en el que se aprende, es posible crear entornos educativos más efectivos y agradables para los estudiantes.

## 2.6 Casos análogos de neuroarquitectura y educación

### 2.6.1 Instituto Salk de Estudios Biológicos

#### Figura 22

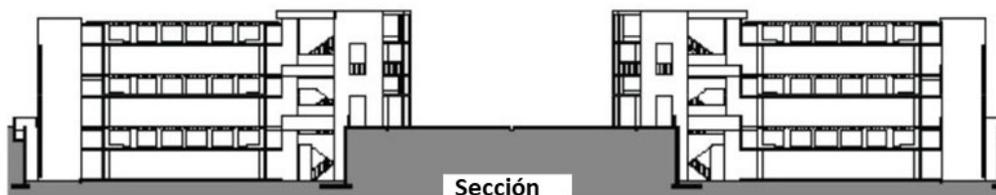
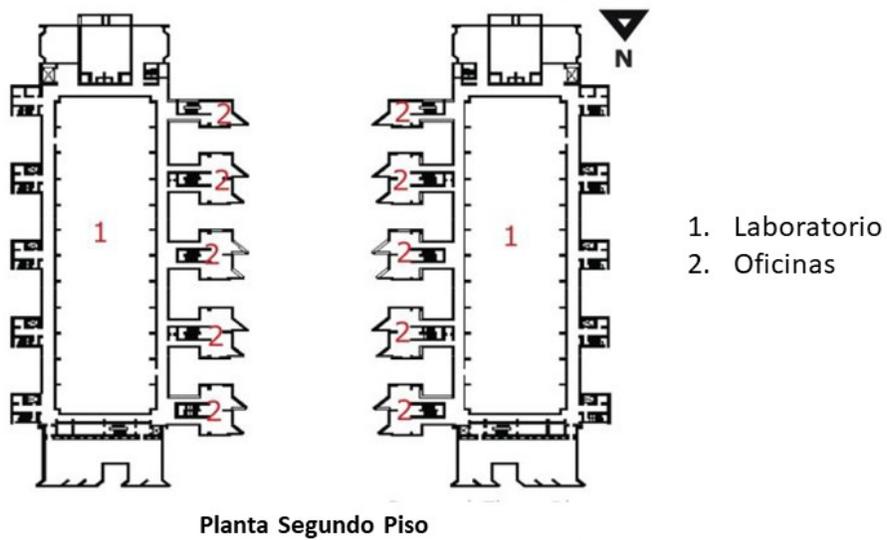
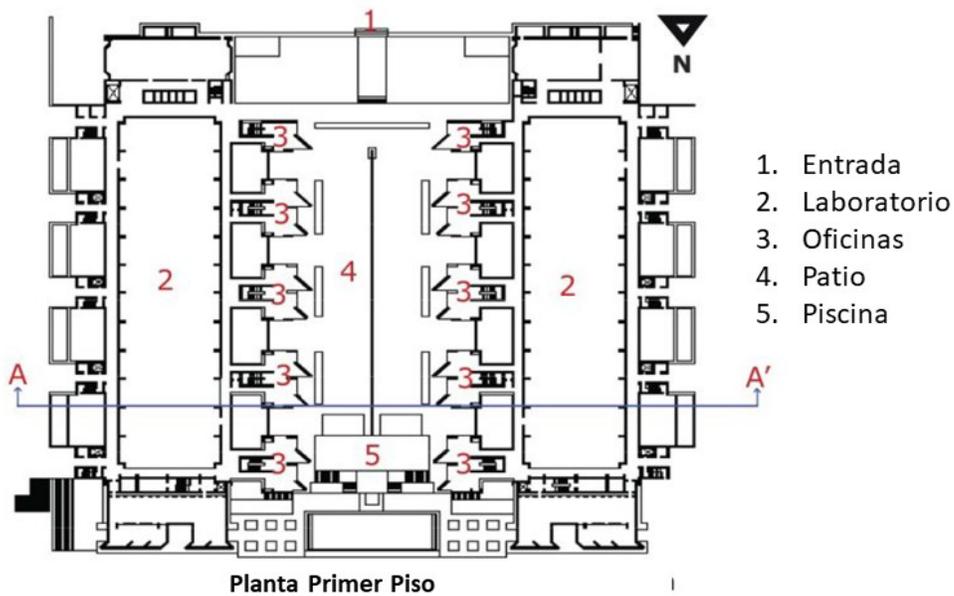
#### *Instituto Salk de Estudios Biológicos*



**Nota:** Texturas en hormigón. Adaptado de (Architect meet innovation, 2023)

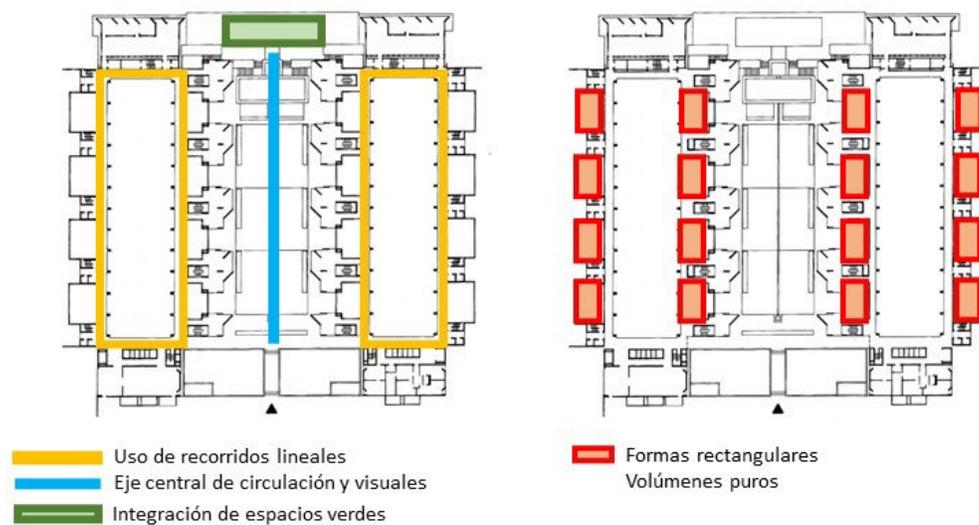
Figura 23

*Análisis Instituto Salk de Estudios Biológicos*



**Nota:** Planos Instituto Salk. Adaptado de (PLEXO, 2015)

Figura 24

*Análisis Instituto Salk de Estudios Biológicos*

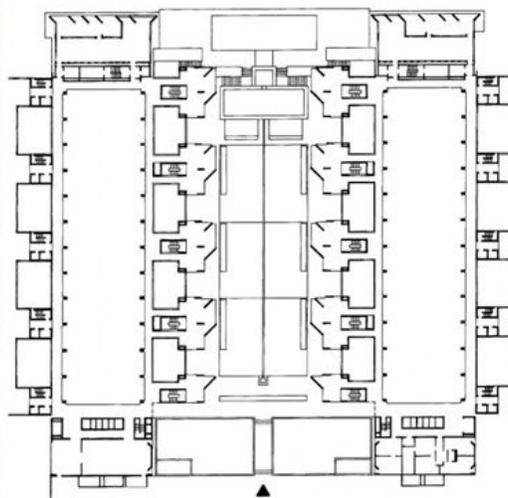
1. Juego de volúmenes que permiten el ingreso de luz parcial
2. Integración de madera en fachadas y quiebre de volúmenes para la ventilación

3. Vacíos y llenos, intercalando volúmenes.
4. Integración con el agua, creado eje acústico

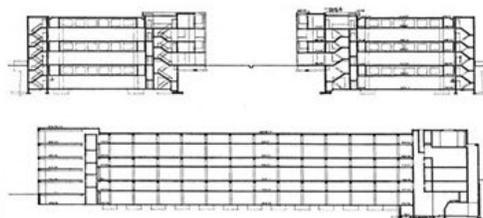
**Nota:** Planos Instituto Salk. Adaptado de (PLEXO, 2015)

Figura 25

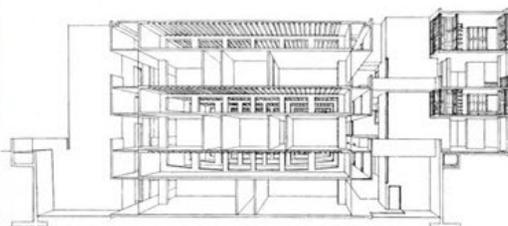
*Análisis Instituto Salk de Estudios Biológicos*



Planta



Cortes y Elevaciones



Perspectiva fugada

### Estrategias de neuroarquitectura



Iluminación natural



Acústico: sólidos



Kinestésico: texturas puras



Color: Gris: Autoridad - sencillez



Forma pura rectangular: solidez



Vegetación: existente relajación

**Nota:** Elaboración propia. Adaptado de (Architect meet innovation, 2023)

## 2.6.2 Escuela Desa Mahkota

**Figura 26**

*Escuela Desa Mahkota*



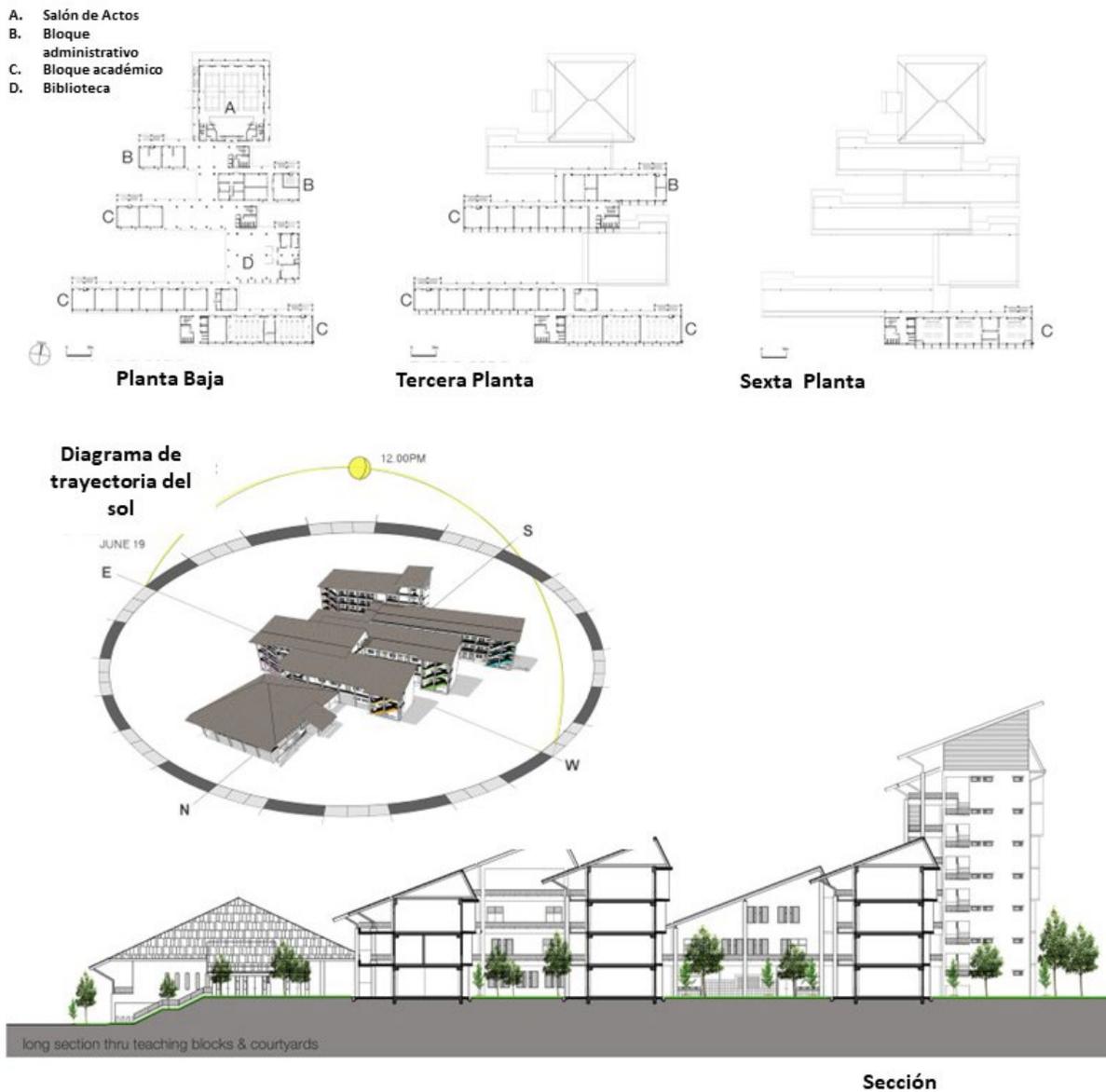
Desa Mahkota es una escuela secundaria nacional diseñada para albergar hasta 1.200 alumnos y hasta 60 profesores. La escuela cuenta con un área construida de 13.000 m<sup>2</sup> con sala de usos múltiples, aulas, laboratorios de ciencias e informática, casino, biblioteca y salas de administración.



