DISEÑO DE ESPACIOS EDUCATIVOS QUE POTENCIEN EL DESARROLLO COGNITIVO Y EMOCIONAL

Joseph Acero Herrera, Jessica Rueda Novoa, Luisa Zarate

Arquitectura, Facultad de Arquitectura

Universidad la gran Colombia

Bogotá

2025

Diseño de espacios educativos que potencien el desarrollo cognitivo y emocional

Joseph Acero Herrera, Jessica Rueda Novoa, Luisa Zarate

Trabajo de Grado presentado como requisito para optar al título de (Arquitecto)

Línea de investigación: Regeneración urbana con impacto educativo

Arq. Mg. Asesor Yuber Alberto Nope Bernal

Arq. Mg. directora de proyecto, Yuly Caterin Diaz Jiménez

Arquitectura, Facultad de Arquitectura

Universidad la gran Colombia

Bogotá

2025

Dedicatoria

A lo largo de esta travesía académica, que inició como un sueño y hoy se convierte en una realidad palpable, queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todas aquellas personas que han sido pilares fundamentales en nuestro crecimiento y formación durante la carrera de Arquitectura.

En primer lugar, a nuestras familias, quienes con su amor incondicional, apoyo constante y motivación incansable nos impulsaron a seguir adelante incluso en los momentos más desafiantes. A nuestros padres, que con su ejemplo, sacrificio y confianza depositada en nosotros, nos enseñaron el valor del esfuerzo y la perseverancia. Su respaldo ha sido la base sobre la cual hemos construido este logro.

A nuestros amigos, compañeros de estudio, quienes, con su compañía, intercambio de ideas y apoyo mutuo hicieron de cada jornada una experiencia enriquecedora. Las largas noches de trabajo, las horas dedicadas a proyectos y las discusiones sobre diseño y teoría arquitectónica no solo fortalecieron nuestro aprendizaje, sino también nuestros lazos de amistad y compañerismo.

Un agradecimiento especial a nuestros profesores, quienes con su sabiduría, paciencia y dedicación nos guiaron a lo largo de este proceso. Gracias por compartir su conocimiento, por exigirnos dar lo mejor de nosotros mismos y por ser fuente de inspiración en nuestro camino profesional. Sus enseñanzas no solo nos han formado como arquitectos, sino también como seres humanos comprometidos con nuestro entorno y nuestra comunidad.

El camino no ha sido fácil; ha estado marcado por retos, dudas y sacrificios, pero también por aprendizajes, descubrimientos y momentos de profunda satisfacción. Desde los primeros bocetos hasta

los proyectos finales, cada etapa ha sido una oportunidad para crecer y reafirmar nuestra pasión por la arquitectura.

Hoy, al culminar esta etapa, miramos atrás con gratitud y hacia adelante con ilusión. Este logro no es solo nuestro, sino de todos aquellos que han creído en nosotros y han sido parte de este proceso. A cada uno de ustedes, gracias por ser parte de este capítulo en nuestras vidas.

Con aprecio y gratitud, Jessica Rueda y Joseph Acero.

Tabla de contenido

RESUMEN **14**

ABSTRACT **15**

INTRODUCCIÓN **16**

PROBLEMA **18**

1. Diseño Espacial Inadecuado. *18*

2. Deficiencias en las Condiciones Ambientales. *18*

3. Escasez de Estímulos Sensoriales Apropiados. *19*

4. Falta de Conexión con la Naturaleza. *19*

5. Impacto en el Bienestar y el Aprendizaje. *19*

6. Modelo Arquitectónico Tradicional. *19*

PREGUNTA PROBLEMA 20

JUSTIFICACIÓN **21**

ANTECEDENTES **22**

1. Arquitectura educativa y aprendizaje sostenible. *22*

2. Pedagogía ambiental y bienestar infantil. *23*

3. Infraestructura ecológica para educación primaria. *23*

4. Regeneración urbana con impacto educativo. *24*

HIPÓTESIS **25**

OBJETIVOS **26**

OBJETIVO GENERAL 26

OBJETIVOS ESPECÍFICOS 26

CAPÍTULO I: MARCO TEÓRICO Y ESTADO DEL ARTE. 27

MARCO REFERENCIAL.....27

MARCO HISTÓRICO. 27

Renacimiento y Barroco:.....28

Siglo XIX y XX: 28

Década de 1990:.....29

Siglo XXI:.....29

MARCO TEÓRICO.....29

La Arquitectura como Configuradora de Espacios Habitables.....30

Percepción del Espacio en la Experiencia Humana. 30

La Incidencia del Diseño Arquitectónico en el Comportamiento y la Salud 30

La Neuroarquitectura: Arquitectura y Respuesta Cerebral.....31

Arquitectura y Bienestar: El Diseño Biofílico.....31

Espacio Arquitectónico y Sentido de Lugar.....32

Impacto del Entorno Arquitectónico en la Productividad y el Aprendizaje.....32

Metodología BIM en el Diseño Arquitectónico Educativo 32

MARCO CONCEPTUAL.....33

Percepción espacial y el cerebro 33

Influencia de la luz y el color en la percepción.....34

Neuroarquitectura: la intersección de la neurociencia y la arquitectura 35

BIM (Building Information Modeling).....35

MARCO NORMATIVO.....36

Ley 99 de 1993 Fundamentos de la política ambiental colombiana.....36

NTC 4595 Planeamiento y diseño de instalaciones y ambientes escolares. 36

UNE-EN-ISO 14001 Objetivo de un sistema de gestión ambiental. 37

ISO 19650-1 y 2.....38

Resolución 0441 del 2020 ..... *39*

CAPITULO II: ASPECTOS METODOLÓGICOS **39**

Población 40

Diseño de investigación 40

Técnicas e instrumentos de recolección de datos 41

Técnicas: 41

Instrumentos 41

Procedimientos 41

Análisis y Discusión de Resultados 42

Impacto en el Desarrollo Emocional 42

Recomendaciones para Implementaciones Futuras. 43

CAPITULO III DIAGNOSTICO FÍSICO Y ESPACIAL **43**

3.1Criterios de Evaluación 44

3.2 Registro fotográfico 45

3.3 Levantamiento 3D 47

3.4 Encuestas en salones caso de estudio 48

3.5 Identificación de necesidades 53

3.6 Estrategias de diseño neuroarquitectónico aplicables a espacios educativos 54

Condiciones Ambientales 54

Iluminación *54*

Ventilación *55*

Vegetación *55*

Iluminación Artificial 55

Color 55

***Verde**: Relajante y equilibrante, ayuda a organizar ideas.* *56*

Azul: Mejora la concentración y la productividad. *56*

Amarillo: Estimula la creatividad y el sistema nervioso. *56*

Naranja: Refuerza la confianza y reduce la fatiga. *56*

Distribución Espacial *56*

CAPITULO IV. APLICACIÓN DE ESTRATEGIAS NEUROARQUITECTONICAS 57

Matriz Morfológica *58*

DESARROLLO ARQUITECTÓNICO 60

PROGRAMA ARQUITECTÓNICO 62

ÁREA DE ESTUDIO 63

ÁREAS SOCIALES 65

PRIMER PISO 68

SEGUNDO PISO 69

TERCER PISO 70

CAPITULO V: DISEÑO DE ESPACIOS EDUCATIVOS CON METODOLOGÍA BIM 71

MODULO 1: INTRODUCCIÓN, NORMAS, ESTÁNDARES, TRABAJO COLABORATIVO E INTEROPERABILIDAD 73

Trabajo colaborativo e interoperabilidad EIR, Employer Information Requirements (Requisitos de Información del Empleador) *74*

Roles BIM *75*

BEP, BIM Execution Plan (Plan de Ejecución BIM) *76*

Usos BIM Asociados al Proyecto *77*

Niveles De Desarrollo / Niveles De Información Requeridos *77*

Atributos LOI *78*

CDE (COMMON DATA ENVIRONMENT) CLOUD USBIM Y FLUJOS DE TRABAJO COLABORATIVOS 79

IFC – (Industry Foundation Classes) *80*

MÓDULO 3: ESTRUCTURA, ARQUITECTURA E INSTALACIONES MEP 81

Modelado estructural *82*

Modelado arquitectónico *83*

Modelado instalaciones MEP *84*

MÓDULO 4. COORDINACIÓN DE ESPECIALIDADES, DOCUMENTACIÓN Y TIEMPOS 86

Análisis de interferencias e inconsistencias *87*

Revit *87*

Navisworks *88*

Creación de informes de coordinación *89*

Abstracción y gestión de cantidades *90*

Configuración de planimetrías y documentación *91*

Nomenclatura *91*

Simulación de actividades constructivas *91*

MÓDULO 5. REALIDAD VIRTUAL E INMERSIVA 93

Exportación a IFC Entre otros *94*

Renderización en tiempo real *94*

Fotomontaje y retoque fotográfico 3d *95*

Fondos climáticos, manejo de luces, sombras y reflejos *96*

Visualización de modelos 3d *97*

CAPITULO VI: CONCLUSIONES 99

DISEÑO DE ESPACIOS EDUCATIVOS CON METODOLOGÍA BIM 100

LISTA DE REFERENCIA O BIBLIOGRAFÍA 102

Lista de Figuras

Figura 1 *ISO 19650-1: ESTADOS DE UN CDE.* 38

Figura 2 *Vista general del colegio* 45

Figura 3 Vista general del colegio axonometría 46

Figura 4 Vista general del colegio 46

Figura 5 *Levantamiento en 3D del lugar y su contexto.* 47

Figura 6 ¿Te gusta el salón en el que estudias? 48

Figura 7 *¿Crees que el salón tiene buena luz para estudiar?* 49

Figura 8 ¿Sientes que el salón es cómodo para estudiar y jugar? 49

Figura 9 ¿Te gusta cómo están los colores y las decoraciones del salón? 50

Figura 10 *¿Hay plantas o elementos naturales en tu salón o en los espacios de la escuela?* 51

Figura 11 *¿Te sientes tranquilo(a) y feliz cuando estás en tu salón?* 51

Figura 12 *¿Qué es lo que más te gusta de tu salón o espacio de aprendizaje?* 52

Figura 13 ¿ Si pudieras cambiar algo de tu salón, ¿Qué cambiarías? 52

Figura 14 ¿Qué actividades te gustaría hacer en el salón que no haces ahora? 53

Figura 15 Representación de mejoras en los salones de clase 59

Figura 16 Volcán Teiden 60

Figura 17 *Sinapsis* 61

Figura 18 *Concepto arquitectónico* 61

Figura 19 *Programa arquitectónico* 62

Figura 20 *Foto de vista interior de salón.* 63

Figura 21 *Organización de salón de clase.* 64

Figura 22 *Diseño interior de salón de clase.* 64

Figura 23 *Área social* 65

Figura 24 *Diseño de ágora basado en los principios de neuroarquitectura.* 66

Figura 25 *Diseño de patio de juegos basado en principios de neuroarquitectura* 67

Figura 26 *Diseño de la huerta basado en los principios de neuroarquitectura* 67

Figura 27 *Planta del primer piso con distribución de áreas funcionales y sociales.* 68

Figura 28 *Distribución funcional del segundo piso.* 69

Figura 29 *Planta del tercer piso con distribución académica y social.* 70

Figura 30 *Mapa mental diplomado BIM* 71

Figura 31 *Área de intervención para implementar la metodología BIM.* 72

Figura 32 *Modulo 1: Introducción, Normas, Estándares, Trabajo Colaborativo E Interoperabilidad* 73