**Nota:** *Escuela Desa Mahkota* . Adaptado de (Arch Daily, 2013)

**Figura 27**

*Análisis Escuela Desa Mahkota*

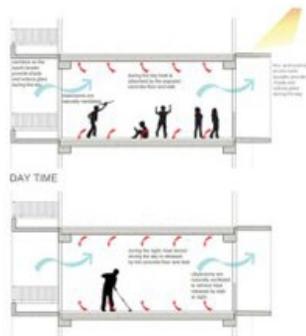
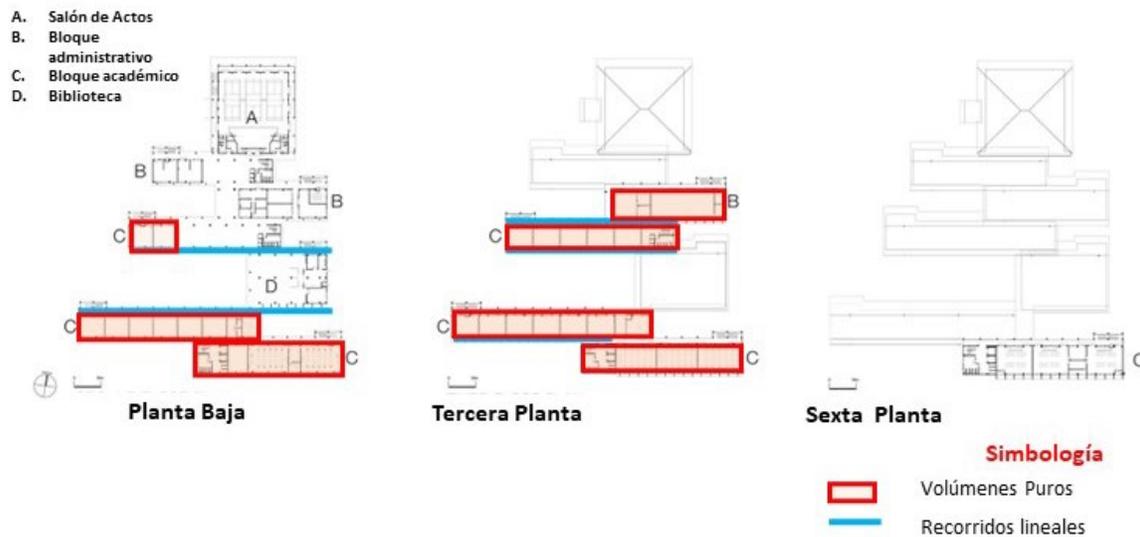


**Nota:** *Planos Desa Mahkota* . Adaptado de (Arch Daily, 2013)

Se trabaja con una distribución uniforme y un diseño semi formal clásico, buscando la integración con la naturaleza, pero se debe destacar su ubicación hace referentica tanto a la luminosidad del sol y la ventilación.

Figura 28

## Análisis Escuela Desa Mahkota



Ventilación



## Estrategias de neuroarquitectura: concentración



Iluminación natural



Color: Blanco: sencillez –pulcritud



Acústico: sólidos



Forma pura rectangular: solidez



Kinestésico: texturas lisas



Vegetación: existente relajación

**Nota:** Planos Desa Mahkota . Adaptado de (Arch Daily, 2013)

La neuroarquitectura aplicada en esta edificación tiene como fin conseguir la concentración, utiliza volúmenes rectos y puros, texturas lisas, recorridos lineales, que se integran con la naturaleza, además que los ingresos a las aulas son exteriores.

### 2.6.3 Escuela Birralee

**Figura 29**

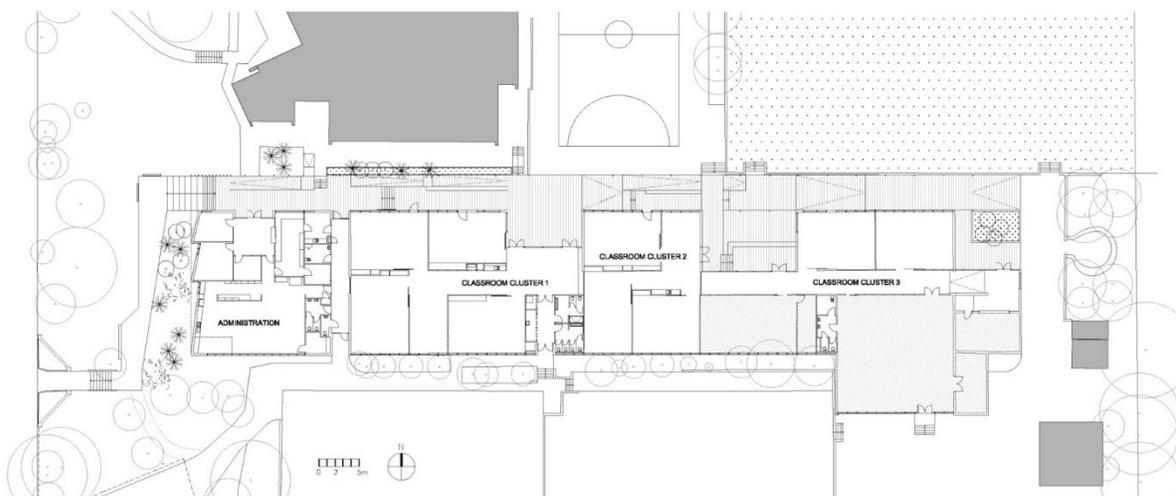
*Escuela Birralee*



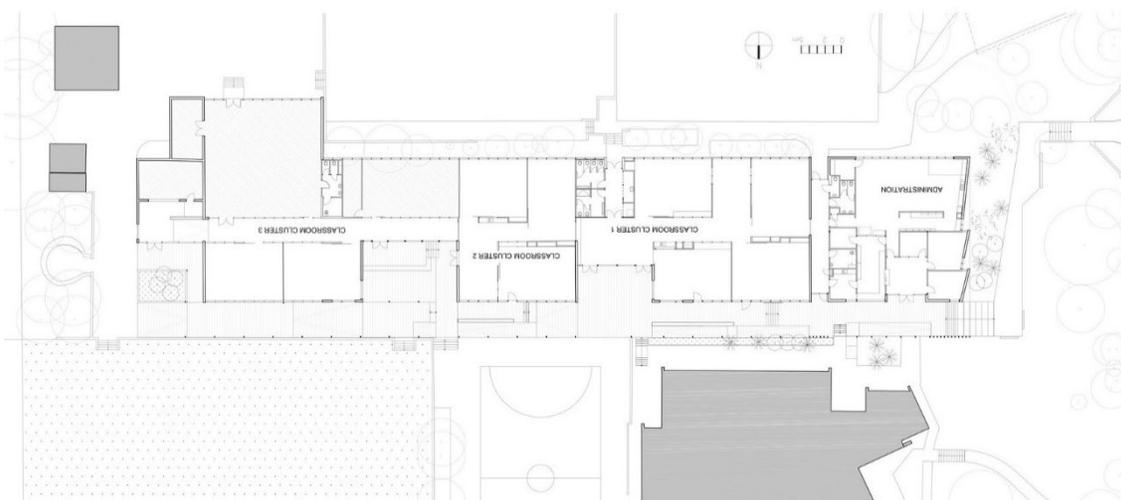
**Nota:** *Vistas Escuela Birralee* . Adaptado de (Arch Daily, 2020)

**Figura 30**

*Planos Escuela Birralee*



*Planta Alta*



**Planta Alta**

**Nota:** *Planos Escuela Birralee* . Adaptado de (Arch Daily, 2020)

Figura 31

## Análisis Escuela Birralee



**Nota:** Análisis Escuela Birralee . Adaptado de (Arch Daily, 2020)

#### 2.6.4 Síntesis de casos análogos

Al realizar el análisis de los edificios de casos análogos se puede denotar que parten siempre de la idea que, la neuroarquitectura les sirve para potenciar el aprendizaje o desarrollar nuevas habilidades cognitivas en los usuarios para esto se han destacado que utilizan los siguientes elementos:

- El uso de recorridos lineales, que permitan el acceso a cada una de las aulas o habitaciones del edificio educativo de manera fácil y rápida.
- Volúmenes puros, rectangulares o cúbicos que les permita reflejar sencillez en la forma del edificio.
- El punto o foco principal es la iluminación, se busca captar la luz solar o la luz del día para el aprendizaje.
- La ventilación y orientación es otro aspecto que destacan puesto que les permite el recorrido del aire en su mayor capacidad.
- Se destaca también que en todos se ve presente la ornamentación o las áreas verdes alrededor de la edificación, permitiendo que el mismo se acople a las áreas verdes.
- No todos utilizan el agua como punto referencial para el diseño y construcción de edificios educativos con principios de neuroarquitectura.

## METODOLOGÍA

En la presente investigación se precisa la utilización de métodos en los cuales nos permita recolectar información para cumplir los objetivos planteados de acuerdo con el tema de investigación, por lo cual se establece como área de estudio las instituciones educativas secundarias del Distrito de Educación 17D05.

### **Área de estudio.**

Quito, es la capital de la provincia de Pichincha y también la capital del Ecuador, se encuentra a 2.850 m.s.n.m. Cuenta con una superficie de 372.4km<sup>2</sup>. Las parroquias urbanas que pertenecen al Distrito de Educación 17D05 son La concepción y Jipijapa, la cual cuenta con 23 instituciones fiscales educativas para secundaria.

### **Proceso**

Para la presente investigación se realizó una investigación bibliográfica y experimental, mediante la cual se plantea investigar, observar y establecer estrategias de neuroarquitectura enfocadas en el diseño de centros educativos fiscales del Distrito 17D05 Norte de la Ciudad de Quito, para lo cual se realizó el siguiente procedimiento.

#### **Etapa 1**

1. Realizar la investigación sobre neuro educación y neuroarquitectura, además de la relación que existía entre estas y los establecimientos educativos en Ecuador.

#### **Etapa 2**

2. Realizar el análisis de la neuroarquitectura en establecimientos educativos como referentes para nuestro análisis de investigación.

3. Investigas sobre que principios son los referentes a la neuroarquitectura aplicables a la neuroeducación.

### **Etapa 3**

4. Se identificó el sitio a investigar, que para este caso son las instituciones educativas de secundaria del Distrito D05 de educación de la ciudad de Quito.
5. Posteriormente seleccionamos cuatro instituciones educativas de secundaria a las cuales se les analizará las características arquitectónicas de sus espacios educativos para saber qué características de neuroarquitectura poseen.
6. Una vez identificadas las características de los espacios educativos, se procedió a seleccionar una institución educativa, para nuestro caso se seleccionó la Unidad Educativa Fiscal Los Shyris, ubicada en el sector norte de la ciudad de Quito.
7. Como siguiente paso y con previa autorización de la señora rectora se realizó el levantamiento arquitectónico de la institución.
8. Una vez levantado se designó que se trabajaría con las cuatro aulas de segundo de bachillerato técnico en el cual se identificaría los aspectos correspondientes a la neuroarquitectura y a la par se revisará el rendimiento académico de los estudiantes de estas aulas.
9. Luego se realizó el análisis de las aulas en cuanto a temperatura, luminosidad, acústica, forma, materiales constructivos, ventilación y relación con los espacios verdes, determinando así en una escala cuál de estas aulas cuenta con mayores características de neuroarquitectura.
10. Una vez identificado se revisó cuál era el rendimiento de los estudiantes en cada aula y ver si tenía relación el rendimiento con las características neuro arquitectónicas.

11. Se realizó una encuesta a los estudiantes en estas aulas para saber cuál es la percepción del espacio arquitectónico que los estudiantes tenían en estas aulas.
12. Luego se cambió de aula a los estudiantes sin variar los aspectos neuro arquitectónicos que ya poseían las aulas.
13. Nuevamente se realizó las mediciones referentes a las características neuro arquitectónicas en cada una de las aulas designadas anteriormente
14. Posteriormente se solicitó los documentos de rendimiento académico de los estudiantes y se realizó un análisis comparativo para saber si tiene injerencia el lugar en donde se ubicaron la segunda parte del año con los resultados obtenidos.