Figura 33 *EIR* ***Employer Information Requirements*** 74

Figura 34 **BEP (BIM execution plan)** 76

Figura 35 *USOS BIM* 77

Figura 36 *Nivel de información* 78

Figura 37 *Atributos LOI* 79

Figura 38 *Interacción y comentarios en plataforma DALUX* 80

Figura 39 *Interfaz de la plataforma* 80

Figura 40 *exportación IFC* 81

Figura 41 **Modulo 3, Arquitectura, estructuras y MEP** 82

Figura 42 *Proceso estructural* 83

Figura 43 *Proceso arquitectónico* 84

Figura 44 *Proceso MEP* 85

Figura 45 *Modulo 4Coordinación De Especialidades, Documentación Y Tiempos* 86

Figura 46 ***Interferencias e inconsistencias en REVIT***.....87

Figura 47 **Interferencias e inconsistencias en Navisworks**.....88

Figura 48 *Creación de informes de coordinación en Navisworks*.....89

Figura 49 **Abstracción y gestión de cantidades** 90

Figura 50 *Configuración de impresión de planos*.....91

Figura 51 *Simulación de actividades constructivas*.....92

Lista de Tablas

Tabla 1 Valores de iluminación artificial. 37

Tabla 2 *Roles* 75

Resumen

La neuroarquitectura es una disciplina que integra conocimientos de la neurociencia y la arquitectura con el propósito de entender cómo los espacios físicos influyen en el comportamiento, las emociones y el bienestar de las personas. Su aplicación es particularmente significativa en entornos educativos, ya que estos tienen un impacto directo en el desarrollo cognitivo de los estudiantes. En Bogotá, muchos entornos académicos presentan deficiencias en aspectos clave como la iluminación natural, la ventilación, la ergonomía y la acústica, lo que limita la estimulación sensorial adecuada y afecta negativamente la memoria y la capacidad de aprendizaje. Ante esta problemática, se propone aplicar los principios de la neuroarquitectura para rediseñar espacios que fomenten la experiencia cognitiva, emocional y física. La neurociencia cognitiva y la percepción espacial sirven de base teórica para entender cómo los entornos construidos interactúan con el cerebro humano. Así, al incorporar estas ideas en el diseño arquitectónico, se busca mejorar tanto el rendimiento académico como el bienestar integral de los estudiantes. En este contexto, se incorpora la metodología Building Information Modeling (BIM) como proceso final del proyecto, facilitando una planificación, ejecución y gestión eficiente. BIM permite integrar datos detallados sobre materiales, condiciones ambientales y diseño espacial, lo que mejora la coordinación interdisciplinaria, reduce errores y posibilita simulaciones de entornos. De esta manera, la implementación conjunta de neuroarquitectura y BIM contribuye a crear ambientes educativos más saludables, funcionales y centrados en el bienestar y rendimiento académico de los estudiantes.

Palabras clave: neuroarquitectura, educación, cognitivo, Neurociencia, entornos construidos, BIM.

Abstract

Neuroarchitecture is a discipline that integrates knowledge from neuroscience and architecture to understand how physical spaces influence people's behavior, emotions, and well-being. Its application is particularly significant in educational settings, as these have a direct impact on students' cognitive development. In Bogotá, many academic environments present deficiencies in key aspects such as natural lighting, ventilation, ergonomics, and acoustics, which limits adequate sensory stimulation and negatively affects memory and learning capacity. In response to this problem, we propose applying the principles of neuroarchitecture to redesign spaces that foster cognitive, emotional, and physical experiences. Cognitive neuroscience and spatial perception serve as a theoretical basis for understanding how built environments interact with the human brain. Thus, incorporating these ideas into architectural design seeks to improve both academic performance and the overall well-being of students. In this context, the Building Information Modeling (BIM) methodology is incorporated as the final project process, facilitating efficient planning, execution, and management. BIM enables the integration of detailed data on materials, environmental conditions, and spatial design, improving interdisciplinary coordination, reducing errors, and enabling environmental simulations. In this way, the combined implementation of neuroarchitecture and BIM contributes to creating healthier, more functional educational environments focused on student well-being and academic performance**.**

Keywords: neuroarchitecture, education, cognitive, Neuroscience, built environments, BIM.

Introducción

La relación entre el entorno construido y la experiencia humana ha sido objeto de interés y estudio desde hace siglos. Hipócrates, hace más de dos mil años, afirmó que nuestro bienestar está influido por el entorno que nos rodea (Ruiz, 2015). En la actualidad, esta premisa ha evolucionado gracias a los avances en neurociencia, que han permitido entender con mayor profundidad cómo el cerebro percibe y responde a los estímulos arquitectónicos. Esta comprensión ha dado lugar al desarrollo de la neuroarquitectura, una disciplina que aplica estos conocimientos para diseñar espacios capaces de mejorar el bienestar, el rendimiento y las experiencias de quienes los ocupan.

En el ámbito educativo, los espacios físicos desempeñan un papel fundamental en el aprendizaje y desarrollo de los estudiantes. Más allá de su función práctica, estos entornos son capaces de influir profundamente en las capacidades cognitivas y emocionales de los alumnos. Por ejemplo, el diseño de espacios educativos adecuados puede activar estructuras cerebrales como el hipocampo, esencial para la memoria y el aprendizaje, y estimular la neurogénesis, el proceso de creación de nuevas neuronas que coordinan diversas funciones cognitivas. Por tanto, la arquitectura educativa, informada por principios de neuroarquitectura, tiene el potencial de transformar no solo el rendimiento académico, sino también el bienestar general de los estudiantes, promoviendo un impacto positivo en la sociedad.

Por ello, la arquitectura escolar, orientada desde los principios de la neuroarquitectura, no solo mejora el desempeño académico, sino que también promueve el bienestar general de los estudiantes, generando un impacto positivo en su formación y en el desarrollo sostenible de la sociedad.

<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<<En esta investigación, nos proponemos explorar la relevancia y el impacto de la neuroarquitectura en el diseño de espacios habitables y funcionales en la educación. Examinaremos cómo los avances en neurociencia cognitiva y ambiental han transformado nuestra comprensión de cómo interactuamos con el entorno físico que nos rodea, y cómo esta

comprensión puede informar y mejorar el proceso de diseño arquitectónico en el colegio de Tenerife granada sur.

El objetivo principal de esta investigación es proporcionar una visión integral de la neuroarquitectura, destacando su importancia en la creación de entornos que promuevan la salud, el bienestar y el rendimiento humano en espacios educativos. A través de la revisión de estudios y casos prácticos relevantes, identificamos los principios fundamentales y las mejores prácticas en el diseño de espacios que optimicen la experiencia humana y fomenten un sentido de conexión con el entorno construido. Como parte del desarrollo de este proyecto, se considera fundamental la implementación de la metodología BIM (Building Information Modeling) como un proceso integral para la planificación, ejecución y optimización del diseño arquitectónico. BIM permite la gestión eficiente de datos e información durante todo el ciclo de vida del proyecto, facilitando la integración de estrategias de neuroarquitectura en cada fase del diseño y construcción. Además, esta metodología mejora la coordinación interdisciplinaria, minimiza errores en la ejecución y posibilita la simulación de entornos que maximicen el bienestar de los usuarios. Según Succar (2009), BIM no solo contribuye a la visualización y estructuración del diseño, sino que también optimiza los procesos de construcción y mantenimiento, asegurando la sostenibilidad y eficiencia de los espacios educativos. Así, su aplicación en el Colegio de Tenerife Granada Sur garantizará que los principios de la neuroarquitectura se implementen de manera efectiva, promoviendo la mejora continua de los ambientes educativos.

Problema

El problema identificado en los espacios educativos del Colegio de Tenerife Granada Sur, desde la perspectiva de la neuroarquitectura, radica en su incapacidad para potenciar adecuadamente el desarrollo cognitivo y emocional de los estudiantes de primaria. Este problema puede ser analizado a través de diversos factores:

1. Diseño Espacial Inadecuado.

Los espacios educativos tradicionales carecen de flexibilidad para adaptarse a las necesidades dinámicas de los estudiantes. Según (Medina, 2014), los entornos inflexibles limitan las oportunidades de aprendizaje activo y colaborativo, lo que afecta negativamente la capacidad de los estudiantes para desarrollar habilidades cognitivas clave.

2. Deficiencias en las Condiciones Ambientales.

- **Iluminación**: El diseño que no aprovecha la luz natural afecta los ritmos circadianos de los estudiantes afecta su aprendizaje y bienestar. la iluminación natural está directamente relacionada con un mejor rendimiento académico, ayuda a que no se degaste la visión y tienen mayor concentración.
- **Ventilación**: La falta de ventilación adecuada incrementa los niveles de dióxido de carbono, lo que, según (Barrett et al. 2015), tiene un impacto negativo en las funciones cognitivas de los niños, como la memoria y la resolución de problemas.

- **Acústica**: Altos niveles de ruido o una mala acústica dificultan la comprensión y aumentan los niveles de estrés en los estudiantes. (Shield & Dockrell, 2003) destacan que el ruido ambiental reduce significativamente la capacidad de los niños para procesar y retener información.

3. Escasez de Estímulos Sensoriales Apropiados.

La falta de elementos visuales, táctiles y cromáticos diseñados estratégicamente para estimular el cerebro es un problema recurrente. Según Cooper y Barnes, (1999) los espacios ricos en estímulos sensoriales promueven el bienestar emocional y mejoran el estado de ánimo, factores esenciales para un aprendizaje efectivo.

4. Falta de Conexión con la Naturaleza.

La ausencia de elementos biofílicos en los espacios educativos limita los beneficios que la naturaleza ofrece, como la reducción del estrés y el aumento de la concentración. Ulrich, (1984) destaca que la integración de elementos naturales en los entornos educativos contribuye a un mayor equilibrio emocional y a la mejora de las funciones cognitivas.

5. Impacto en el Bienestar y el Aprendizaje.

Estas deficiencias estructurales y sensoriales se traducen en un ambiente que no favorece el bienestar emocional ni el rendimiento académico de los estudiantes. Según Barrett et al., (2015), el entorno físico influye hasta en un 16% en el progreso académico anual de los alumnos.

6. Modelo Arquitectónico Tradicional.

Los modelos arquitectónicos tradicionales aplicados en el diseño de espacios educativos en Bogotá no consideran las evidencias científicas sobre cómo los entornos afectan el cerebro. Medina, (2014) afirma que un diseño alineado con principios de neurociencia puede optimizar significativamente los resultados educativos.

Pregunta problema

¿De qué manera la aplicación de los principios de la neuroarquitectura y la metodología BIM en el diseño de espacios de aprendizaje puede mejorar el desarrollo cognitivo y emocional de los estudiantes de primaria en el colegio de Tenerife Granada Sur, en la ciudad de Bogotá?

Justificación

El diseño de espacios educativos que fomenten el desarrollo y el bienestar de los estudiantes es un aspecto fundamental. La neuroarquitectura, un campo emergente que estudia cómo el diseño de los espacios construidos puede influir en el desarrollo cognitivo y emocional de las personas, es especialmente relevante para los entornos de aprendizaje.