## ANÁLISIS

“Damos forma a nuestros edificios,  
luego ellos nos dan forma”

Winston Churchill

### 3.1 Análisis

#### 3.1.1 Sitio

**Figura 32**

*Foto aérea de la ciudad de Quito*



**Nota:** Quito Distrito D05. Tomada de

**Tabla 15**

*Características de la ciudad de Quito*

Ciudad	Distrito Metropolitano de Quito
<b>Fundación</b>	6 de diciembre de 1534
<b>Superficie</b>	372.4 km <sup>2</sup>
<b>Altitud</b>	2850 m.s.n.m
<b>Clima</b>	Tiene un clima fresco y templado durante todo el año, con una temperatura promedio de alrededor de 18 grados Celsius.
<b>Población</b>	2500000 habitantes

**Nota:** Características de la ciudad de Quito. Elaboración propia. Adaptada de (Prefectura de Pichincha, 2023)

### 3.1.2 Distrito D05

**Figura 33**

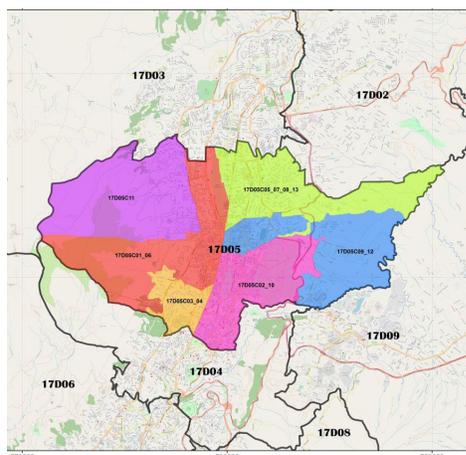
Distritos Quito Norte



**Nota:** Quito Distrito D05. Adaptado de

**Figura 34**

*Cobertura del Distrito 17D05*



**Nota:** Parroquias que componen el Distrito 17D05 de Educación en la Ciudad de Quito. Tomada de Informe de Rendición de Cuentas Distrito 17D05. Elaborado por Unidad Distrital de Planificación 17D05

**Tabla 16**

*Instituciones educativas de secundaria del distrito D05 de la ciudad de Quito*

N°	Institución	Dirección
01	Manuela Espejo	Selva Alegre y Diego Martín de Utreras
02	Gran Bretaña	Polit Lasso y Obispo Días de la Madrid
03	Carlos Zambrano	Diaz de la Madrid y Abel Gallegos
04	Alfonso Laso Bermeo	Antonio Herrera y Selva Alegre
05	Unidad Educativa Gran Colombia	Selva Alegre y Nuño de Valderrama
06	Luciano Andrade Marín	Juan Díaz y Ángel Ludeña
07	Unidad Educativa Fiscal Eloy Alfaro	Luis Tufiño y María Tigisilema
08	INAL	Machala y Fernando Dávalos
09	Hipatia Cárdenas	Nicolás Joaquín y Manuel Matheu
10	Los Shyris	Las Cucardas y Av. 6 de diciembre
11	Camilo Ponce Enríquez	De los Fresnos y Guayacanes
12	Miguel Febres Cordero	Isaac Albeniz y Lizarzaburo
13	Raúl Andrade	Monteserrin y de las Guindas
14	Once de Febrero	Luis Cordero y Tupac Yupangui
15	Guayaquil	
16	24 de Mayo	María Angelica Carrillo 1 Av. 6 de diciembre
17	José María Velasco Ibarra	El Tiempo y Pasaje Mónaco
18	Salamanca	Calle el Tiempo y Pasaje Mónaco
19	Conservatorio Nacional de Música	Cochapata y Manuel de Abascal
20	Central Técnico	Avenida Gaspar de Villarroel y Seymour
21	U.E. Manuela Cañizares	Av. 6 de diciembre y Foch
22	Dillon	9 de octubre y Berlín
23	Juan Montalvo	Gilberto Gatto Sobral y Andrés de Artieda

**Nota:** Instituciones educativas de secundaria distrito D05. Elaboración propia. Adaptada de (Ministerio de Educación, 2023)

### 3.1.3 Cálculo de tamaño de muestra

Para el cálculo del tamaño de la muestra se tomó como referente poblacional los datos proporcionados por el Distrito de Educación número 05, el cual indica que para el distrito de Educación D05, nivel de bachillerato existe una población de 20823 estudiantes.

Figura 35

Orfeta educativa y número de alumnos

NIVELES	CIRCUITO						CANTIDAD DE ESTUDIANTES
	17D05C01_06	17D05C02_10	17D05C03_04	17D05C05_07_08_13	17D05C09_12	17D05C11	
INICIAL	1465	1205	918	1112	744	525	5969
EGB	9980	14840	7655	11810	5128	4009	53422
BACHILLERATO	1571	6504	4193	5292	2090	1173	20823
	13016	22549	12766	18214	7962	5707	80214

**Nota:** Instituciones educativas de secundaria distrito D05. Tomada de (Ministerio de Educación, 2023)

Una vez obtenido este dato, nos apoyaremos en las fórmulas de cálculo muestral finito sin conocer la desviación estándar poblacional de William Sealy Gosse, (Question Pro, 2023)

$$n = \frac{N * Z_{\alpha}^2 * p * q}{e^2 * (N - 1) + Z_{\alpha}^2 * p * q}$$

Nivel de confianza	Z alfa
99.7%	3
99%	2,58
98%	2,33
96%	2,05
95%	1,96
90%	1,645
80%	1,28
50%	0,674

$n$  = Tamaño de muestra buscado

$N$  = Tamaño de la Población o Universo

$Z$  = Parámetro estadístico que depende el Nivel de Confianza (NC)

$e$  = Erro de estimación máximo aceptado

$p$  = Probabilidad de que ocurra el evento estudiado (éxito)

$q = (1 - p)$  = Probabilidad de que no ocurra el evento estudiado

En la misma se trabajará con un 95% de fiabilidad y un máximo del 5% de error medio estimado en el cálculo de muestras de acuerdo a (Question Pro, 2023), de acuerdo a lo citado al realizar el cálculo del tamaño de muestra para la presente investigación se obtiene lo siguiente:

**Tabla 17**

*Tamaño de muestra*

Parámetro	Valor
<b>N</b>	20.823
<b>Z</b>	1,960
<b>P</b>	80,00%
<b>Q</b>	20,00%
<b>e</b>	5,00%

**Nota:** Tamaño de muestra. Elaboración propia.

Tamaño de muestra “**n**”=243

Por lo tanto, se obtiene que el número de tamaño de muestra será de 243 estudiantes.

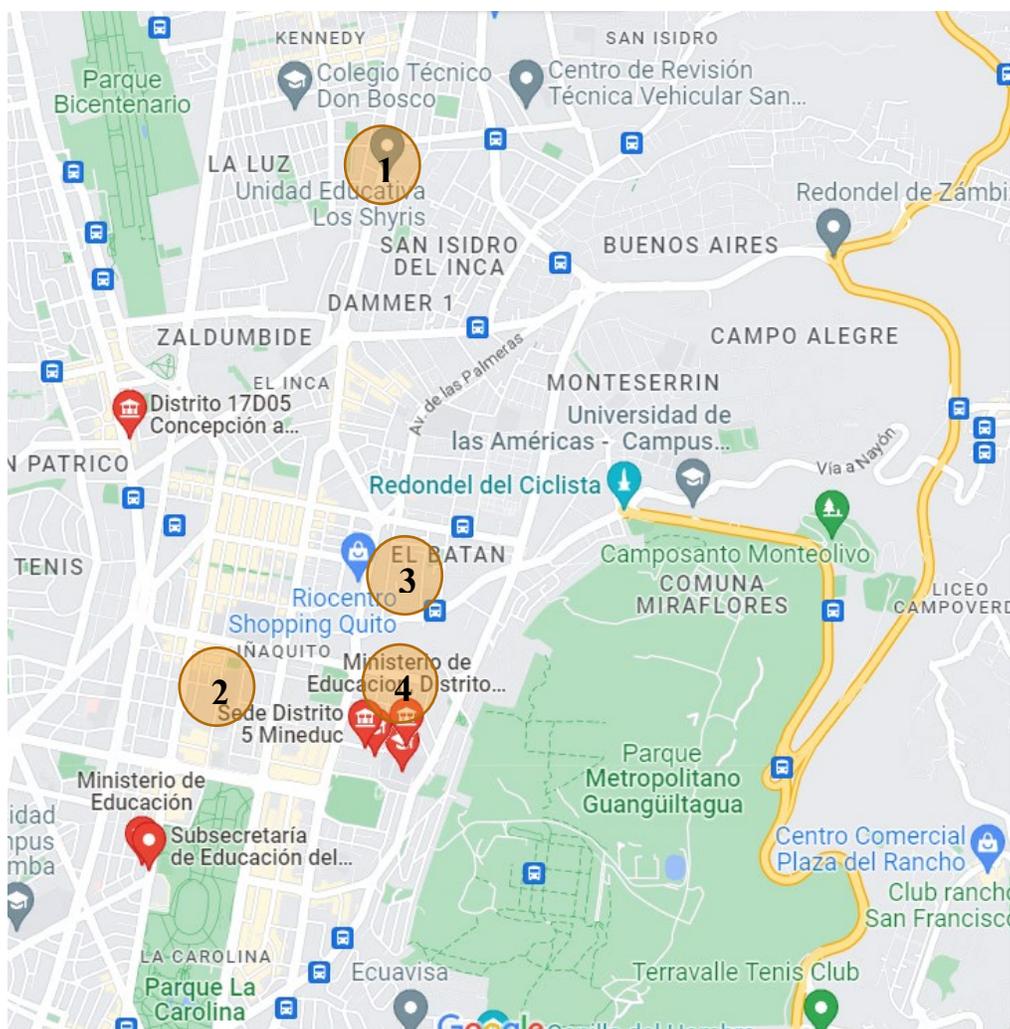
### 3.1.4 Selección de entidades educativas

Con respecto al número de entidades seleccionadas para el caso de estudio, se seleccionó a cuatro instituciones educativas, las cuales son las siguientes: Unidad Educativa Fiscal Los Shyris, Unidad Educativa 24 de Mayo, Unidad Educativa Guayaquil y Unidad Educativa José María Velasco Ibarra; estas instituciones se tomaron como referencia debido al número de estudiantes que tienen, el cual está dentro del promedio de estudiantes de cada institución en este distrito educativo como lo es 1200 – 1500 estudiantes.

El siguiente tópicó fue, que se encuentran entre las seis instituciones con demanda para ingreso para estudiantes cada año en este distrito de acuerdo a los datos proporcionados por las autoridades del distrito.

**Figura 36**

*Ubicación de Instituciones educativas de secundaria seleccionadas*



**Nota:** Edificaciones educativas en del Distrito 17D05. Tomada por Luis Fernando Alejandro Cabrera.

**Figura 37***Unidad Fiscal Los Shyris*

**Nota:** Edificaciones educativas en del Distrito 17D05. Tomada por *L.F.A.C*

**Tabla 18***Datos Unidad Educativa Fiscal Los Shyris*

Nombre de la institución	<b>UNIDAD EDUCATIVA FISCAL LOS SHYRIS</b>
<b>Código AMIE</b>	17H00302
<b>Dirección de ubicación</b>	AV. 6 DE DICIEMBRE E8145 LAS CUCARDAS
Cantón	<b>Quito</b>
Parroquia	<b>Kennedy</b>
Tipo	<b>Fiscal</b>
Zona	<b>Urbana</b>
Estudiantes	<b>1700</b>

**Nota:** Datos Unidad Educativa Los Shyris. Elaboración propia. Adaptada de (Ministerio de Educación, 2023)

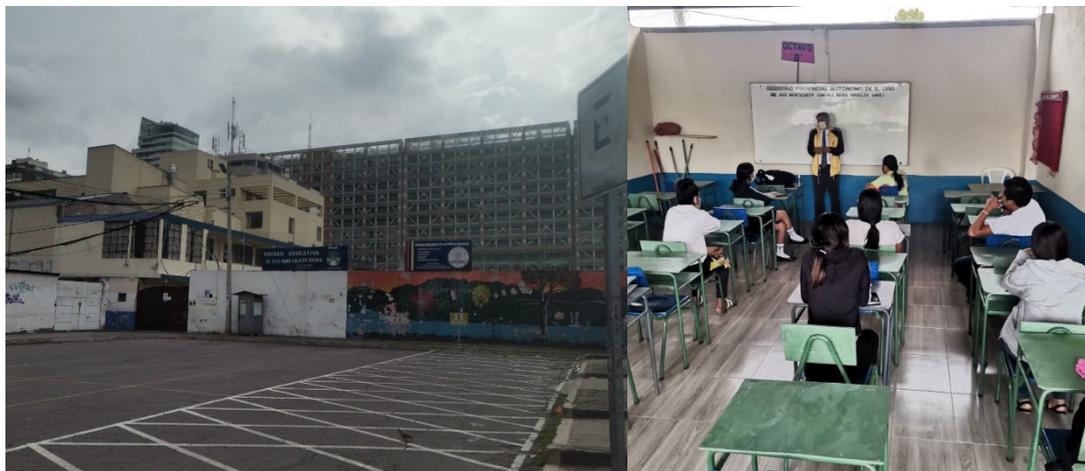
**Figura 38**

*Plano Los Shyris*



**Nota:** Plantas Unidad Educativa Los Shyris. Elaborado por *Luis Fernando Alejandro*

*Cabrera.*

**Figura 39***Unidad José María Velasco Ibarra*

**Nota:** Edificaciones educativas en del Distrito 17D05. Tomada por *L.F.A.C*

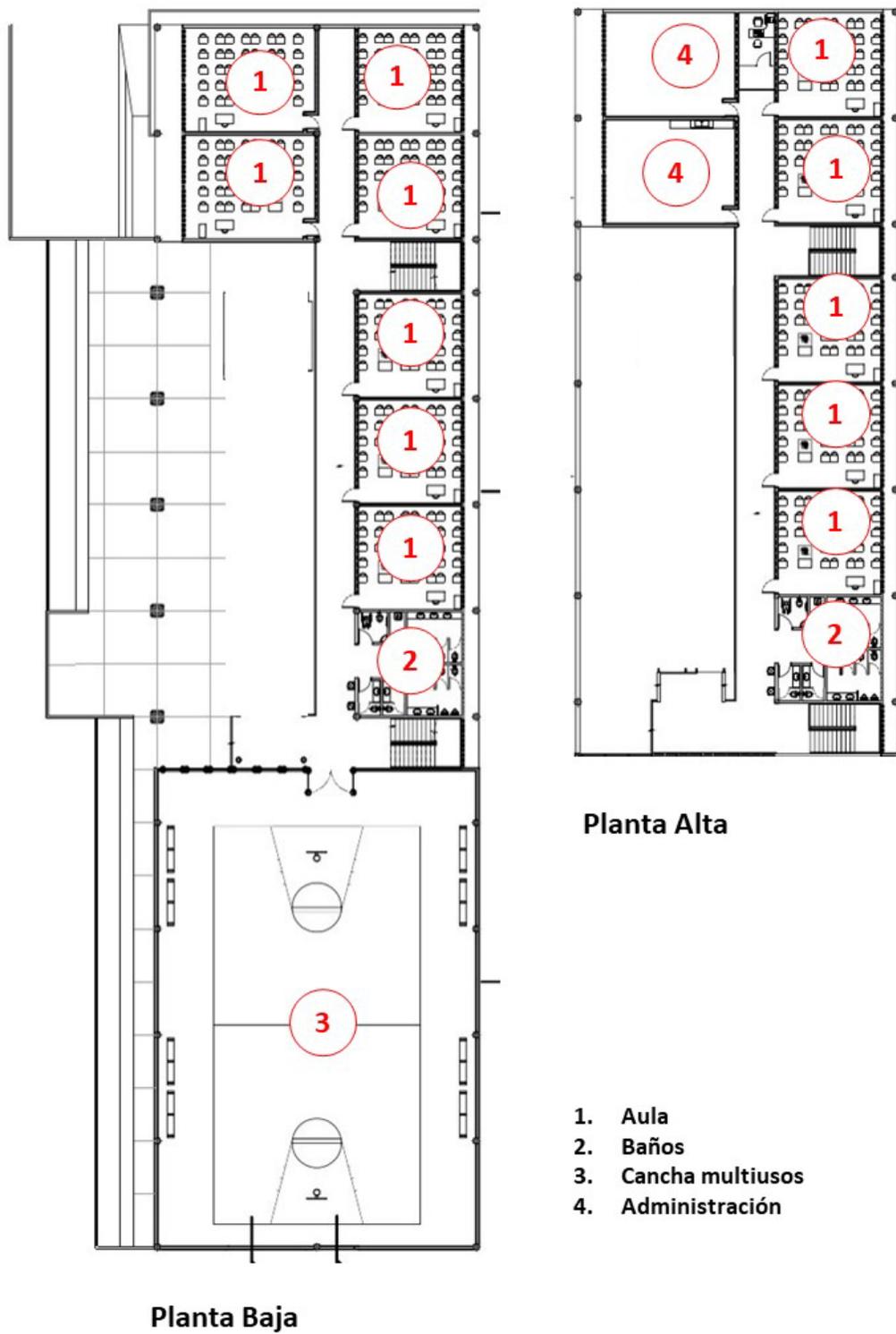
**Tabla 19***Datos Unidad Educativa José María Velasco Ibarra*

Nombre de la institución	<b>UNIDAD EDUCATIVA FISCAL DR JOSE MARIA VELASCO IBARRA</b>
<b>Código AMIE</b>	17H00581
<b>Dirección de ubicación</b>	EL TIEMPO N37-229 PASAJE MONACO
Cantón	<b>Quito</b>
Parroquia	<b>Iñaquito</b>
Tipo	<b>Fiscal</b>
Zona	<b>Urbana</b>
Estudiantes	<b>1274</b>

**Nota:** Datos Unidad Educativa José María Velasco Ibarra. Elaboración propia. Adaptade de (Ministerio de Educación, 2023)

Figura 40

Plano J.M.V.I.



*Nota:* Plantas Unidad Educativa José María Velasco Ibarra. Elaborado por L.F.A.C

**Figura 41***Unidad educativa Guayaquil*

**Nota:** Edificaciones educativas en del Distrito 17D05. Tomada por *L.F.A.C*

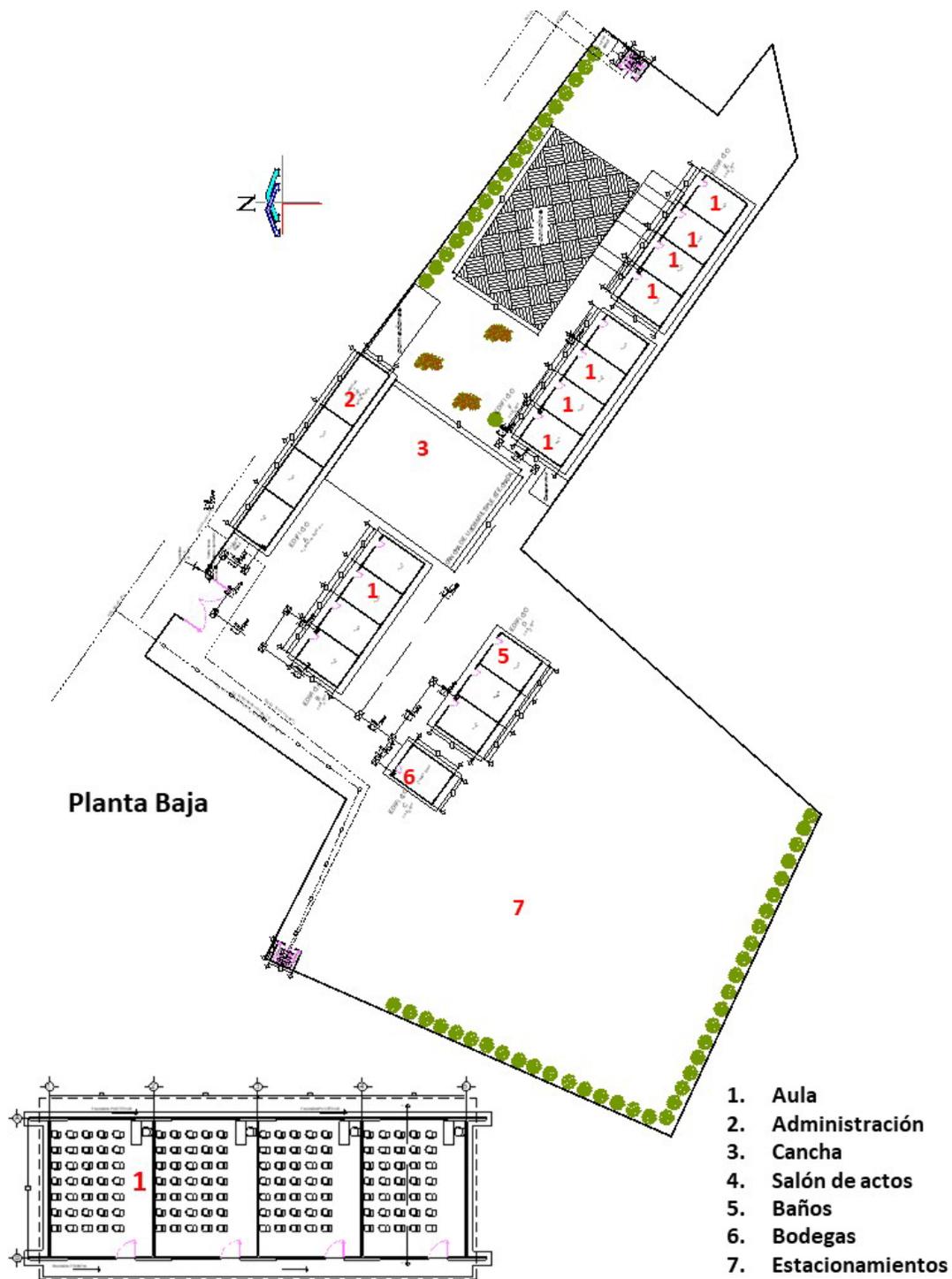
**Tabla 20***Dato Unidad Educativa Fiscal Guayaquil*

Nombre de la institución	<b>UNIDAD EDUCATIVA FISCAL GUAYAQUIL</b>
<b>Código AMIE</b>	17H00267
<b>Dirección de ubicación</b>	MANUEL CAMACHO N39-50 PORTETE
Cantón	<b>Quito</b>
Parroquia	<b>Iñaquito</b>
Tipo	<b>Fiscal</b>
Zona	<b>Urbana</b>
Estudiantes	<b>12784</b>

**Nota:** Datos Unidad Educativa Guayaquil. Elaboración propia. Adaptade de (Ministerio de Educación, 2023)

**Figura 42**

*Planos Unidad Educativa Guayaquil*



*Nota:* Plantas Unidad Educativa Guayaquil. Elaborado por L.F.A.C.

**Figura 43***Unidad Educativa 24 de Mayo*

**Nota:** Edificaciones educativas en del Distrito 17D05. Tomada por *L.F.A.C*

**Tabla 21***Datos Unidad Educativa Fiscal 24 de Mayo*

Nombre de la institución	<b>24 DE MAYO</b>
<b>Código AMIE</b>	17H00316
<b>Dirección de ubicación</b>	<b>MÁRIA ANGÉLICA CARRILLO Y AV. 6 DE DICIEMBRE</b>
Cantón	<b>Quito</b>
Parroquia	<b>Iñaquito</b>
Tipo	<b>Fiscal</b>
Zona	<b>Urbana</b>
Estudiantes	<b>4000</b>

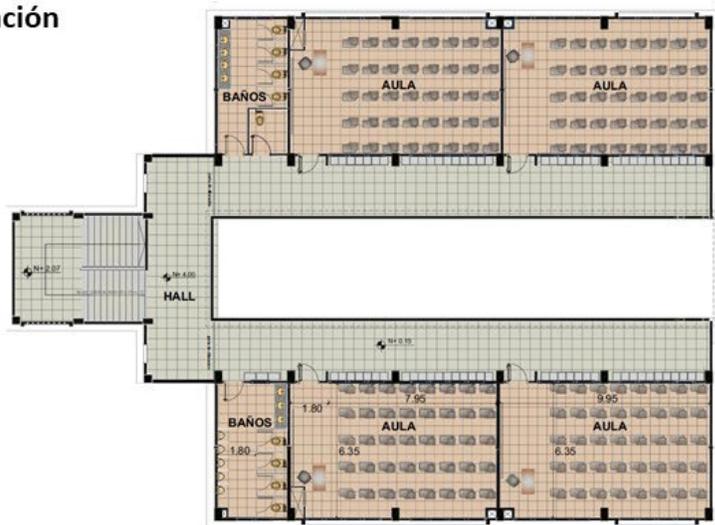
**Nota:** Datos Unidad Educativa 24 de Mayo. Elaboración propia. Adaptade de (Ministerio de Educación, 2023)

**Figura 44**

*Unidad Educativa 24 de Mayo*



**Zonificación**



**Bloque de aulas tipo**

*Nota:*

*Nota.* Plantas Unidad Educativa Guayaquil. Elaborado por Luis Fernando Alejandro Cabrera.

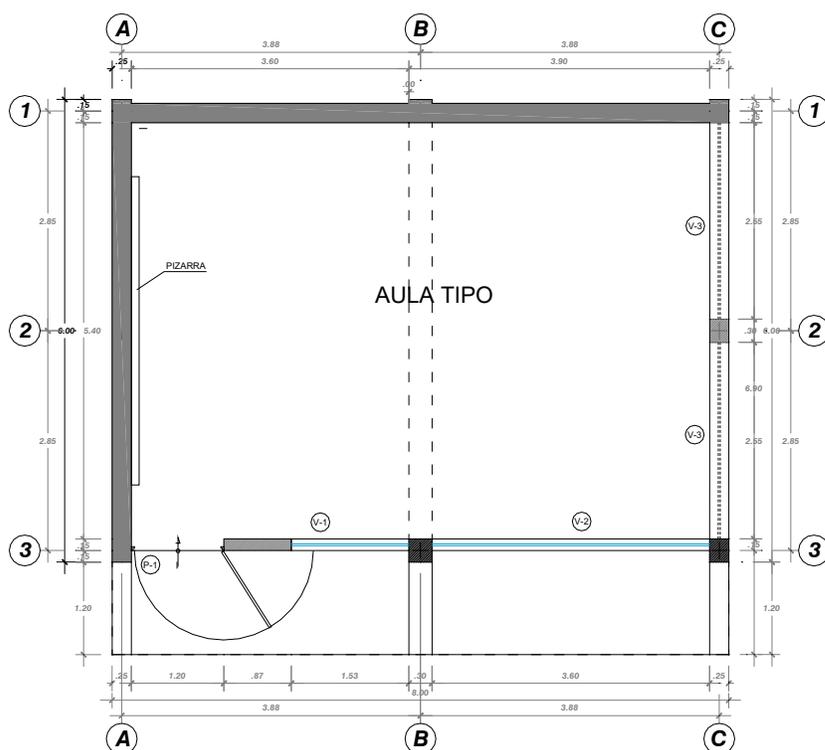
Tomado de Distrito D05 de Educación

### 3.2 Identificación de aula y bloque tipo

De acuerdo a la revisión y análisis que se ha hecho a las diferentes instituciones educativas se puede concluir que existen característicos dos espacios educativos, la primera es el aula de clases que puede estar aislado o en conjunto y la segunda el bloque tipo que va característico de dos aulas conjunta o que también puede ser simétrico con respecto a un elemento arquitectónico que generalmente son las gradas, es así que se presente los dos diferentes espacios arquitectónicos característicos en las instituciones educativas fiscales del distrito D05 de la ciudad de Quito a continuación.