Este proyecto se enfoca en el diseño de espacios que mejoren la productividad y el bienestar en entornos educativos para la población infantil de 5-10 años, con el objetivo de mitigar diseños que actualmente se construyen. La neuroarquitectura es de gran importancia dentro de los centros educativos y más para la población infantil, ya que estos espacios ayudan y son fundamentales para el desarrollo de habilidades de aprendizaje.

La investigación tiene como propósito analizar cómo los espacios construidos inciden en la actividad cerebral y en las respuestas emocionales de los niños. Se parte de la evidencia que demuestra que factores como la organización espacial, los estímulos visuales y el contacto con la naturaleza pueden estimular la creatividad y aumentar la productividad en los entornos educativos. En este contexto, el diseño biofílico —que incorpora elementos naturales en la arquitectura — ha mostrado beneficios significativos en los procesos cognitivos y en el rendimiento académico de los estudiantes. Según leí y Paloma, (2021) la incorporación de elementos naturales en los espacios, como la vegetación o las vistas hacia jardines, contribuye de manera significativa al bienestar y a la salud de quienes los habitan. El diseño biofílico se fundamenta en la conexión innata del ser humano con la naturaleza, y su incorporación en los entornos construidos ha demostrado beneficios significativos para la salud física y mental. Integrar elementos naturales en espacios educativos no solo mejora el bienestar general, sino que también potencia el rendimiento académico y la concentración de los estudiantes (D'Croz et al., 2023). Asimismo, la aplicación de principios de la neuroarquitectura en el diseño de estos espacios permite crear ambientes que favorecen el desarrollo cognitivo y emocional de los alumnos desde la

educación primaria. Estas estrategias de diseño pueden ser implementadas por instituciones educativas para optimizar los entornos de aprendizaje y promover el bienestar integral de los estudiantes.

Antecedentes

El diseño de espacios educativos ha evolucionado significativamente en las últimas décadas, integrando enfoques sostenibles y pedagógicos que favorecen el aprendizaje activo y el bienestar infantil. Diversos estudios han demostrado que la relación entre el entorno natural y el desarrollo cognitivo en niños de educación primaria es fundamental para mejorar su desempeño académico y su bienestar emocional (Chawla, 2015).

1. Arquitectura educativa y aprendizaje sostenible.

Desde una perspectiva arquitectónica, los espacios educativos deben responder a las necesidades de los estudiantes a través de estrategias que fomenten la interacción con el medio ambiente y la sostenibilidad (Velasco, 2017). En este sentido, el concepto de infraestructura verde ha sido ampliamente estudiado en instituciones académicas y se ha implementado en proyectos que buscan transformar la educación mediante la conexión con la naturaleza (Kuo et al., 2019).

La integración de jardines botánicos en colegios ha sido una estrategia clave en múltiples iniciativas educativas, ya que permite a los niños explorar activamente los ecosistemas y comprender de manera práctica los conceptos de biodiversidad y sostenibilidad (Dyment & Reid, 2005). En el caso de Bogotá, se han desarrollado proyectos que buscan la revitalización de espacios urbanos en desuso para incorporarlos como entornos de aprendizaje al aire libre (Alcaldía Mayor de Bogotá, 2021).

2. Pedagogía ambiental y bienestar infantil.

La relación entre el diseño arquitectónico y el bienestar infantil ha sido objeto de estudio en diversas investigaciones. Según estudios en neuroeducación, los espacios abiertos y con vegetación tienen un impacto positivo en la concentración y creatividad de los niños en edad escolar (Gifford, 2007). La pedagogía ambiental ha cobrado relevancia en los currículos educativos, promoviendo metodologías activas que incorporan el contacto con la naturaleza como un eje fundamental para el desarrollo cognitivo y emocional (Louv, 2008).

En el contexto latinoamericano, diversas instituciones han apostado por modelos educativos que combinan la enseñanza tradicional con experiencias prácticas en entornos naturales. Un ejemplo de esto es el modelo de "escuelas bosque" implementado en algunas regiones de Chile y Argentina, donde los niños aprenden al aire libre en interacción directa con la flora y fauna local (Muñoz, 2016).

3. Infraestructura ecológica para educación primaria.

El concepto de infraestructura ecológica aplicada a la educación ha ganado relevancia en los últimos años. Investigaciones han demostrado que la implementación de estrategias bioclimáticas en el diseño de colegios no solo reduce el impacto ambiental, sino que también mejora las condiciones de enseñanza y aprendizaje (Lechner, 2015).

En ciudades como Bogotá, donde el crecimiento urbano ha reducido significativamente las áreas verdes, la incorporación de espacios regenerativos dentro de las instituciones educativas representa una oportunidad para fortalecer el vínculo de los niños con su entorno y fomentar valores de conservación ambiental (Duarte & Ramírez, 2020). La propuesta de un centro botánico y cultural dentro de una infraestructura educativa primaria puede servir como un modelo replicable en otras instituciones con contextos similares.

4. Regeneración urbana con impacto educativo.

La regeneración urbana ha sido utilizada como estrategia para revitalizar espacios en desuso y convertirlos en entornos educativos de alto impacto (Gehl, 2011). En el caso de Bogotá, la recuperación de áreas patrimoniales, como la Estación de la Sabana, ha sido una prioridad en los planes de desarrollo urbano (Secretaría de Planeación de Bogotá, 2020).

El uso de estos espacios para la educación primaria permitiría una interacción enriquecedora entre la historia, la cultura y la naturaleza, promoviendo una enseñanza holística y transversal. Según estudios de urbanismo sostenible, la reutilización de estructuras existentes para fines educativos contribuye a la reducción de la huella ecológica y al fortalecimiento del sentido de pertenencia en la comunidad (UNESCO, 2019).

Hipótesis

El diseño de entornos construidos que incorporen de manera sistemática y deliberada los principios de la biofilia, entendida como la tendencia innata de los seres humanos a conectar con la naturaleza y otros sistemas vivos, genera una profunda interacción entre los ocupantes y el entorno natural simulado, lo que a su vez fomenta una serie de beneficios psicológicos, emocionales y cognitivos. La inclusión de elementos biofílicos, como el acceso a la luz natural, las vistas al aire libre, la presencia de vegetación, las formas y patrones orgánicos, el uso de materiales naturales y el aprovechamiento de la ventilación y el flujo natural del aire, puede tener un impacto notable en la calidad de vida de las personas que interactúan con estos espacios.

Objetivos

Objetivo General

Diseñar espacios arquitectónicos en los cuales se apliquen las teorías de la neuroarquitectura en el colegio Tenerife Granada Sur, en la ciudad de Bogotá, para los estudiantes de primaria.

Objetivos Específicos

1. Conformar un comparativo de los colegios en la localidad de Usme de carácter arquitectónico, entre las edades de 5 a 10 años.
2. Identificar las características de la neuroarquitectura aplicada a los equipamientos educativos.
3. Desarrollar un programa arquitectónico que implemente los principios de la neurociencia aplicados al desarrollo de la creatividad y la productividad en el aprendizaje, en el colegio de Tenerife Granada Sur, en la ciudad de Bogotá.
4. Aplicar la metodología BIM (Building Information Modeling) como herramienta de planificación, simulación y optimización del diseño arquitectónico propuesto, garantizando la integración efectiva de los principios de la neuroarquitectura y mejorando la calidad del entorno construido educativo.

Capítulo I: Marco teórico y estado del arte.

Marco Referencial

Antecedentes Históricos: Desde la antigüedad, las civilizaciones han reconocido la influencia del entorno en el bienestar humano, con el Renacimiento destacándose por su enfoque en la proporción y el equilibrio. En los siglos XVIII y XIX, el urbanismo y la salud pública comenzaron a considerar el impacto del entorno construido en la calidad de vida.

Desarrollo de Teorías Relevantes: La psicología ambiental, surgida en el siglo XX, estudia cómo los espacios afectan el comportamiento humano, mientras que el Movimiento Moderno en arquitectura, con figuras como Le Corbusier y Frank Lloyd Wright, propuso que el diseño podría mejorar la calidad de vida.

Influencia de la Neurociencia: A finales del siglo XX, los avances en neurociencia y neuroimágenes permiten estudiar cómo el cerebro responde a los entornos, estableciendo la base científica para la neuroarquitectura.

Investigaciones y Publicaciones Clave: A partir de los años 90, surgieron estudios que formalizaban la relación entre arquitectura y neurociencia, abordando temas como la percepción espacial y la neuro estética.

Aplicaciones Tempranas y Casos de Estudio: Hospitales, clínicas y escuelas comenzaron a aplicar principios de neuroarquitectura, demostrando cómo los espacios bien diseñados pueden mejorar la salud y el bienestar.

Marco histórico.

Arquitectura y Espiritualidad: Desde tiempos antiguos, las civilizaciones han reconocido la influencia de los espacios en las emociones y el bienestar. Templos, iglesias y mezquitas fueron

diseñados para evocar sentimientos de asombro y reverencia, utilizando proporciones, luz y acústica que buscaban crear experiencias trascendentales.

Feng Shui y Vastu Shastra: Estas antiguas prácticas en China e India respectivamente, son ejemplos tempranos de cómo la disposición del espacio fue considerada esencial para la salud y el bienestar.

Renacimiento y Barroco:

Humanismo y Proporciones: Durante el Renacimiento, arquitectos como Alberti y Palladio se inspiraron en las proporciones humanas y el estudio de la naturaleza para crear espacios que fomentan la armonía y el equilibrio, conceptos que resuenan con la neurociencia moderna.

Arquitectura Emocional: El Barroco, con su énfasis en la dramatización, utilizó el espacio, la luz y la ornamentación para generar respuestas emocionales fuertes, anticipando lo que la neuroarquitectura busca entender y replicar.

Siglo XIX y XX:

Psicología Ambiental: A medida que la psicología se consolidaba como ciencia, se comenzaron a estudiar las interacciones entre el entorno y el comportamiento humano. Investigadores como Kurt Lewin y Roger Barker sentaron las bases para lo que más tarde se conocería como neuroarquitectura.

Movimiento Moderno: Arquitectos como Le Corbusier y Frank Lloyd Wright introdujeron ideas sobre cómo los espacios podían influir en la vida cotidiana de las personas. Aunque sus enfoques variaban, ambos creían que la arquitectura tenía el poder de mejorar el bienestar humano.

Desarrollo de la Neuroarquitectura.

Década de 1990:

Neurociencia y Tecnología: Con los avances en neurociencia y neuroimágenes, se abrió la posibilidad de estudiar cómo el cerebro responde a diferentes entornos arquitectónicos. Esto marcó el nacimiento de la neuroarquitectura como un campo de estudio formal.

Publicaciones Clave: A mediados de los 90, empezaron a surgir publicaciones que exploraban la relación entre el cerebro y la arquitectura, integrando conceptos de neurociencia, psicología ambiental y diseño arquitectónico.

Siglo XXI:

Investigación y Práctica: En las últimas dos décadas, el campo de la neuroarquitectura ha crecido exponencialmente. Arquitectos y neurocientíficos colaboran para diseñar hospitales, escuelas y espacios de trabajo que optimicen el bienestar y la productividad.

Bienestar y Salud Mental: La neuroarquitectura se ha convertido en una herramienta esencial para abordar cuestiones de salud mental, diseñando espacios que promuevan la calma, la concentración y la recuperación.