**Figura 45**

*Aula Tipo*



$$\text{Área} = 5.50\text{m} \times 9.00\text{m} = 49.50\text{m}^2$$

*Nota:* Aulas educativas tipo en del Distrito 17D05. Elaborada por L.F.A.C

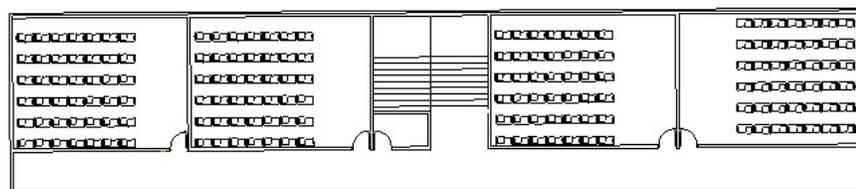
**Figura 46***Aula tipo*

**Nota:** Aulas educativas tipo en del Distrito 17D05. Elaborada por *L.F.A.C*

**Tabla 22***Aula tipo*

Materiales	
Estructura	Hormigón
Piso	Cerámica
Paredes	Ladrillo
Ventanas	Vidrio
Cubierta	Cielo raso pvc / hormigón

**Nota:** Materiales . Elaboración propia. Adaptade de (Ministerio de Educación, 2023)

**Figura 47***Bloque de aulas tipo***Planta Bloque Tipo****Planta****Corte****Perspectiva**

*Nota:* Bloque de aulas educativas tipo en del Distrito 17D05. Elaborada por *L.F.A.C*

### 3.3 Análisis de aulas seleccionadas

De acuerdo a la revisión tanto de instituciones educativas como de sus formas, también del aula y bloque tipo se selecciono a la Unidad Educativa Los Shyris para poder realizar el análisis de las diferentes aulas. Anteriormente se revisión que la muestra debe ser de 282 estudiantes y teniendo en cuenta que el Ministerio de educación indica que cada aula debe ser para 45 estudiantes, por lo cual se necesita hacer el análisis de 7 aulas.

En esta institución se puede encontrar tanto el aula tipo, como también el bloque de aulas tipo, por lo que se realizar en esta institución.

**Figura 48**

*Análisis de aulas seleccionadas*



*Nota:* Análisis Los Shyris. Elaborada por L.F.A.C

### **3.3.1 Principios para el análisis**

Para la realización del análisis se tomará en cuenta los principios relacionados con: la iluminación, sonido, ventilación, olfato, morfología, textura, color y temperatura.

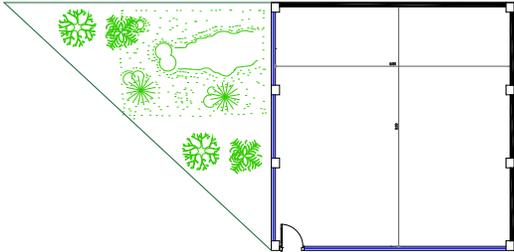
### **3.3.2 Equipos de medición utilizados**

Los equipos con los que se realiza el análisis son los siguientes:

- Luxómetro UT383
- Sonómetro digital Proskit MT 4618
- Laser measure 328ft
- Termómetro Digital, Higrómetro Htc-1+uio

Tabla 23

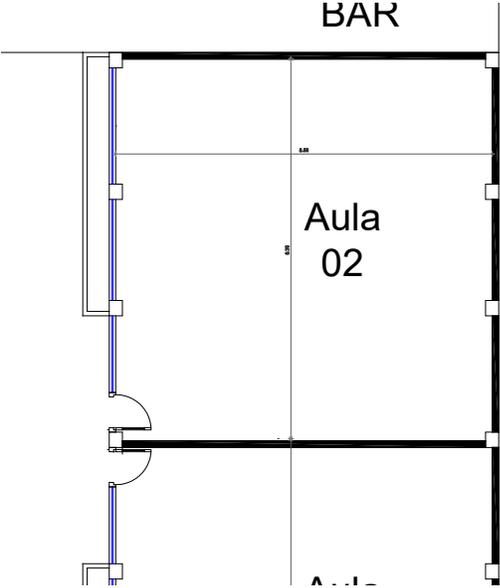
Ficha aula 01

FICHA DE LEVANTAMIENTO PARA ANÁLISIS DE DISEÑO DE AULAS EN BASE A PRINCIPIOS DE NEUORARQUITECTURA			
<b>Datos informativos:</b>			
<b>Institución:</b> Unidad Educativa Fiscal Los Shyris		<b>Ciudad:</b> Quito	
<b>Aula N° 01</b>		<b>Maestrante:</b> Arq. Luis Fernando Alejandro Cabrera	
<b>Fotografías</b>		<b>Planta</b>	
			
<b>PRIMER PARCIAL</b>		<b>SEGUNDO PARCIAL</b>	
Curso: 2do F		Curso: 3ro F	
Fecha: (28-12-2022) al (02-12-2022)		Fecha: (13-02-2023) al (17-02-2023)	
Rendimiento Académico: 8.83/10		Rendimiento Académico: 9.18/10	
<b>PRINCIPIOS</b>			
Iluminación:	180 lux	Iluminación:	190 lux
Sonido:	56 db	Sonido:	58 db
Ventilación	Cruzada	Ventilación	Cruzada
Espacios verdes:	Existentes	Espacios verdes:	Existentes
Textura:	Lisa	Textura:	Lisa
Colores:	Blanco	Colores:	Blanco
Forma:	Rectangular	Forma:	Rectangular
Privacidad:	No	Privacidad:	No
Olor:	Por vegetación	Olor:	Por vegetación
Temperatura:	Int=23°C / Ext= 18°C	Temperatura:	Int=22°C / Ext= 18°C
Altura:	2.70m	Altura:	2.70m
<b>Detalles constructivos observados:</b>			
Estructura de hormigón, piso de cerámica, ventanas de vidrio, iluminación por tres lados.			

**Nota:** Relevamiento de información aula 01. Elaboración propia.

Tabla 24

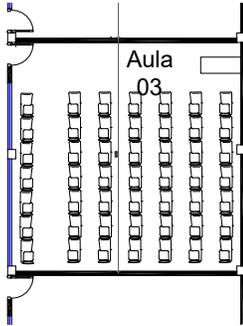
Ficha aula 02

FICHA DE LEVANTAMIENTO PARA ANÁLISIS DE DISEÑO DE AULAS EN BASE A PRINCIPIOS DE NEUORARQUITECTURA			
<b>Datos informativos:</b>			
<b>Institución:</b> Unidad Educativa Fiscal Los Shyris		<b>Ciudad:</b> Quito	
<b>Aula N° 02</b>		<b>Maestrante:</b> Arq. Luis Fernando Alejandro Cabrera	
<b>Fotografías</b>		<b>Planta BAR</b>	
			
<b>PRIMER PARCIAL</b>		<b>SEGUNDO PARCIAL</b>	
Curso: 3ero F		Curso: 2do E	
Fecha: (28-12-2022) al (02-12-2022)		Fecha: (13-02-2023) al (17-02-2023)	
Rendimiento Académico: 7.88/10		Rendimiento Académico: 8.82/10	
<b>PRINCIPIOS</b>			
Iluminación:	32 lux	Iluminación:	42 lux
Sonido:	68 db	Sonido:	85 db
Ventilación	Unidireccional	Ventilación	Unidireccional
Espacios verdes:	No existe	Espacios verdes:	No existe
Textura:	Lisa	Textura:	Lisa
Colores:	Blanco	Colores:	Blanco
Forma:	Rectangular	Forma:	Rectangular
Privacidad:	Media	Privacidad:	Media
Olor:	Cercano a bar	Olor:	Cercano a bar
Temperatura:	Int=25°C / Ext= 19°C	Temperatura:	Int=27°C / Ext= 18°C
Altura:	2.60m	Altura:	2.60m
<b>Detalles constructivos observados:</b>			
Estructura de hormigón, piso de cerámica, ventanas de vidrio, iluminación por un costado.			

**Nota:** Relevamiento de información aula 02. Elaboración propia.

Tabla 25

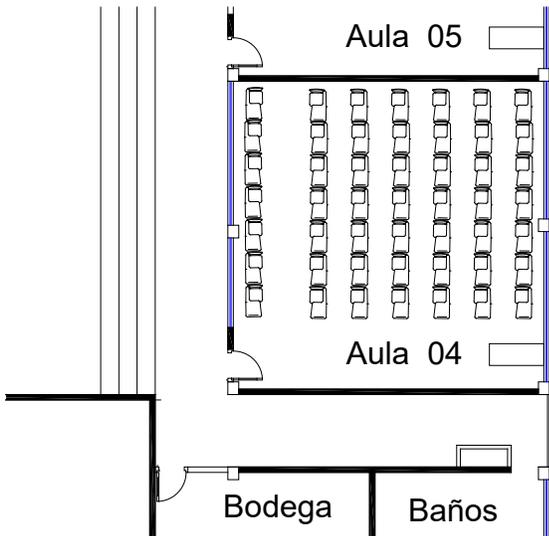
Ficha aula 03

FICHA DE LEVANTAMIENTO PARA ANÁLISIS DE DISEÑO DE AULAS EN BASE A PRINCIPIOS DE NEUORARQUITECTURA			
<b>Datos informativos:</b>			
<b>Institución:</b> Unidad Educativa Fiscal Los Shyris		<b>Ciudad:</b> Quito	
<b>Aula N°</b> 03		<b>Maestrante:</b> Arq. Luis Fernando Alejandro Cabrera	
<b>Fotografías</b>		<b>Planta</b>	
			
<b>PRIMER PARCIAL</b>		<b>SEGUNDO PARCIAL</b>	
Curso: 2do D		Curso: 2do H	
Fecha: (28-12-2022) al (02-12-2022)		Fecha: (13-02-2023) al (17-02-2023)	
Rendimiento Académico: 8.62/10		Rendimiento Académico: 8.04/10	
PRINCIPIOS			
Iluminación:	50 lux	Iluminación:	55 lux
Sonido:	76 db	Sonido:	78 db
Ventilación	Unidireccional	Ventilación	Unidireccional
Espacios verdes:	No existe	Espacios verdes:	No existe
Textura:	Lisa	Textura:	Lisa
Colores:	Blanco	Colores:	Blanco
Forma:	Rectangular	Forma:	Rectangular
Privacidad:	No existe	Privacidad:	No existe
Olor:	Cercano a bar	Olor:	Cercano a bar
Temperatura:	Int=26°C / Ext= 19°C	Temperatura:	Int=27°C / Ext= 18°C
Altura:	2.60m	Altura:	2.60m
<b>Detalles constructivos observados:</b>			
Estructura de hormigón, piso de cerámica, ventanas de vidrio, iluminación por un costado.			

**Nota:** Relevamiento de información aula 03. Elaboración propia.

Tabla 26

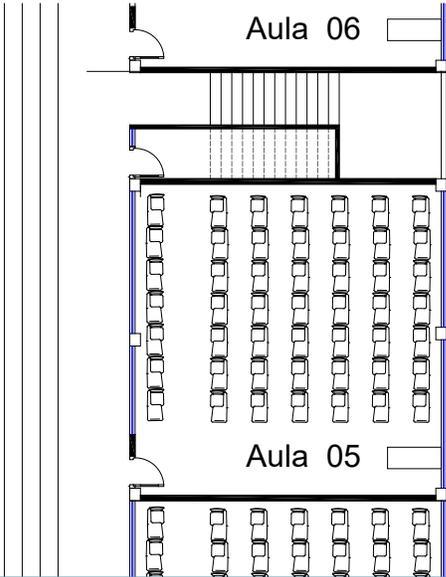
Ficha aula 04

FICHA DE LEVANTAMIENTO PARA ANÁLISIS DE DISEÑO DE AULAS EN BASE A PRINCIPIOS DE NEUORARQUITECTURA			
<b>Datos informativos:</b>			
<b>Institución:</b> Unidad Educativa Fiscal Los Shyris		<b>Ciudad:</b> Quito	
<b>Aula N° 04</b>		<b>Maestrante:</b> Arq. Luis Fernando Alejandro Cabrera	
<b>Fotografías</b>		<b>Planta</b>	
			
<b>PRIMER PARCIAL</b>		<b>SEGUNDO PARCIAL</b>	
Curso: 2do H		Curso: 2do F	
Fecha: (28-12-2022) al (02-12-2022)		Fecha: (13-02-2023) al (17-02-2023)	
Rendimiento Académico: 7.88/10		Rendimiento Académico: 8.06/10	
<b>PRINCIPIOS</b>			
Iluminación:	105 lux	Iluminación:	109 lux
Sonido:	68 db	Sonido:	71 db
Ventilación	Cruzada	Ventilación	Cruzada
Espacios verdes:	No existe	Espacios verdes:	No existe
Textura:	Lisa	Textura:	Lisa
Colores:	Blanco	Colores:	Blanco
Forma:	Rectangular	Forma:	Rectangular
Privacidad:	No existe	Privacidad:	No existe
Olor:	Cercano a baños	Olor:	Cercano a baños
Temperatura:	Int=22°C / Ext= 20°C	Temperatura:	Int=22°C / Ext= 19°C
Altura:	2.70m	Altura:	2.70m
<b>Detalles constructivos observados:</b>			
Estructura de hormigón, piso de cerámica, ventanas de vidrio, iluminación por un costado.			