Marco teórico

La arquitectura no solo se ocupa de la creación de estructuras funcionales y estéticamente agradables, sino que también tiene un impacto profundo en la forma en que los usuarios experimentan e interactúan con los espacios. Este marco teórico explora las implicaciones teóricas y prácticas de la arquitectura en la configuración y percepción de los espacios, y cómo estos entornos construidos influyen en el comportamiento, la salud y el bienestar de las personas.

La Arquitectura como Configuradora de Espacios Habitables.

La arquitectura tiene el poder de transformar el espacio, otorgándole significado, organización y funcionalidad. A través del diseño de edificios y entornos, se crean experiencias espaciales que afectan cómo los individuos se orientan, se sienten y se comportan en un determinado lugar. Según Norberg-Schulz (1980), el espacio arquitectónico es una construcción de significado que organiza las relaciones entre el entorno físico y la experiencia humana. A través de la disposición espacial, el arquitecto da forma a las cualidades perceptuales del espacio, tales como la luz, la forma y el volumen, que a su vez impactan en la manera en que los ocupantes interpretan y utilizan el lugar.

Percepción del Espacio en la Experiencia Humana.

La percepción espacial está en el centro de cómo las personas interactúan con su entorno construido. Esta percepción no se refiere únicamente a la dimensión visual del espacio, sino que involucra todos los sentidos, incluyendo el tacto, el olfato y la audición, en una experiencia integral del entorno. El arquitecto Juhani Pallasmaa (2005) argumenta que la arquitectura debe apelar a todos los sentidos para proporcionar una experiencia rica y completa del espacio. Según su teoría, un enfoque multisensorial del diseño genera una conexión más profunda entre los usuarios y el entorno, favoreciendo una mayor comprensión del espacio y su impacto emocional.

La Incidencia del Diseño Arquitectónico en el Comportamiento y la Salud

El diseño arquitectónico influye directamente en el comportamiento de los ocupantes y en su salud física y mental. Jan Gehl (2010) señala que la arquitectura no debe concebirse solo como la creación de edificios, sino como la creación de entornos que fomenten la interacción social y el bienestar. En su investigación sobre el diseño urbano, Gehl destaca cómo la forma en que los espacios públicos y privados están organizados influye en el comportamiento social de las personas, afectando

desde su movilidad hasta su interacción con los demás. La planificación cuidadosa de la arquitectura, que incluye consideraciones de accesibilidad, ergonomía y confort ambiental, puede mejorar la calidad de vida y la salud física y mental de los ocupantes.

La Neuroarquitectura: Arquitectura y Respuesta Cerebral

La neuroarquitectura es un campo emergente que estudia cómo los entornos construidos influyen en el cerebro y, por ende, en el comportamiento y las emociones humanas. Este enfoque multidisciplinario, que combina la neurociencia con la arquitectura, sugiere que ciertos elementos de diseño pueden activar o desactivar respuestas emocionales y cognitivas específicas en los ocupantes. Según Eberhard (2009), el diseño arquitectónico tiene la capacidad de afectar el sistema límbico, que es responsable de las emociones, y las áreas del cerebro que regulan la memoria, la atención y la percepción del espacio. Así, los entornos construidos pueden influir tanto en la productividad como en el bienestar emocional, haciendo de la arquitectura una herramienta poderosa para mejorar la calidad de vida de las personas.

Arquitectura y Bienestar: El Diseño Biofílico

El diseño biofílico se basa en la idea de que los seres humanos tienen una necesidad inherente de conectarse con la naturaleza y que dicha conexión puede integrarse en los entornos construidos para mejorar el bienestar humano. Kellert (2008) sugiere que la incorporación de elementos naturales, como la luz natural, el agua, las plantas y las formas orgánicas, no solo mejora la estética de los espacios, sino que también tiene un impacto positivo en la salud mental y física de los ocupantes. La biofilia aplicada en la arquitectura tiene el potencial de reducir el estrés, mejorar el estado de ánimo y aumentar la productividad, lo que refuerza la importancia de crear entornos que promuevan una conexión armoniosa entre los humanos y su entorno.

Espacio Arquitectónico y Sentido de Lugar

El concepto de "sentido de lugar" es fundamental en la teoría arquitectónica. Los espacios bien diseñados no solo deben cumplir con funciones prácticas, sino también evocar un sentido de pertenencia y significado para sus ocupantes. Según Lynch (1960), los entornos construidos pueden influir en la forma en que las personas se orientan y se identifican con el espacio, afectando su sentido de comunidad y su conexión emocional con el lugar. Un entorno que se percibe como acogedor y seguro tiene un impacto positivo en la satisfacción del usuario y en su bienestar emocional, mientras que un diseño caótico o desorganizado puede generar estrés y desorientación.

Impacto del Entorno Arquitectónico en la Productividad y el Aprendizaje

Los entornos bien diseñados también pueden influir en el rendimiento cognitivo y la productividad de los usuarios. La calidad de la luz, el acceso a vistas naturales, el uso de colores adecuados y una disposición espacial eficiente son factores que pueden influir en la concentración y el aprendizaje. Barrett et al. (2013) han demostrado que la configuración del entorno arquitectónico de las aulas tiene un impacto directo en el rendimiento académico de los estudiantes. Espacios que maximizan el confort ambiental y ofrecen flexibilidad de uso promueven la motivación y la productividad en los ocupantes.

Metodología BIM en el Diseño Arquitectónico Educativo

Building Information Modeling (BIM) es una metodología que permite la gestión integral de proyectos de construcción a través de modelos digitales tridimensionales que integran datos geométricos, técnicos y funcionales. Su implementación no solo mejora la planificación, ejecución y mantenimiento de las obras, sino que también optimiza la colaboración interdisciplinaria, reduce errores y permite una toma de decisiones más informada (Eastman et al., 2011).

En el contexto del diseño de espacios educativos, BIM ofrece una plataforma eficiente para incorporar variables de neuroarquitectura, simulando condiciones de luz natural, ventilación, distribución espacial y demás factores que impactan directamente en el bienestar y desarrollo cognitivo de los estudiantes. Esta metodología se alinea con las nuevas demandas de sostenibilidad, funcionalidad y eficiencia que deben cumplir los equipamientos escolares contemporáneos

Marco conceptual

La neurociencia cognitiva es una disciplina que explora los mecanismos neurales subyacentes a los procesos mentales como la percepción, la memoria, la atención, y la toma de decisiones, con un enfoque específico en cómo estos procesos influyen en la interacción del individuo con su entorno. En el contexto de la arquitectura, el estudio de la percepción espacial se centra en cómo el cerebro humano interpreta y responde a los estímulos que emergen del entorno construido, abarcando aspectos como la luz, la geometría, los colores, las texturas, y la distribución espacial. La percepción espacial no es simplemente la capacidad de detectar y ubicar objetos en el espacio, sino también de entender cómo los individuos experimentan emocional y cognitivamente el espacio que habitan, lo que tiene un impacto significativo en su bienestar y comportamiento.

Percepción espacial y el cerebro

El cerebro humano procesa la información espacial a través de una red compleja de regiones corticales y subcorticales. La corteza parietal, el hipocampo y las áreas visuales son cruciales para la percepción del espacio y la navegación. Estudios neurocientíficos han mostrado que la región del hipocampo no sólo es responsable de la memoria espacial, sino también de la percepción del entorno tridimensional, permitiendo a las personas crear un “mapa cognitivo” del espacio que les rodea (O'Keefe & Nadel, 1978). Este proceso de mapeo mental es fundamental para la orientación en los entornos

construidos y naturales, permitiendo a los individuos moverse de manera eficiente y, más importante aún, experimentar seguridad y confort dentro de un espacio determinado.

A su vez, la percepción espacial está modulada por la forma en que la arquitectura activa las emociones y los estados mentales a través de diferentes estímulos sensoriales. El diseño de los espacios puede generar una respuesta emocional que puede variar desde la calma y la relajación hasta el estrés o la sobreestimulación (Mallgrave, 2013). Estos estados emocionales son el resultado de la activación de sistemas neuronales relacionados con la evaluación del espacio, como la amígdala, que evalúa la seguridad y el riesgo en el entorno, y la corteza prefrontal, que regula las respuestas emocionales y las decisiones sobre cómo interactuar con el espacio (Pallasmaa, 2005).

Influencia de la luz y el color en la percepción

La luz es un factor crucial en la percepción espacial y su influencia en el bienestar ha sido ampliamente estudiada en neurociencia cognitiva. La luz natural, en particular, regula los ritmos circadianos a través de la activación de las células ganglionares fotosensibles en la retina, lo que influye directamente en la producción de melatonina y, por ende, en los ciclos de sueño y vigilia (Rea et al., 2002). La arquitectura que maximiza el uso de la luz natural no solo mejora la visibilidad y la estética del entorno, sino que también tiene un efecto positivo en el estado de ánimo, la productividad y la salud general de los ocupantes (Steemers & Yun, 2009). Este vínculo entre la iluminación y los ritmos biológicos ilustra cómo el entorno construido puede afectar directamente la fisiología y el comportamiento de los individuos.

El uso del color influye notablemente en la percepción del espacio y ejerce un efecto directo sobre el sistema límbico, la región del cerebro encargada de procesar y regular las emociones. Por ejemplo, los tonos fríos como el azul y el verde suelen estar asociados con la calma y la serenidad, mientras que los tonos cálidos como el rojo y el naranja pueden generar una mayor activación

emocional (Elliot & Maier, 2014). La arquitectura que utiliza estratégicamente el color puede, por tanto, influir en el estado emocional de los ocupantes y en su interacción con el espacio, favoreciendo determinados comportamientos o estados mentales.

Neuroarquitectura: la intersección de la neurociencia y la arquitectura

La neuroarquitectura es un campo emergente que combina los hallazgos de la neurociencia con el diseño arquitectónico, con el fin de crear espacios que respondan mejor a las necesidades psicológicas y cognitivas de los ocupantes. A través del estudio de la percepción espacial, los arquitectos pueden diseñar entornos que no solo sean funcionales y estéticamente agradables, sino que también promuevan el bienestar mental, la concentración, y la productividad (Eberhard, 2009). Este enfoque considera cómo el cerebro responde a la configuración espacial, la calidad del aire, la acústica, y otros factores sensoriales para crear espacios que optimicen la experiencia humana.

Uno de los principios clave de la neuroarquitectura es la biofilia, o la inclinación innata del ser humano a conectar con la naturaleza. La investigación ha demostrado que la incorporación de elementos naturales en los entornos construidos puede reducir el estrés, mejorar el estado de ánimo y aumentar la satisfacción con el espacio (Ulrich et al., 1991). Estos hallazgos respaldan la idea de que el cerebro humano está mejor adaptado a entornos que reflejan aspectos de la naturaleza, lo que tiene implicaciones importantes para el diseño de espacios urbanos, educativos y laborales.

BIM (Building Information Modeling)

es una metodología colaborativa que permite crear y gestionar digitalmente la información de un proyecto de construcción a lo largo de su ciclo de vida. Esta metodología no solo mejora la eficiencia en los procesos de diseño y construcción, sino que también facilita una mayor precisión en la planificación, reduce errores y permite la simulación de escenarios futuros para optimizar el rendimiento del edificio (Succar, 2009).

Aplicado a espacios educativos, BIM permite diseñar entornos más adecuados para el aprendizaje, integrando principios de sostenibilidad, ergonomía y neuroarquitectura, garantizando una respuesta efectiva a las necesidades cognitivas y emocionales de los estudiantes.

Marco normativo

Ley 99 de 1993 Fundamentos de la política ambiental colombiana.

La Ley 99 de 1993 establece los principios principales de la política ambiental en Colombia. Esta norma creó el Ministerio del Medio Ambiente (hoy Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible) y sentó las bases para el desarrollo sostenible del país, estableciendo la obligación de proteger y conservar los recursos naturales renovables. Además, organizó el Sistema Nacional Ambiental (SINA), promoviendo la participación ciudadana en la gestión ambiental y asignando responsabilidades a las autoridades ambientales a nivel nacional, regional y local.

Esta ley es clave en la planeación de proyectos arquitectónicos sostenibles, ya que exige la evaluación del impacto ambiental y la incorporación de prácticas responsables con el entorno natural (Congreso de Colombia, 1993).

NTC 4595 Planeamiento y diseño de instalaciones y ambientes escolares.

La Norma Técnica Colombiana NTC 4595 establece los lineamientos esenciales para el planeamiento y diseño de ambientes escolares, con el objetivo de garantizar condiciones físicas adecuadas, funcionales y seguras que favorezcan el proceso educativo. Esta norma contempla criterios de confort ambiental, distribución espacial, accesibilidad, iluminación, ventilación y seguridad, los cuales deben ser considerados desde la etapa de diseño hasta la construcción de equipamientos educativos. Su

aplicación contribuye a mejorar la calidad del entorno escolar y, por ende, a optimizar el aprendizaje y bienestar de los estudiantes (ICONTEC, 2007).

Tabla 1

Valores de iluminación artificial.

AMBIENTES	ILUMINACIÓN, EN LUXES	ILUMINACIÓN RECOMENDADA
Circulaciones	30	Incandescentes
Exterior y parqueos	100	Mercurio o sodio
E, rampas y escaleras	100	Incandescentes
F, baños y bodegas	200	Incandescentes
A, en preescolar	300	Fluorescente e incandescente
A, B Y C, oficinas	300	Fluorescente
D	400	Mercurio
C, en talleres de arte	400	Fluorescente

Nota: Tomado de "Norma Técnico Colombiana "(NTC) 4595 por El Ministerio de Educación Nacional de Colombia, 2020. (https://www.mineducacion.gov.co/1759/articles-355996_recurso_10.pdf)

UNE-EN-ISO 14001 Objetivo de un sistema de gestión ambiental.

Proporciona un marco internacionalmente aceptado para establecer, implementar, mantener y mejorar un sistema de gestión ambiental (SGA) dentro de las organizaciones. Su propósito principal es ayudar a las instituciones a reducir su impacto ambiental negativo, cumplir con la legislación vigente y fomentar una cultura de sostenibilidad mediante un enfoque basado en el ciclo de mejora continua. La adopción de esta norma en proyectos educativos y arquitectónicos permite integrar prácticas

responsables con el entorno natural, promoviendo una gestión eficiente de los recursos y una mayor conciencia ecológica (ISO, 2015).

ISO 19650-1 y 2

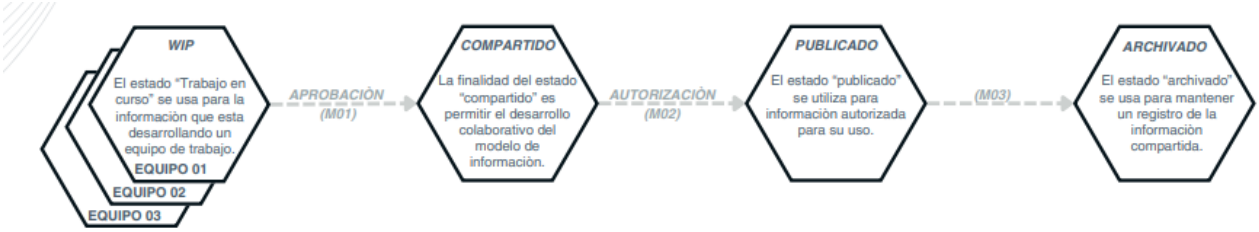
Proporciona un marco para la gestión eficiente de la información a lo largo del ciclo de vida de un proyecto de construcción utilizando la metodología BIM. Su aplicación mejora la coordinación entre disciplinas, reduce errores y optimiza recursos, aspectos cruciales en la planificación y ejecución de infraestructuras educativas modernas (ISO, 2018).

Establece los principios y conceptos clave para la gestión eficiente de la información en proyectos de construcción mediante la metodología BIM. Esto nos permite organizar y digitalizar los procesos relacionados con el ciclo de vida de edificaciones e infraestructuras, facilitando su coordinación, reducción de errores y mejora en la toma de decisiones durante todas las etapas del proyecto (ISO, 2018).

La norma ISO 19650-2 proporciona directrices específicas para la gestión de la información durante la fase de ejecución de los activos en proyectos de construcción que emplean metodología BIM. Este estándar promueve un entorno de datos común, fomenta la colaboración entre actores del proyecto y establece requisitos claros para el intercambio, revisión y entrega de información, contribuyendo así a una mayor eficiencia y trazabilidad en el proceso constructivo (ISO, 2018).

Figura 1

ISO 19650-1: ESTADOS DE UN CDE.



Resolución 0441 del 2020

Emitida por el Ministerio de Educación Nacional, esta resolución establece los criterios técnicos obligatorios para el diseño y ejecución de proyectos de infraestructura educativa oficial en Colombia. Incluye aspectos de calidad, accesibilidad, sostenibilidad y seguridad, asegurando que los espacios escolares respondan a las necesidades pedagógicas y sociales de los estudiantes (Ministerio de Educación Nacional, 2020).

Capitulo II: Aspectos Metodológicos

Para hacer la metodología de este proyecto te tomaran en cuenta cinco parámetros los cuales son:

1. Analizar cómo los entornos construidos influyen en la actividad cerebral y las respuestas emocionales de los usuarios.
2. Evaluar el impacto de la luz natural y artificial en los ritmos circadianos y el bienestar de los ocupantes.
3. Explorar la relación entre la configuración espacial y la memoria espacial en los estudiantes de primaria.
4. Desarrollar estrategias de diseño que promuevan la creatividad y la productividad en los espacios laborales.
5. Identificar cómo el diseño de espacios educativos puede mejorar el rendimiento académico y el bienestar de los estudiantes.

Además, como parte final del proyecto se planteará el diseño del colegio Tenerife granada sur con todos los indicadores anterior mente mencionados, para mostrar los resultados obtenidos por cada análisis que identificamos.

Población

Los estudiantes y profesores del colegio de Tenerife granada sur en la ciudad de Bogotá, son quienes habitan e interactúan a diario con los espacios educativos que el colegio ofrece. Como miembros activos de la comunidad estudiantil, los alumnos tienen la posibilidad de aportar contribuciones significativas a partir de sus vivencias personales. Su perspectiva resulta esencial para examinar y entender cómo la relación con el entorno educativo influye en su desarrollo, además de ser clave para detectar necesidades o deficiencias presentes en los espacios académicos que aún no han integrado los principios de la neuroarquitectura.

Diseño de investigación

Se plantea un diseño de investigación practico, estructurando en tres fases, respecto al enfoque cualitativo. Estas etapas son:

- Identificación de problemas de investigación, definirlos y realizar un diagnóstico.
- Identificar los problemas con respecto a la investigación en el colegio Tenerife granada sur.
- Obteniendo la retroalimentación, se propondrá diseños de espacios arquitectónicos con respecto a los problemas identificados.
- Como fase final, se aplicará la metodología BIM (Building Information Modeling) para el desarrollo y modelado integral del proyecto. Esto permitirá una planificación precisa,

coordinación interdisciplinaria y simulación de entornos, garantizando una gestión eficiente de los espacios educativos propuestos.

Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Técnicas:

- Análisis documental del marco conceptual y teórico con referencias científicas.
- Observación del diagnóstico y caracterización del colegio Tenerife granada sur.
- Encuestas a estudiantes de primaria para evaluar criterios neuro arquitectónicos del colegio caso de estudio.
- Entrevista a maestros para evaluar la percepción desde un punto de vista de enseñanza.

Instrumentos

- Documentos de observación enfocados a recopilación de datos, fotografías, análisis de iluminación, análisis acústicos y levantamientos 2 y 3D del colegio Tenerife granada sur.
- Cuestionario a estudiantes por medio de Google forms.
- Programas Revit, AutoCAD y 5d.
- BIM: Dalux, Solid Word y solid words

Procedimientos

1. Recopilación de bibliografías enfocadas a la neuroarquitectura y su impacto en los estudiantes.
2. Análisis documental del marco normativo.
3. Observación a los indicadores físico-espaciales del colegio Tenerife granada sur.

4. Encuesta a estudiantes por medio de cuestionarios para diagnóstico y ver la percepción con referencia a los espacios dentro del colegio caso de estudio.
5. Identificación de las necesidades de cada espacio dentro y fuera del colegio.
6. Elaboración del programa arquitectónico, identificando morfología y posibles soluciones de diseño.
7. Modelado y renderizado del diseño para ver cómo se adapta al espacio morfológico.
8. Elaboración de proyecto final aplicando las estrategias neuroarquitectonicas a los espacios educativos del colegio.
9. Elaboración metodología BIM, para ver su mejora en procesos de tiempos y costos, también dando prioridad a las demás áreas integrándolas.
10. Resultados y conclusiones.

Análisis y Discusión de Resultados

Deben expresar en forma clara, concisa y consistentemente, los resultados, hallazgos y descubrimientos obtenidos, expresados en forma de textos explicativos que pueden complementarse con tablas y/o figuras.

Impacto en el Desarrollo Emocional

Los espacios diseñados bajo principios de confort emocional y accesibilidad fomentaron un sentido de seguridad y bienestar en los estudiantes. Esto de acuerdo con estudios que destacan la importancia de ambientes seguros y positivos en el desarrollo emocional infantil.

Recomendaciones para Implementaciones Futuras.

Considerar mayor participación de los estudiantes en las fases de diseño para garantizar que los espacios cumplan sus expectativas, para ello se realizaron encuestas para validar que les gustaría mejorar en su espacio de estudio.

Incorporar herramientas de evaluación continuas para medir el impacto a largo plazo.

Estudiar el efecto de las características específicas del diseño como formas, colores, materiales entre otros.

Capitulo III Diagnostico físico y espacial

Para abordar de manera integral la problemática de los espacios educativos, se definieron inicialmente los criterios de evaluación del entorno físico y sensorial que forman parte del proceso de enseñanza-aprendizaje. A continuación, se implementaron herramientas específicas para la observación del colegio se generó un registro fotográfico detallado de los espacios, que sirvió no solo como documentación visual sino también como base para elaborar levantamientos dimensionales en dos dimensiones (2D), realizar estudios lumínicos, y desarrollar modelos tridimensionales (3D) representativos de cada espacio.

La fase de diagnóstico se enfocó en identificar las características espaciales, evaluar las condiciones de iluminación y analizar la disposición de elementos claves del colegio. Estos aspectos permitieron obtener un entendimiento detallado del entorno educativo, proporcionando una base sólida para identificar las necesidades específicas y diseñar estrategias de mejora en los espacios analizados.

3.1Criterios de Evaluación

La evaluación de los espacios educativos consideró una variedad de criterios enfocados en la calidad del entorno físico y la experiencia sensorial, ambos fundamentales para optimizar el aprendizaje. A continuación, se detallan los aspectos más relevantes:

- Condiciones Ambientales.
- Estimulación Sensorial.
- Distribución Especial.
- Materialidad.