**Nota:** Relevamiento de información aula 04. Elaboración propia.

Tabla 27

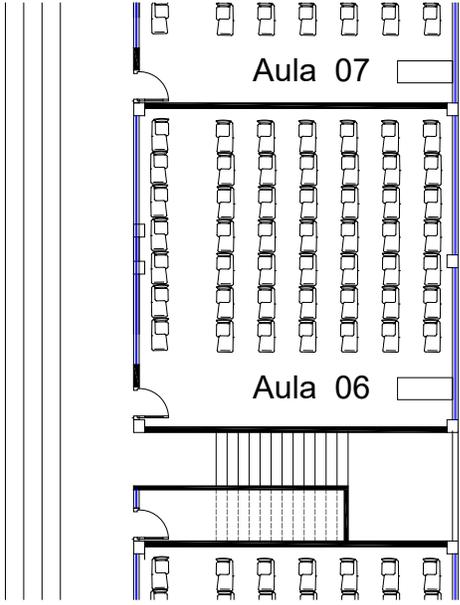
Ficha aula 05

FICHA DE LEVANTAMIENTO PARA ANÁLISIS DE DISEÑO DE AULAS EN BASE A PRINCIPIOS DE NEUORARQUITECTURA			
<b>Datos informativos:</b>			
<b>Institución:</b> Unidad Educativa Fiscal Los Shyris		<b>Ciudad:</b> Quito	
<b>Aula N° 05</b>		<b>Maestrante:</b> Arq. Luis Fernando Alejandro Cabrera	
<b>Fotografías</b>		<b>Planta</b>	
			
<b>PRIMER PARCIAL</b>		<b>SEGUNDO PARCIAL</b>	
Curso: 2do E		Curso: 2do D	
Fecha: (28-12-2022) al (02-12-2022)		Fecha: (13-02-2023) al (17-02-2023)	
Rendimiento Académico: 9.61/10		Rendimiento Académico: 9.03/10	
<b>PRINCIPIOS</b>			
Iluminación:	90 lux	Iluminación:	107 lux
Sonido:	65 db	Sonido:	65 db
Ventilación	Cruzada	Ventilación	Cruzada
Espacios verdes:	No existe	Espacios verdes:	No existe
Textura:	Lisa	Textura:	Lisa
Colores:	Naranja	Colores:	Naranja
Forma:	Rectangular	Forma:	Rectangular
Privacidad:	Media	Privacidad:	Media
Olor:	Neutro	Olor:	Neutro
Temperatura:	Int=23°C / Ext= 20°C	Temperatura:	Int=23°C / Ext= 19°C
Altura:	2.70m	Altura:	2.70m
<b>Detalles constructivos observados:</b>			
Estructura de hormigón, piso de cerámica, ventanas de vidrio, iluminación por un costado.			

**Nota:** Relevamiento de información aula 05. Elaboración propia.

Tabla 28

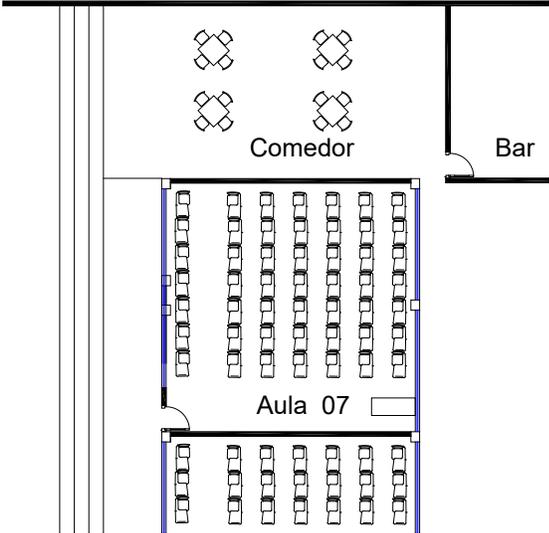
Ficha aula 06

FICHA DE LEVANTAMIENTO PARA ANÁLISIS DE DISEÑO DE AULAS EN BASE A PRINCIPIOS DE NEUORARQUITECTURA			
<b>Datos informativos:</b>		<b>Ciudad: Quito</b>	
<b>Institución: Unidad Educativa Fiscal Los Shyris</b>		<b>Maestrante: Arq. Luis Fernando Alejandro Cabrera</b>	
<b>Aula N° 06</b>			
<b>Fotografías</b>		<b>Planta</b>	
			
<b>PRIMER PARCIAL</b>		<b>SEGUNDO PARCIAL</b>	
Curso: 3ro E		Curso: 3ro E	
Fecha: (28-12-2022) al (02-12-2022)		Fecha: (13-02-2023) al (17-02-2023)	
Rendimiento Académico: 9.37/10		Rendimiento Académico: 9.25/10	
<b>PRINCIPIOS</b>			
Iluminación:	125 lux	Iluminación:	145 lux
Sonido:	65 db	Sonido:	72 db
Ventilación	Cruzada	Ventilación	Cruzada
Espacios verdes:	No existe	Espacios verdes:	No existe
Textura:	Lisa	Textura:	Lisa
Colores:	Naranja	Colores:	Naranja
Forma:	Rectangular	Forma:	Rectangular
Privacidad:	Media	Privacidad:	Media
Olor:	Neutro	Olor:	Neutro
Temperatura:	Int=23°C / Ext= 20°C	Temperatura:	Int=23°C / Ext= 19°C
Altura:	2.70m	Altura:	2.70m
Detalles constructivos observados:			
Estructura de hormigón, piso de cerámica, ventanas de vidrio, iluminación por un costado.			

**Nota:** Relevamiento de información aula 06. Elaboración propia.

Tabla 29

Ficha aula 07

FICHA DE LEVANTAMIENTO PARA ANÁLISIS DE DISEÑO DE AULAS EN BASE A PRINCIPIOS DE NEUORARQUITECTURA			
<b>Datos informativos:</b>			
<b>Institución:</b> Unidad Educativa Fiscal Los Shyris		<b>Ciudad:</b> Quito	
<b>Aula N° 07</b>		<b>Maestrante:</b> Arq. Luis Fernando Alejandro Cabrera	
<b>Fotografías</b>		<b>Planta</b>	
			
<b>PRIMER PARCIAL</b>		<b>SEGUNDO PARCIAL</b>	
Curso: 3ro H		Curso: 3ro H	
Fecha: (28-12-2022) al (02-12-2022)		Fecha: (13-02-2023) al (17-02-2023)	
Rendimiento Académico: 9.43/10		Rendimiento Académico: 9.31/10	
<b>PRINCIPIOS</b>			
Iluminación:	118 lux	Iluminación:	125 lux
Sonido:	68db	Sonido:	71 db
Ventilación	Cruzada	Ventilación	Cruzada
Espacios verdes:	No existe	Espacios verdes:	No existe
Textura:	Lisa	Textura:	Lisa
Colores:	Naranja	Colores:	Naranja
Forma:	Rectangular	Forma:	Rectangular
Privacidad:	Media	Privacidad:	Media
Olor:	Cercano a Bar	Olor:	Cercano a Bar
Temperatura:	Int=23°C / Ext= 20°C	Temperatura:	Int=21°C / Ext= 19°C
Altura:	2.70m	Altura:	2.70m
<b>Detalles constructivos observados:</b>			
Estructura de hormigón, piso de cerámica, ventanas de vidrio, iluminación por un costado.			

**Nota:** Relevamiento de información aula 07. Elaboración propia.

## RESULTADOS

Una vez realizado el análisis de cada una de las aulas, se procedió a realizar una comparación con los resultados académicos, por lo que se obtuvo los siguientes datos:

**Tabla 30**

*Análisis de rendimiento por aulas*

Aula	Primer Parcial		Segundo Parcial	
	Curso	Promedio	Curso	Promedio
1	2do F	8.83	3ero F	9.18
2	3ero F	7.88	2do E	8.82
3	2do D	8.62	2do H	8.04
4	2do H	9.45	2do F	8.06
5	2do E	9.61	2do D	9.03
6	3ero E	9.37	3ero E	9.25
7	3ero H	9.43	3ero H	9.31

**Nota:** Rendimiento académico. Elaboración propia. L.F.A.C

**Tabla 31**

*Análisis de rendimiento por aulas*

Rendimiento por Aula							
	Aula 1	Aula 2	Aula 3	Aula 4	Aula 5	Aula 6	Aula 7
<b>1er. Parcial</b>	8,83	7,88	8,62	9,45	9,61	9,37	9,43
<b>2do Parcial</b>	9,25	8,82	8,04	8,06	9,03	9,25	9,31

**Nota:** Rendimiento académico. Elaboración propia. L.F.A.C

**Figura 49***Rendimiento por aula*

**Nota:** Rendimiento académico. Elaboración propia. L.F.A.C

### **Análisis:**

De la muestra tomada en los siete cursos y aulas correspondientes se obtiene que dependiendo del aula no existe una variación de resultados significativos, es decir que el rendimiento académico varía  $\pm 0.3$ , que es lo normal dentro del rango educativo; en porcentajes no existe una variabilidad significativa a excepción del aula número 4 donde si existe un cambio significativo.

Se había indicado en la metodología que se hará traslado de diferentes cursos de aula para saber si el rendimiento que tienen es mayor o menor, por lo cual los resultados fueron:

**Tabla 32***Análisis de rendimiento por curso*

Curso	N.de Estu.	1er Parcial		2do Parcial		Condición	Rendimiento
		Nota	Aula	Nota	Aula		
2do D	34	8.62	3	9.03	5	Traslado	Mayor
2do E	44	9.61	5	8.82	2	Traslado	Menor
2do F	44	8.83	1	8.06	4	Traslado	Menor
2do H	44	9.45	4	8.04	3	Traslado	Menor
3ero E	43	9.37	6	9.25	6	Permanencia	Similar
3ero F	34	7.88	2	9.18	1	Traslado	Mayor
3ero H	42	9.43	7	9.31	7	Permanencia	Similar

**Nota:** Rendimiento académico. Elaboración propia. L.F.A.C. Tomado de: U.E.F.L.S

**Análisis:**

En lo correspondiente al rendimiento por curso, se obtuvo que los cursos de los estudiantes que se realizaron traslados de aulas si se obtuvo modificación significativa en cuanto a su rendimiento académico, se puede observar en la tabla de datos que esta variación de rendimiento ya sea mayor o menor se relaciona con el espacio arquitectónico que tiene cada una de las aulas en donde se realizó el análisis.

Mientras que los cursos que no tuvieron traslados mantuvieron un rendimiento académico similar, es decir que las condiciones del espacio arquitectónico fueron las mismas o similares.

Los datos de análisis en lo que se refiere a los principios de la neuoarquitectura se dieron de la siguiente forma:

**Tabla 33***Análisis de iluminación por aula*

	Iluminación por aula						
	Aula 1	Aula 2	Aula 3	Aula 4	Aula 5	Aula 6	Aula 7
Iluminación (lux)	190	42	55	109	107	145	125

**Nota:** Análisis de iluminación. Elaboración propia. L.F.A.C.

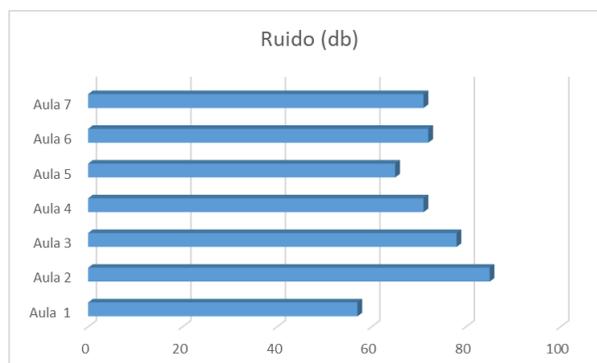
**Figura 50***Análisis iluminación*

**Nota:** Análisis de iluminación. Elaboración propia. L.F.A.C.

**Tabla 34***Análisis de ruido por aula*

	Aula 1	Aula 2	Aula 3	Aula 4	Aula 5	Aula 6	Aula 7
Ruido (db)	57	85	78	71	65	72	71

**Nota:** Análisis ruido . Elaboración propia. L.F.A.C.

**Figura 51***Análisis ruido*

**Nota:** Análisis principios de neuroarquitectura. Elaboración propia. L.F.A.C.

**Tabla 35***Análisis de ventilación de aula*

	Ventilación						
	Aula 1	Aula 2	Aula 3	Aula 4	Aula 5	Aula 6	Aula 7
<b>N. Lados</b>	3	1	1	2	2	2	2

**Nota:** Análisis ventilación. Elaboración propia. L.F.A.C.

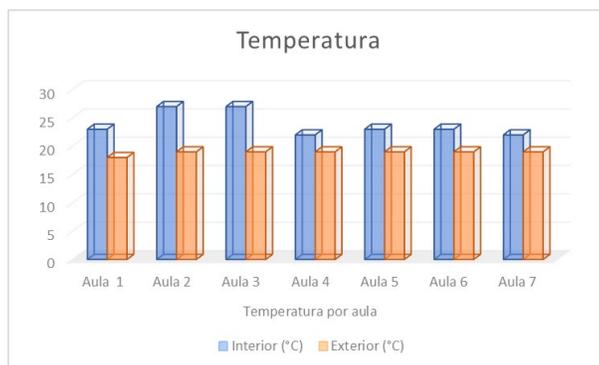
**Figura 52***Análisis ventilación*

**Nota:** Análisis ventilación. Elaboración propia. L.F.A.C.

**Tabla 36***Análisis de temperatura por aula*

	Temperatura por aula						
	Aula 1	Aula 2	Aula 3	Aula 4	Aula 5	Aula 6	Aula 7
Interior (°C)	23	27	27	22	23	23	22
Exterior (°C)	18	19	19	19	19	19	19