- **Acabados y Materiales Constructivos:** Se verificó la calidad, sostenibilidad y mantenimiento de los materiales empleados.
- **Aislamiento Térmico y Acústico:** Se evaluó la eficacia de las aulas para mantener condiciones confortables y minimizar distracciones externas.

3.2 Registro fotográfico

El registro fotográfico se implementó como un enfoque visual clave para documentar y analizar de manera precisa las condiciones de las aulas seleccionadas como casos de estudio en el colegio. Esta metodología permitió capturar detalles esenciales relacionados con la configuración espacial, los elementos arquitectónicos y las condiciones existentes en cada espacio. Las imágenes obtenidas constituyen un recurso fundamental que no solo facilita la comprensión de las características actuales de los salones, sino que también respalda la formulación de análisis exhaustivos y el diseño de propuestas fundamentadas en una representación fiel de la realidad observada.

Figura 2

Vista general del colegio

Nota. Elaboración propia.

Figura 3

Vista general del colegio axonometría

Nota. Elaboración propia.

En la imagen se evidencia el deterioro Presencia de grietas, humedad, filtraciones y materiales desgastados que comprometen la seguridad estructural y estética del que tiene el lugar.

- **Iluminación y Ventilación Inadecuadas:** Aulas con poca luz natural y circulación de aire deficiente, lo que afecta el confort y la salud de los estudiantes y docentes.
- **Espacios no Funcionales:** Áreas
- de actividades extracurriculares.

Figura 4

Vista general del colegio

Nota. La figura representa el registro fotográfico capturado del colegio. Elaboración propia.

3.3 Levantamiento 3D

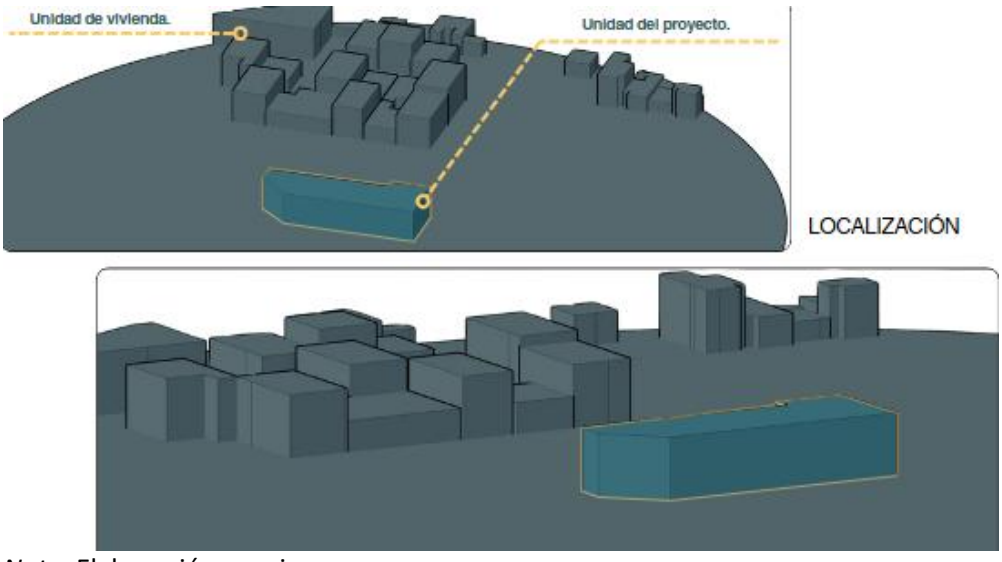
Con el empleo del software Revit, se modeló con precisión la geometría y características arquitectónicas del colegio seleccionado como caso de estudio, enfocándose en la representación detallada de las aulas y áreas comunes. Este proceso permitió recrear virtualmente los espacios con un alto nivel de fidelidad, abarcando dimensiones, materiales y distribución de elementos arquitectónicos.

El modelo 3D generado se constituye como una herramienta clave para realizar análisis exhaustivos de la estructura, organización espacial y condiciones del entorno construido. Además, estos modelos digitales sirven como base para desarrollar propuestas de intervención arquitectónica, facilitando la simulación y visualización de posibles mejoras en términos de funcionalidad, estética y sostenibilidad.

Gracias a esta metodología, es posible evaluar el impacto de las modificaciones planteadas y garantizar que las intervenciones cumplan con los objetivos de optimización del espacio educativo, priorizando el bienestar y el aprendizaje de los estudiantes.

Figura 5

Levantamiento en 3D del lugar y su contexto.



Nota. Elaboración propia.

3.4 Encuestas en salones caso de estudio

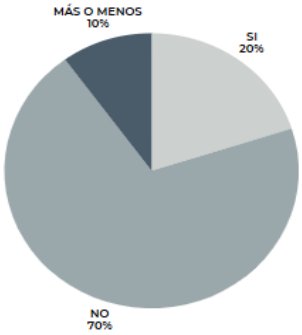
Se llevó a cabo una encuesta dirigida a 20 estudiantes del Colegio Tenerife grana sure, utilizando formularios de Google como herramienta para la recolección de datos. El objetivo principal de este instrumento fue de carácter exploratorio y se centró en analizar la percepción de los estudiantes respecto a la presencia de criterios de neuroarquitectura en los salones seleccionados como caso de estudio.

La encuesta fue diseñada con preguntas específicas para evaluar las percepciones de los estudiantes sobre diversos aspectos de las aulas, incluyendo la distribución espacial, la calidad de la iluminación, la disposición del mobiliario, los esquemas de color y otros elementos clave desde el enfoque de la neuroarquitectura. Estas preguntas buscaban captar las experiencias y opiniones de los estudiantes como usuarios principales de los espacios educativos, permitiendo identificar áreas de oportunidad y elementos que podrían ser optimizados.

El análisis de las respuestas obtenidas tiene como objetivo proporcionar una base empírica para fundamentar propuestas de diseño arquitectónico que contribuyan a crear entornos educativos más funcionales, estimulantes y adaptados a las necesidades cognitivas y emocionales de los estudiantes. Este enfoque busca no solo mejorar las condiciones físicas de los espacios, sino también potenciar el aprendizaje y el bienestar general de los usuarios.

Figura 6

¿Te gusta el salón en el que estudias?

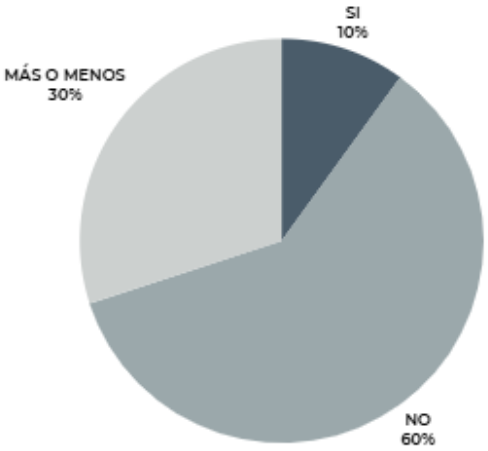


Nota. Elaboración propia.

Los resultados demuestran que el 70% de estudiantes no les gusta su lugar de estudio, un 20% dijo que si y el 10% contesto que más o menos están conformes con el espacio.

Figura 7

¿Crees que el salón tiene buena luz para estudiar?

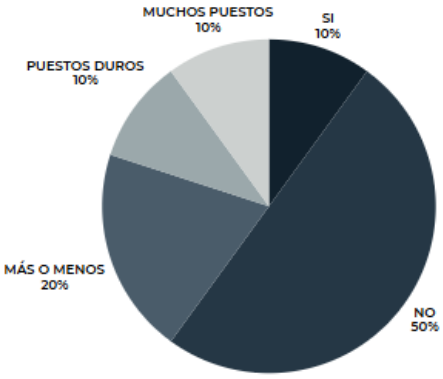


Nota. Elaboración propia.

Aproximadamente el 60% estaría en desacuerdo con la implementación de iluminación natural en los salones, el 30% voto de que están más o menos de acuerdo y un 10% si estarían de acuerdo. Para esto se evidencia que carecen de iluminación, implementando la neuroarquitectura se puede mejorar de gran manera esta situación.

Figura 8

¿Sientes que el salón es cómodo para estudiar y jugar?

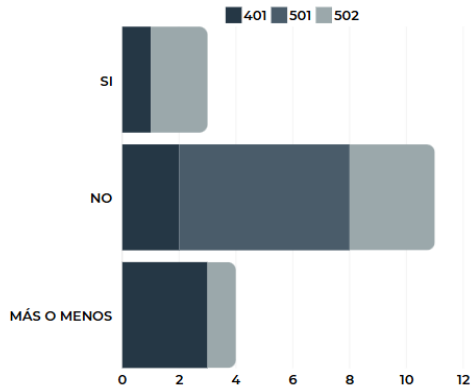


Nota. Elaboración propia.

Aproximadamente el 50% de los estudiantes comentaron que no se sienten cómodos en el espacio en donde estudian, se evaluó igualmente el mobiliario igualmente espacio donde comentan que es estrecho el salón y que los puestos no son tan ergonómicos.

Figura 9

¿Te gusta cómo están los colores y las decoraciones del salón?

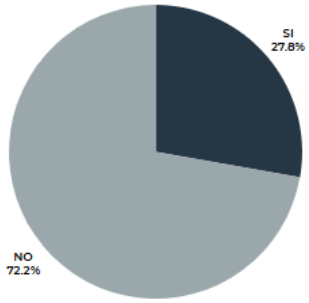


Nota. Elaboración propia.

Los resultados de esta encuesta se evaluaron por salones en donde la mayor inconformidad fue por parte de 501 donde comentaron que no les gustaban los colores que manejaban en el lugar, los de 502 se sentían más o menos conformes igual que los de 401.

Figura 10

¿Hay plantas o elementos naturales en tu salón o en los espacios de la escuela?

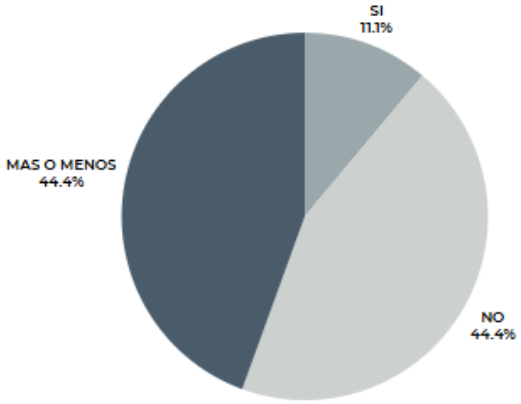


Nota. Elaboración propia.

El 72% de estudiantes contestaron que no encuentran elementos naturales en el espacio, validando también el registro fotográfico se evidencia falta de vegetación, aun así, cuentan alrededor con zonas verdes por lo que el 27% contestaron que positivamente.

Figura 11

¿Te sientes tranquilo(a) y feliz cuando estás en tu salón?

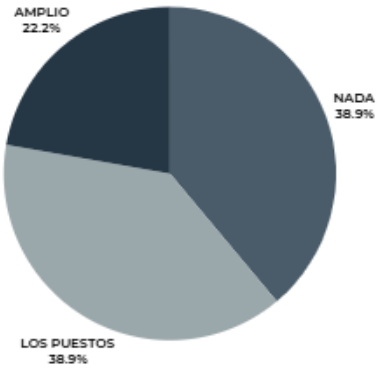


Nota. Elaboración propia.

Aproximadamente el 80% contesto negativamente y que más o menos se encuentran felices en el salón, en el estudio que se está realizando se evidencia como las emociones pueden afectar la salud mental de los estudiantes por ello es importante mejorar su entorno utilizando la neuroarquitectura.

Figura 12

¿Qué es lo que más te gusta de tu salón o espacio de aprendizaje?

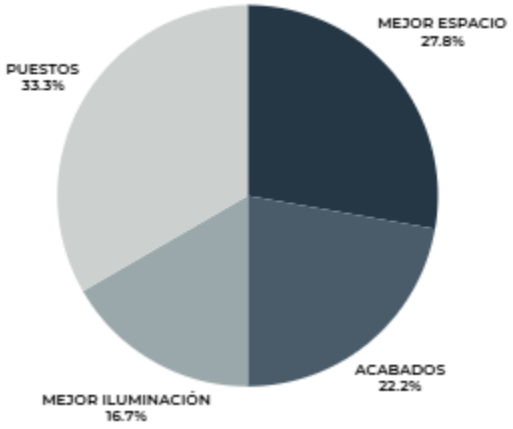


Nota. Elaboración propia.

Se evidencia inconformidad con un 38% de los estudiantes y un 38% confirman que les gusta su puesto de trabajo, para finalizar el 22% contestan que están conformes con el espacio.

Figura 13

¿ Si pudieras cambiar algo de tu salón, ¿Qué cambiarías?

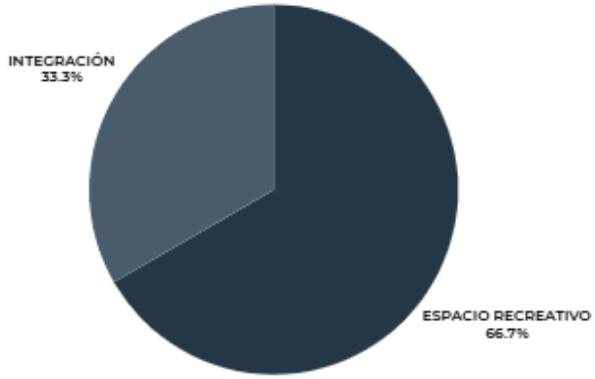


Nota. Elaboración propia

Para tener en cuenta que les gustaría mejorar de su entorno el 33% contesta que mejorar sus puestos para que sean más ergonómicos, el 27% desea mejorar el espacio, el 22% mejorar los acabados del lugar teniendo en cuenta los colores y el 16% con mejor iluminación.

Figura 14

¿Qué actividades te gustaría hacer en el salón que no haces ahora?



Nota. Elaboración propia

La integración y espacio creativo es necesario para mejorar el aprendizaje de los estudiantes se tienen en cuenta las encuestas para generar un ambiente agradable y desarrollar su motricidad.

3.5 Identificación de necesidades

A partir de la recopilación de registros fotográficos, levantamientos en 2D y 3D, así como del análisis lumínico detallado de cada aula, se procede a evaluar las condiciones específicas de cada espacio. Este análisis se realiza bajo un enfoque fundamentado en los principios y criterios de la neuroarquitectura.

Se llevó a cabo una encuesta dirigida a 20 estudiantes del Colegio Colombia, utilizando formularios de Google como herramienta para la recolección de datos. El objetivo principal de este instrumento fue de carácter exploratorio y se centró en analizar la percepción de los estudiantes respecto a la presencia de criterios de neuroarquitectura en los salones seleccionados como caso de

estudio.La ventilación adecuada es otro aspecto clave para mantener un ambiente fresco y saludable. Además, se recomienda incorporar elementos vegetales que no solo embellezcan el espacio, sino que también promuevan el bienestar de los estudiantes y profesores. Finalmente, es importante abordar la falta de texturas y colores en el diseño interior, creando un entorno visualmente atractivo y estimulante. Estas intervenciones integradas contribuirán significativamente a un ambiente educativo más funcional, cómodo y motivador para toda la comunidad escolar.

3.6 Estrategias de diseño neuroarquitectónico aplicables a espacios educativos

Este capítulo propone estrategias de diseño neuroarquitectónico aplicables a entornos educativos, desarrolladas a partir de un análisis detallado de las normativas NTC 4595 y RETILAP, estudios previos en neuroarquitectura y la caracterización de las aulas de la Universidad La Gran Colombia. Estas estrategias buscan optimizar las condiciones ambientales, estimular los sentidos, mejorar la distribución espacial y seleccionar materiales adecuados, con el objetivo de crear espacios educativos más funcionales y centrados en el bienestar de los usuarios. Se plantean alternativas prácticas que pueden implementarse de manera progresiva en espacios existentes y servir como guía para futuros proyectos educativos.

Condiciones Ambientales

Iluminación

Para maximizar el aprovechamiento de la luz natural, se recomienda incorporar ventanas y claraboyas estratégicamente orientadas. Esto permite un acceso controlado al sol, regulando su intensidad y calor mediante elementos como lamas y volados en orientaciones desfavorables. Las estrategias incluyen diferentes tipos de iluminación natural, como cenital, claustro o patio, adaptadas a

las necesidades específicas del aula. Además, se prioriza evitar sombras excesivas y deslumbramientos en las áreas de trabajo.

Ventilación

Es esencial implementar sistemas de ventilación sostenibles que respondan al contexto climático. Métodos como ventilación cruzada, por atrio o efecto chimenea pueden optimizar la circulación del aire. En climas moderados o fríos, se sugiere incorporar materiales de alta masa térmica, como arcillas o elementos macizos, siguiendo los lineamientos de la NTC 4595. Cuando la ventilación natural no sea viable, se recomienda el uso de sistemas mecánicos con filtros bacterianos que garanticen la calidad del aire.

Vegetación

La inclusión de vegetación en el diseño interior mejora la calidad ambiental y psicológica de los espacios educativos. Se sugiere utilizar plantas de bajo mantenimiento y hipoalergénicas, distribuidas de manera estratégica para enriquecer la estética y promover un entorno saludable y agradable.

Iluminación Artificial

La iluminación artificial debe adaptarse a las actividades específicas de cada aula, garantizando un mínimo de 500 lux y alcanzando hasta 1000 lux para ciertas tareas. Se recomienda iluminación LED indirecta, con regulación de intensidad para evitar deslumbramientos. Además, se debe diseñar iluminación adecuada en entradas y salidas para mejorar la orientación espacial.

Color

El uso del color se fundamenta en la psicología del color para generar ambientes estimulantes y funcionales. Se priorizan tonos pastel que incluyan:

***Verde**: Relajante y equilibrante, ayuda a organizar ideas.*

***Azul**: Mejora la concentración y la productividad.*

***Amarillo**: Estimula la creatividad y el sistema nervioso.*

***Naranja**: Refuerza la confianza y reduce la fatiga.*

Texturas

La selección de texturas busca crear ambientes confortables que promuevan el bienestar. Materiales como madera o bambú, o sus simulaciones, pueden integrarse para combinar funcionalidad, estética y sostenibilidad. Las texturas suaves, rugosas y lisas pueden usarse de manera combinada para generar equilibrio.

Olor

El uso de aromas específicos puede enriquecer el entorno educativo. Aromas como lavanda, romero y bergamota favorecen la concentración, la calma y el bienestar general, contribuyendo a un ambiente propicio para el aprendizaje.

Distribución Espacial

Mobiliario

El mobiliario debe ser ergonómico, versátil y adaptable a diferentes configuraciones, garantizando comodidad y correcta postura. Materiales duraderos y fáciles de limpiar son esenciales para asegurar funcionalidad y mantenimiento sencillo.

Distancia al Tablero

La ubicación del tablero debe garantizar ángulos de visión óptimos, entre 2 y 4 metros, con un ángulo de visión no menor a 30°. Esto asegura que todos los estudiantes puedan observar sin obstrucciones.

Aforo

El aforo debe ser proporcional al área del aula, con un espacio mínimo de 1.65 m² por estudiante. Además, es fundamental considerar rutas de evacuación claras y seguras, así como una adecuada circulación dentro del aula para cumplir con estándares de seguridad y eficiencia.

Capitulo IV. Aplicación de estrategias neuroarquitectonicas

Este capítulo describe el proceso integral de diseño e implementación de la propuesta final, con el objetivo de establecer un modelo de referencia para la creación de espacios educativos que favorezcan tanto el éxito académico como el bienestar general de los estudiantes.

El desarrollo inicia con la construcción de una matriz morfológica, una herramienta clave para analizar y sintetizar múltiples posibilidades de diseño. Este análisis parte de normativas aplicables, investigaciones previas y diagnósticos realizados en aulas tradicionales, lo que permite identificar y proponer 12 variantes de diseño únicas. Estas alternativas están diseñadas para mejorar la experiencia de aprendizaje mediante la aplicación de principios neuroarquitectónicos que abordan factores ambientales, sensoriales, espaciales y materiales.

Las variantes generadas serán evaluadas en función de criterios neuroarquitectónicos predefinidos para seleccionar aquella que mejor se alinee con las necesidades identificadas. Posteriormente, la propuesta final se desarrollará y validará utilizando tecnologías de realidad virtual,

permitiendo una simulación interactiva que facilitará la percepción del espacio diseñado antes de su implementación física.

Finalmente, se incluirá un proceso de retroalimentación basado en un muestreo opinático realizado con estudiantes, quienes experimentarán el diseño propuesto mediante herramientas virtuales. Este feedback será esencial para evaluar la efectividad del diseño, identificar posibles mejoras y garantizar que la propuesta responda de manera precisa a las expectativas y necesidades de los usuarios.

Matriz Morfológica

Se utiliza como una metodología sistemática para explorar y combinar diferentes elementos de diseño, con el fin de generar soluciones innovadoras y viables. Este enfoque se basa en los datos recopilados en capítulos previos, que incluyen normativas, estudios académicos y diagnósticos de casos de estudio.

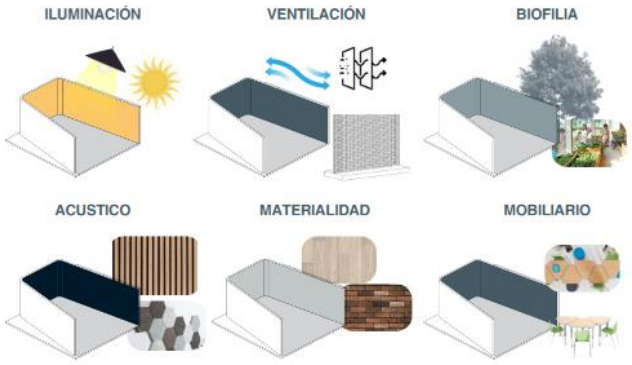
La matriz analiza y organiza posibles configuraciones de diseño, considerando los principales criterios neuroarquitectónicos:

- **Condiciones Ambientales**: Incluye estrategias relacionadas con iluminación natural y artificial, ventilación y control térmico, asegurando un entorno confortable y saludable.
- **Estimulación Sensorial**: Aborda la integración de colores, texturas, aromas y vegetación para enriquecer el entorno educativo y promover el bienestar emocional de los estudiantes.
- **Distribución Espacial**: Explora configuraciones de mobiliario, distancias óptimas, rutas de circulación y aforos adecuados para garantizar funcionalidad y seguridad.
- **Materialidad**: Examina la selección de materiales que combinen durabilidad, sostenibilidad y estética, alineados con las normativas y necesidades específicas del aula.