**Nota:** Análisis de temperatura. Elaboración propia. L.F.A.C.

**Figura 53***Análisis por temperatura*

**Nota:** Análisis de temperatura. Elaboración propia. L.F.A.C.

**Tabla 37***Análisis de vegetación junto al aula*

	VEGETACIÓN						
	Aula 1	Aula 2	Aula 3	Aula 4	Aula 5	Aula 6	Aula 7
Lados	1	0	0	0	0	0	0

**Nota:** Análisis de vegetación. Elaboración propia. L.F.A.C.

**Tabla 38***Análisis de área por aula*

	Área por aula						
	Aula 1	Aula 2	Aula 3	Aula 4	Aula 5	Aula 6	Aula 7
Área (m2)	54	48,3	44,37	56,6	56	56,5	56,5

**Nota:** Análisis de área. Elaboración propia. L.F.A.C.

**Análisis de Resultados :****Tabla 39***Análisis de resultados*

Columna	Movimiento a condición	1er Parcial	2.do Parcial	Rendimiento
2do D	Mejor	→ 8,62	→ 9,03	Mayor
2do E	Peor	↑ 9,61	→ 8,82	Menor
2do F	Peor	→ 8,83	↓ 8,06	Igual
2do H	Peor	↑ 9,45	↓ 8,04	Menor
3ro E	Igual	↑ 9,37	↑ 9,25	Igual
3ro F	Mejor	↓ 7,88	↑ 9,18	Mayor
3ro H	Igual	↑ 9,43	↑ 9,31	Igual

**Nota:** Análisis y comparación de resultados. Elaboración propia. L.F.A.C.

De acuerdo a la revisión de los datos y como se observa en la tablas, se resalta que:

- El aula número 1 posee mayores factores basados en principios de neuroarquitectura, como mejor iluminación, acústica, superficie, relación olfativa neutra, ventilación y áreas verdes, y que se refleja también.
- Las aulas 2, 3, son las que tienen menor iluminación, acústica y relación con los principios que plantea la neuroarquitectura; coincide con los resultados de las aulas en donde existe menor rendimiento académico.

- Las aulas que se ubican como bloque, es decir las aulas 4, 5, 6, 7, son aulas que tienen características similares en cuanto a los principios de la neuroarquitectura, además se observa que el rendimiento de los estudiantes no varía mucho si se mantienen en estas aulas o son trasladados a una de este mismo bloque.
- El principio de análisis olfativo para el diseño de las mismas no se ha tenido en cuenta, pero se puede considerar como un factor estimulante e influyente para la relación con los demás principios de la neuroarquitectura.
- Las **aulas que posee mejores factores** basados en principios de neuroarquitectura, como mejor iluminación, acústica, superficie, relación olfativa neutra, ventilación y áreas verdes, y que se refleja también donde existe **mejor rendimiento**.
- Las aulas con **menor incidencia** de neuroarquitectura; coincide con los resultados de las aulas en donde existe **menor rendimiento** académico.
- Las aulas en bloque, que tienen **características similares** en cuanto a los principios de la neuroarquitectura, se observan que el rendimiento de los estudiantes **no varía significativamente**.

## PROPUESTA

De acuerdo con la investigación bibliográfica y un análisis comparativo de la tipología de infraestructura educativa, se propone que las estrategias basadas en los parámetros que contempla la neuroarquitectura enfocadas en el diseño de centros educativos fiscales del Distrito 17D05 Norte de la Ciudad de Quito son las siguientes:

- La iluminación para estudiantes adolescentes debe ser de preferencia natural y en promedio entre 300lux y 500 lux. A mayor luminosidad en este rango, mayor será la posibilidad de aumento en el rendimiento académico de los estudiantes.

Complementariamente, esto traería aparejada una reducción de fatiga visual, ansiedad y depresión, lo que, además, redundaría en un mejor estado anímico general. Para lograr estos objetivos en las instituciones educativas del Distrito 17D05 Norte de la Ciudad de Quito, se recomienda el aumento de superficie de los vanos ya existentes, que permitan el ingreso de luz natural, así como el reemplazo de luminarias mediante las cuales se pueda obtener el promedio de lux indicado. En el caso de edificaciones nuevas se recomienda además de mayores superficies vidriadas en los aventanamientos, incorporar al diseño materiales traslúcidos en paredes o techos que permitan el ingreso de luz natural, así como dotar de instalaciones eléctricas que permitan un rango de luz adecuado.

- De acuerdo con la investigación y al análisis en campo se determinó que el ruido mayor a 35db influye en el rendimiento académico, por lo que se considera otra estrategia a atender para el diseño de instituciones educativas. Además de que es necesario que el ruido no sea mayor al indicado, se recomiendan mediciones

periódicas del sonido dentro del aula. Como parte de la propuesta se indica que, al tratarse de instituciones educativas urbanas, existen diversidad de factores de ruido en el ambiente como tráfico, construcciones existentes, etc. Por ello se recomienda incorporar barreras acústicas naturales como vegetación o espejos de agua entre las instalaciones educativas y la infraestructura exterior que rodea a las instituciones educativas. También, podrían incorporarse métodos de reducción de ruido como por ejemplo la instalación de ventanas insonorizadas, uso de telas o alfombras en piso y paredes, así como texturas que permitan la disminución del ruido.

- El uso de las áreas verdes o plantas brinda una mejor purificación del aire, por lo cual a mayores áreas verdes, mayor cantidad de espacios saludables.

Complementariamente, integrar espacios verdes que tengan relación directa con las aulas colabora con el relajamiento y aumenta la concentración. A través de la investigación se encontró que los estudiantes que recibían sus clases en espacios en vinculación directa y/o que contenían plantas naturales, tenían menor estrés. En este sentido se recomienda tener en cuenta la toxicidad de las plantas; para este sector se podría utilizar, por ejemplo, lirios, rosas, orquídeas, cactus y verbenas, los cuales se son propios de la región y no poseen una toxicidad elevada.

- Respecto a la morfología del espacio, con referencia a forma y volumen, resulta un valor el aportar variabilidad de escenarios en cada una de las caras del espacio áulico, permitiendo el aprovechamiento de luz, ventilación y temperatura. A su vez también debe permitir la flexibilidad del espacio tanto para el uso de mobiliario como el uso tecnológico. Esto se complementa con el establecimiento de puntos o ejes de control

de los docentes o autoridades hacia los estudiantes, propiciando un ambiente controlado y a su vez participativo y colaborativo.

Trabajar a través de la modulación del espacio basándose en las proporciones del usuario para tener un espacio con mayor confort.

- A través de la investigación se determinó también que una de las estrategias sería tratar de prolongar el exterior hacia el interior para crear ambientes que psicológicamente no les signifiquen un encierro a los estudiantes.
- Otro aspecto para contemplar es el atender a métodos de control de temperatura como la utilización de materiales térmicos, orientaciones adecuadas y técnicas de ventilación cruzada, que permitan la renovación continua y natural del aire, más allá del empleo de tecnología de climatización. En este sentido se sugieren una o más de las siguientes estrategias:
  - implementación de terrazas verdes.
  - vitrales con propiedades térmico-acústicas.
  - uso de pinturas térmicas.
  - uso de persianas, cortinas y aleros.
  - incorporación de pisos radiantes, que permitan la circulación ya sea de agua fría o caliente dependiendo de la necesidad.
  - construcción con materiales aislantes térmicos en paredes, pisos y techos.
- Atender al uso de color como estrategia de diseño, para a partir de allí propiciar la creación de escenarios y focalizar en determinados puntos de dirección, que permitan la atención y concentración. Además, buscar diferenciar un espacio de otro a través

de uso de estos colores facilita la individualización y particularidad de cada espacio. Esto sería algo factible de ser implementado al ser una estrategia rápida y económica.

- Uso de texturas diferenciadoras de espacio que sean táctiles o visuales. En este caso se sugiere el uso de las texturas rugosas o ásperas que psicológicamente se pueden asociar para recordar información. También, el evitar texturas viscosas o pegajosas que se pueden convertir en distractor. En este sentido todas las texturas deben poder limpiarse con relativa facilidad, así como pueden ser atendidas en tanto elementos pedagógicos.
- En relación con el mobiliario, se debe tomar en cuenta que la adolescencia es una etapa caracterizada con un alto índice de búsqueda de socialización y para esa edad se tiene como característica la maleabilidad del cerebro, por lo que la disposición del mobiliario debe propiciar el contacto uno a uno con los compañeros y con el profesor. El potenciar o crear variedad de situaciones a partir de zonas de descanso o relajamiento individual y comunal, en sus distintos grados de agrupamiento, favorece de este modo la socialización.

## DISCUSIÓN

El espacio arquitectónico de las instituciones educativas posee un rol fundamental en el aprendizaje y el desempeño académico de los estudiantes, el cual ha sido poco valorado en las continuas propuestas de mejoramiento educativo. Además se pudo observar que las instituciones educativas del distrito D05 de la ciudad de Quito fueron diseñadas por medio de técnicas propias de su contexto y momento histórico social y económico; pero que actualmente no están favoreciendo de forma idónea la potenciación del rendimiento académico de los estudiantes, lo cual concuerda con lo mencionado por Fuentes Guerra (2021), quien indica precisamente que los espacios educativos reciben poca atención y que no han sido diseñados con principios de características biofílicas o de la neuroarquitectura.

Los principios de la neuroarquitectura no solamente están dispuestos para potenciar el diseño interior, sino que por el contrario los mismos deben ir siempre desde la misma concepción del diseño y abarcar tanto el interior como el exterior de la edificación educativa; es decir la función, la forma y la tecnología deben ir acordes a la búsqueda de un mejor rendimiento educativo y fortalecer el aprendizaje; y así nuevamente se concuerda con Fuentes Guerra (2021), el cual indica que se debe cuidar cada detalle del edificio en su integridad y sus alrededores, el interior del aula, como también las zonas comunes o de encuentro.

Es así entonces que se puede considerar al espacio arquitectónico educativo como un medio pedagógico para potenciar el aprendizaje educativo, el cual permite brindar mayores herramientas físico-espaciales a los usuarios para que evite situaciones de caos o tensión que perjudiquen su rendimiento.

## CONCLUSIONES

- La neuro arquitectura es la ciencia rama de la arquitectura que toma principios de la neurociencia para aplicarlas en las diferentes etapas del diseño y la construcción de las edificaciones, en donde se focaliza en la influencia que tiene la arquitectura sobre las emociones y conductas de las personas.
- La neuro arquitectura es una ciencia cuyos principios se han venido abordando y trabajando con los mismos desde tiempos antiguos, pero no de manera centralizada en la influencia de los mismos sobre la conducta, emociones y proceder de las personas. Entonces se debe indicar que como concepto propio de neuroarquitectura si se lo puede referenciar como algo relativamente nuevo.
- La relación entre la arquitectura y la educación plantea un escenario propicio para que se pueda aplicar los principios de la neuroarquitectura, ya que su estudio estaría enfocado en la influencia que tiene determinado espacio sobre el aprendizaje en los estudiantes y a su vez permitiría realizar un análisis del rendimiento de los estudiantes en ese espacio.
  - Se determinó a través del análisis de los diferentes principios que la neuroarquitectura ejerce sobre los espacios educativos, en este caso las aulas, que, los principales tópicos a considerar para el diseño de instituciones educativas son: la iluminación natural, el ruido, la ventilación y la temperatura. Estos influyen sobre el rendimiento de los estudiantes.
  - La relación del espacio arquitectónico con la educación de los adolescentes es directamente proporcional, así entonces mejores condiciones arquitectónicas, derivan en mejor rendimiento educativo de los estudiantes.

## RECOMENDACIONES

- A través de la presente investigación se puede determinar que una de las características principales de los adolescentes es la búsqueda de socialización. Es así, que las aulas o sitios de aprendizaje deberían estar dispuestos para guiarse principalmente por este tópico y a su vez combinarlo con los nuevos preceptos arquitectónicos.
- De acuerdo con el estudio realizado se recomienda que desde el proceso de concepción y diseño de instituciones educativas del Distrito 17D05 Norte de la ciudad de Quito, tenga presente el uso de los principios de neuroeducación, sobre todo los menos utilizados como son los relacionados con el olfato, y la relación de los espacios verdes, lo cuales permiten una mejor oxigenación y renovación de aire en las aulas.
- Realizar un relevamiento de las unidades educativas en el distrito y plantear nuevos diseños o reformas a los mismos basados en el uso de estrategias de neuroarquitectura que focalicen el mejoramiento del rendimiento académico de los estudiantes.
- En los establecimientos del Distrito se debe trabajar con espacios que propicien el descanso de las personas y que a su vez les faciliten la socialización, permitiendo un relajamiento a tensiones que se podrían propiciar en el aula cuando se recibe una clase o se realiza un trabajo.
- Usar técnicas de neuroarquitectura para diseñar y construir establecimientos educativos del distrito 17D05 de la ciudad de Quito que se puedan considerar medios pedagógicos y de fortalecimiento cognitivo.

## Referencias

- Academy, W. (2021). *Work Academy*. Obtenido de Diseño y Tecnología:  
<https://www.worktechacademy.com/neuroarquitectura/%20%20http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/10156/1/T-UCE-0001-0389.pdf%20%20https://www.dg-la.com/noticias-es/neuroarquitectura-la-disciplina-compartida-entre-la-neurociencia-y-la-arquitectura-modern>
- American Academi Chlid. (2018). *El cerebro del adolescente*. Obtenido de  
[https://www.aacap.org/AACAP/Families\\_and\\_Youth/Facts\\_for\\_Families/FFF-Spanish/El-Cerebro-del-Adolescente-Comportamiento-Solucion-de-Problemas-y-Toma-de-Decisiones-095.aspx](https://www.aacap.org/AACAP/Families_and_Youth/Facts_for_Families/FFF-Spanish/El-Cerebro-del-Adolescente-Comportamiento-Solucion-de-Problemas-y-Toma-de-Decisiones-095.aspx)
- Arch Daily. (2013). *Arch Daily*. Obtenido de <https://www.archdaily.cl/cl/02-331206/escuela-desa-mahkota-eleena-jamil-architect>
- Arch Daily. (2020). *Arch Daily*. Obtenido de <https://www.archdaily.com/517535/birralee-primary-school-kerstin-thompson-architects>
- Architect meet innovation. (2023). *Architect meet innovation*. Obtenido de Instituto Salk de Estudios Biológicos, La Jolla: <https://arquitecturaviva.com/obras/instituto-salk-de-estudios-biologicos-la-jolla>
- Arquitectura Sostenible. (20 de 07 de 2019). *Arquitectura sostenible*. Obtenido de 5 elementos claves de la neuroarquitectura: <https://arquitectura-sostenible.es/5-elementos-claves-de-la-neuroarquitectura/>

- AS. (01 de 11 de 2019). *Salud y Deporte*. Obtenido de La calidad y uso de los espacios verdes influyen en el efecto beneficioso sobre la salud:  
[https://as.com/deporteyvida/2019/11/01/portada/1572600955\\_315135.html](https://as.com/deporteyvida/2019/11/01/portada/1572600955_315135.html)
- Avalunce. (2019). *ILUMINACIÓN DE OFICINAS MODERNAS. NORMATIVA Y CONSEJOS TÉCNICOS*. Obtenido de avalunce: <https://www.avanluce.com/iluminacion-de-oficinas-modernas-normativa-y-consejos-tecnicos/>
- Bock, M. (25 de 07 de 2019). *Neurociencia y Neuroeducación*. Obtenido de 10 Principios de la neuroeducación: <https://www.educarchile.cl/comunidades/neurociencia-y-educacion/10-principios-de-neuroeducacion-mauricio-bock>
- Boris, A., López, A., Maldonado, J., & Vanegas, V. (2017). Fundamentos de la biofilia y neuroarquitectura aplicada a la concepción de. *MASKANA - Número especial*, 10. Obtenido de <https://publicaciones.ucuenca.edu.ec/ojs/index.php/maskana/article/view/1881>
- Bruer, J. (2016). Neuroeducación: Un panorama desde el puente. (Redalyc.org, Ed.) *Propuesta Educativa*, 14 - 25. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/<https://www.redalyc.org/pdf/4030/403049783003.pdf>
- Coeduweg. (06 de 06 de 2013). *Coeduweg*. Obtenido de <https://odetemurguiaamx.blogspot.com/2013/06/que-partes-del-cerebro-se-hacen-cargo.html>
- CogniFit, P. d. (2023). *Cognifit Research*. Obtenido de Cognifit Research: <https://www.cognifit.com/ec/plasticidad-cerebral>

De Keisejer, C. S. (08 de 01 de 2020). *Espacios verdes: un recurso para la salud mental*.

Obtenido de Instituto de Salud Global de Barcelona:

<https://www.isglobal.org/healthisglobal/-/custom-blog-portlet/espacios-verdes-un-recurso-para-la-salud-mental/6113078/0>

Dobson, J. (2016). La cárcel modelo de Barcelona. *The Panopticon's Changing Geography*.

Obtenido de <https://you.stonybrook.edu/elizabetherrico/el-concepto-del-panoptico/>

Ecuador, M. d. (2023). *Estructura de Proyectos*. Obtenido de Estructura de Proyectos:

<https://educacion.gob.ec/estructura-de-pe/>

Educación, M. d. (2023). *Estructura PE*. Obtenido de Estructura PE:

<https://educacion.gob.ec/estructura-de-pe/>

EDUCACIÓN, M. D. (2023). *OFERTA EDUCATIVA*. Obtenido de MINISTERIO DE

EDUCACIÓN: <https://educacion.gob.ec/>

Educación3.0. (09 de 02 de 2021). *Educación 3.0*. Obtenido de ¿Qué es la neuroeducación?

Claves para entenderla e introducirla en el aula.:

<https://www.educaciontrespuntocero.com/recursos/que-es-la-neuroeducacion/>

Gasalla, R. (24 de 01 de 2022). *Decor*. Obtenido de QUÉ ES LA NEUROARQUITECTURA Y

CÓMO PUEDE MEJORAR TU VIDA:

<https://www.elledecor.com/es/arquitectura/a38866858/que-es-neuroarquitectura-definicion-consejos/>

- Gasalla, R. (22 de 01 de 2022). *Qué es la neuorarquitectura y cómo puede mejorar tu vida*.  
Obtenido de DECOR: <https://www.elledecor.com/es/arquitectura/a38866858/que-es-neuroarquitectura-definicion-consejos/>
- Gil, M. (2020). *Neuroarquitectura*. Obtenido de Neuroarquitectura:  
<https://mariagilneuroarquitectura.com/neuroarquitectura/>
- Healty Architecture and City. (2022). *Neuorarquitectura*. Obtenido de Neuorarquitectura:  
<https://grupo.us.es/hac/en/neuroarquitectura/>
- Hirst, L. (05 de 2019). *Teens Healt*. Obtenido de El cerebro y el sistema nervioso:  
<https://kidshealth.org/es/teens/brain-nervous-system.html>
- ILERNA. (03 de 01 de 2020). *ILERNA On line*. Obtenido de ¿Cómo aprende nuestro cerebro?:  
<https://www.ilerna.es/blog/aprende-con-ilerna-online/sanidad/como-aprende-nuestro-cerebro/>
- ILET. (2020). *Instituto Latinoamericano de Enseñanza y Educación Superior*. Obtenido de ¿Qué es la psicología del color y cuál es su significado?: <https://ilet.mx/que-es-la-psicologia-del-color-y-cual-es-su-significado/>
- Komerling. (2020). *Cómo influye la calidad del aire en nuestro estado de ánimo*. Obtenido de Vivienda Saludable: <https://www.viviendasaludable.es/salud-hogar/estados-animo/como-influye-calidad-aire-estado-animo>
- Layer. (2020). *Efecto del color*. Obtenido de <http://docplayer.es/197404542-Estudio-del-efecto-mental-del-color-en-la-arquitectura-interior-de-los-espacios-de-hospital-y-su-efecto-sobre-la-tranquilidad-del->

paciente.html%20%20https://arquinetpolis.com/arquitectura/disenio-arquitectonico-salud-mental/

Los Angeles Conservancy. (2020). *Los Angeles Conservancy*. Obtenido de Los Angeles Conservancy:  
Los Angeles Conservancy

LouisKhan.es. (2020). *LouisKhan.es*. Obtenido de <http://louiskahn.es/Salk.html>

Materials. (10 de 03 de 2019). *¿Cómo lograr un hormigón con texturas y formas en 3D?*  
Obtenido de Arch Daily: <https://www.archdaily.cl/cl/882256/hormigon-visto-con-texturas-y-formas-en-3d-como-lograr-este-efecto>

Metalocus. (2020). *Metalocus*. Obtenido de <https://www.metalocus.es/es/noticias/una-nueva-vida-para-el-instituto-salk-de-kahn-por-el-getty-conservation-institute>

Ministerio de Educación. (2022). *Ministerio de Educación*. Obtenido de Nuevo modelo arquitectónico de infraestructura educativa.

Mora, F. (20 de 05 de 2016). Neuroeducación. *Nueces y Neuronas*. Obtenido de <https://www.youtube.com/watch?v=T1Q5yho2gTc>

NAN Arquitectura. (12 de 12 de 2022). *NAN Arquitectura*. Obtenido de Qué es la neuroarquitectura y cómo aplicarla:  
<https://nanarquitectura.com/2022/12/12/neuroarquitectura-y-como-aplicarla/59267>

Nestor, B. (2013). *Cómo funciona tu cerebro para Dummies* (Vol. I). (Bashee, Ed.) Barcelona, España: CEAC. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgiclfndmkaj/<https://bibliotecaia.ism.edu.ec/Repository/c/Como-funciona-tu-cerebro-para-dummies.pdf>

Organización Mundial de la Salud. (2022). Norma mundial para la escucha sin riesgos en Locales. *Organización Mundial de la Salud*, 109.

Organización Panamericana de la Salud. (2010). Ventilación natural para el control de entornos. *Organización Panamericana de la Salud*. Obtenido de chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2011/ventilacion\_natural\_spa\_25mar11.pdf

Ortiz, T., Poch-Brotho, J., Requena, C., Saltos, J. M., Martínez, A., & Barcía-Albacar, J. A. (2010). *Neuroplasticidad cerebral en áreas occipitales en adolescentes ciegos*. Obtenido de Neurodesarrollo: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcgclefindmkaj/http://envejecimientoentodaslasedades.unileon.es/pdf/repositorio/publicaciones/2010-Neuroplasticidad%20ciegos.pdf

PLEXO. (2015). *PLEXO*. Obtenido de Salk Institute for Biological Studies: <http://www.fadu.edu.uy/viaje2015/articulos-estudiantiles/salk-institute-for-biological-studies/>

Prefectura de Pichincha. (2023). *Prefectura de Pichincha*. Obtenido de <https://www.pichincha.gob.ec/cantones/distrito-metropolitano-de-quito>

Purves, D., Augustine, G., Fitzpatrick, D., Hall, W., Lamantia, A., Mcnamara, J., & Williams, M. (2010). *Neurociencia* (Vol. 3ra Edición). Panamericana. Recuperado el 2023, de <http://up-rid2.up.ac.pa:8080/xmlui/handle/123456789/1336>

Question Pro. (2023). *Tamaño de muestra*. Obtenido de Question Pro: <https://www.questionpro.com/es/tama%C3%B1o-de-la-muestra.html>

- Quiron. (05 de 05 de 2017). *Trabaja con la iluminación perfecta*. Obtenido de Quironprevención: <https://www.quironprevencion.com/blogs/es/prevenidos/trabaja-iluminacion-perfecta>
- Rivera, J., Murillo, J., & Sierra, M. (2007). El concepto de neurosis de William Cullen como revolucion científica. *Gale onlife*, 12(1), 23. Obtenido de <https://go.gale.com/ps/i.do?id=GALE%7CA213602033&issn=01851594&it=r&linkaccess=abs&p=IFME&sid=googleScholar&sw=w&v=2.1&userGroupName=anon%7E194bc965>
- Rojas, L. (01 de 10 de 2019). Neurociencia, ¿una aliada para mejorar la educación? (M. Bossada, Entrevistador) Educaweb. Obtenido de <https://www.educaweb.com/noticia/2019/01/10/neurociencia-aliada-mejorar-educacion-18676/>
- Siber. (2022). *Siber ventilación*. Obtenido de Siber ventilación: <https://www.siberzone.es/blog-sistemas-ventilacion/normativas-de-ventilacion/>
- TEACH, E. (2023). *TECH School of teaching*. Obtenido de <https://www.techtitute.com/ec/educacion/blog/definicion-neurociencia>
- Tomás, U. S. (2020). *Electiva Neurodidáctica*. Obtenido de <https://fliphtml5.com/hokdv/lbye/basic>
- UNIR. (03 de 12 de 2019). *¿Cómo controlar el ruido en el aula?* Obtenido de UNIR Revista: <https://www.unir.net/educacion/revista/control-ruido-aula/#:~:text=El%20nivel%20de%20confort%20ac%C3%BAstico,los%2025%20y%2040%20decibelios.>

Unzurrunzaga, M. T. (2000). Consecuencias Arquitectónicas de la nuevas tendencias pedagógicas. Obtenido de Consecuencias Arquitectónicas de la nuevas tendencias pedagógica: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.educacionyfp.gob.es/revista-de-educacion/dam/jcr:ff28d6e4-bcfc-4f69-b0fd-da6104a89149/1974re233estudios04-pdf.pdf

Vanguardia, & Navarro, R. (2021). *Vanguardia*. Obtenido de Cómo aprovechar la neuroarquitectura para evitar la ansiedad en casa (y fuera de ella): <https://www.lavanguardia.com/vivo/psicologia/20210126/6185795/neuroarquitectura-ansiedad-pandemia.html>

WORTECH. (2020). *WORTECH ACADEMY*. Obtenido de Neuroarquitectura: <https://www.worktechacademy.com/neuroarquitectura/>

YUSO. (09 de 2013). *Ventilación Natural*. Obtenido de Conceptos básicos: chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://yusoproyectos.files.wordpress.com/2013/09/05\_ventilacion-natural.pdf

## ANEXOS

Figura 54

*Trabajo de campo*

*Nota:* Relevamiento de información Unidad Educativa Los Shyris. Elaborado por *L.F.A.C*

Figura 55

*Relevamiento de información*

*Nota:* Relevamiento de información edificaciones educativas distrito D05. Elaborado por *L.F.A.C*