El resultado es la generación de 12 variaciones de diseño, cada una con características distintivas que buscan optimizar la experiencia de aprendizaje. Estas propuestas son evaluadas mediante un enfoque cualitativo, priorizando su alineación con los principios de la neuroarquitectura y su viabilidad para ser implementadas progresivamente en el entorno educativo.

Figura 15

Representación de mejoras en los salones de clase



Nota: La figura representa el 3D de mejora en los salones de clase. Elaboración propia.

Desarrollo arquitectónico

Para comenzar con el desarrollo de este proyecto se pensó en cómo podríamos integrar desde su arquitectura hasta la conexión de sus diferentes espacios. Como primer punto a observar tomamos como referente la palabra Tenerife el nombre del colegio el cual no dio el primer nicho por el cual empezar a diseñar.

La palabra Tenerife proviene de la lengua de los guanches, del término “teni iru”, que se traduce montaña cubierta de nieve, este nombre refleja el monumento de las islas canarias, el Teide, un volcán inactivo. un autor invierte los términos del nombre, diciendo que (Tener) es “Nieve” y (ife) es “Monte” formando “Monte Nevado”. (Caridad, 2015).

Figura 16

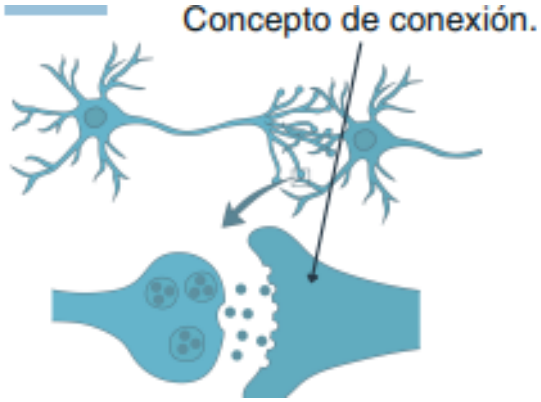
Volcán Teiden

Nota. Elaboración propia

El segundo concepto clave de nuestro proyecto se basa en la sinapsis, entendida como el proceso mediante el cual las neuronas se comunican entre sí a través de conexiones específicas denominadas sinapsis. En este intercambio, una neurona transmite información a otra célula objetivo. Esta idea nos permitió construir un concepto arquitectónico sólido, en el que cada espacio del colegio se relaciona de forma coherente y funcional con los demás, fomentando la conexión entre ambientes educativos. Esta articulación espacial puede observarse claramente en la Figura 17.

Figura 17

Sinapsis

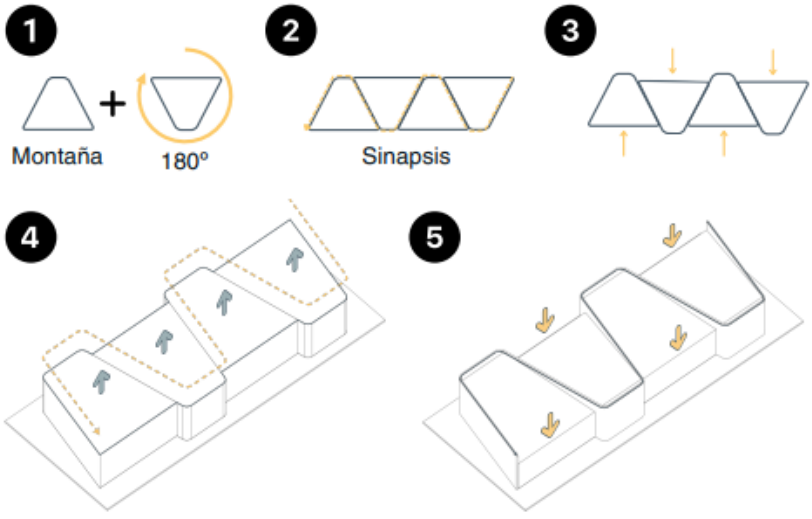


Nota. Elaboración propia

Se integraron dos conceptos clave: el nombre del colegio, "Tenerife", y los principios de la neuroarquitectura, con el fin de otorgar una identidad significativa al proyecto. Esta fusión conceptual permitió desarrollar una idea base que, posteriormente, se consolidó en una propuesta arquitectónica coherente y funcional. A partir de esta integración, se definió el concepto arquitectónico que guía el diseño del espacio educativo (ver figura 18).

Figura 18

Concepto arquitectónico



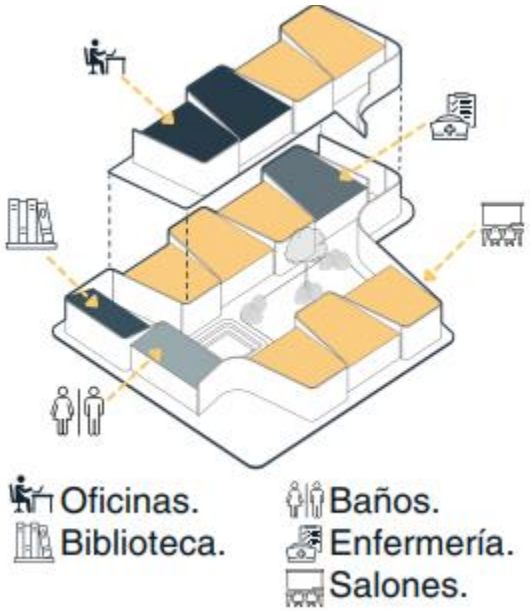
Nota. Elaboración propia

Programa arquitectónico

Se desarrolló a partir de la identificación de las necesidades físicas, cognitivas y emocionales de los estudiantes de primaria del Colegio Tenerife Granada Sur. Se plantean espacios que no solo respondan a funciones pedagógicas, sino que promuevan el bienestar, la creatividad y la interacción social a través de principios de neuroarquitectura. A continuación, se muestra el programa arquitectónico.

Figura 19

Programa arquitectónico



Nota. Elaboración propia

Área de estudio

Se analizaron los espacios existentes y su relación con el entorno, identificando deficiencias en iluminación natural, ventilación, confort acústico y accesibilidad. Estos factores fundamentan la propuesta de rediseño bajo criterios neuroarquitectónicos.

Figura 20

Foto de vista interior de salón.

Nota. Tomado de. https://conlosojosdelcorazon.weebly.com/ied-tenerife-granada-sur.html

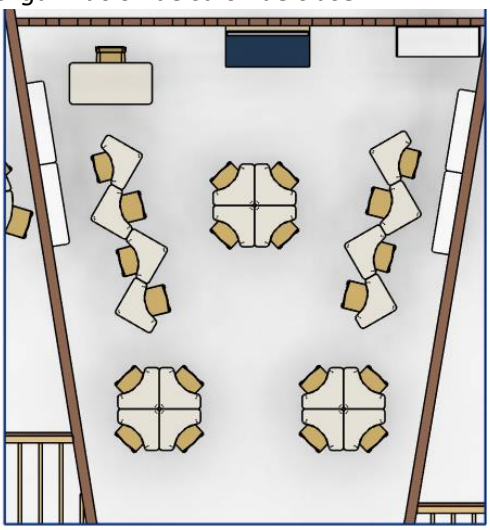
Desde los principios de la neuroarquitectura, se propone transformar los salones en ambientes que estimulen positivamente el cerebro infantil, favoreciendo la memoria, la atención y el aprendizaje significativo. Para ello, se incorporan estrategias como:

- Iluminación natural controlada, que regula el ritmo circadiano y reduce la fatiga visual.
- Ventilación cruzada que favorece la oxigenación y mejora el estado de alerta.
- Paletas de colores suaves y naturales, que generan calma y concentración.
- Texturas cálidas y materiales amigables, que refuerzan la conexión sensorial.
- Flexibilidad espacial, permitiendo reorganizar el aula según la actividad (lectura, trabajo en equipo, reflexión).
- Elementos biofílicos, como visuales al exterior, vegetación interior o materiales naturales que disminuyen el estrés.

Estas intervenciones no solo buscan mejorar la estética o funcionalidad del aula, sino promover el desarrollo cognitivo y emocional de los estudiantes desde el entorno arquitectónico.

Figura 21

Organización de salón de clase.



Nota. Elaboración propia.

Figura 22

Diseño interior de salón de clase.

Nota. Elaboración propia Diseño interior de salón de clase.

Áreas sociales

El diseño contempla espacios sociales como un patio central, zonas verdes, áreas de encuentro y circulación, orientados a fortalecer la convivencia y el sentido de comunidad. Estas áreas se configuran con principios del diseño biofílico, incorporando vegetación, texturas naturales y mobiliario ergonómico adaptado a la edad de los estudiantes.

Figura 23

Área social

Nota. Elaboración propia

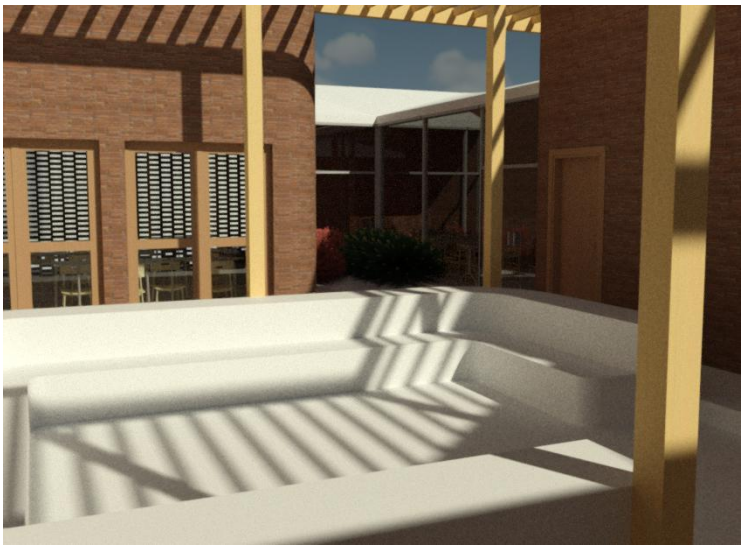
Como podemos ver en la (figura 23) se perciben como espacios fundamentales para fortalecer la interacción, la identidad colectiva y el bienestar emocional de los estudiantes del Colegio Tenerife Granada Sur. Desde la perspectiva de la neuroarquitectura, estos entornos no solo cumplen una función de esparcimiento, sino que actúan como elementos reguladores del estado emocional, la creatividad y el desarrollo social de los niños.

En este sentido, se diseñaron espacios específicos que responden a distintas necesidades cognitivas y afectivas:

- Ágora escolar: espacio abierto semicircular que fomenta la participación, el diálogo y la construcción colectiva de conocimiento. Su diseño abierto y flexible permite actividades pedagógicas no convencionales en un entorno informal.
- Patio de juegos: concebido como un entorno estimulante con superficies blandas, zonas de sombra, vegetación y juegos ergonómicos que promueven el movimiento libre, la coordinación y el aprendizaje mediante la exploración activa.
- Huerta escolar: espacio de conexión con la naturaleza que permite desarrollar actividades prácticas relacionadas con el cultivo, la alimentación saludable y la sostenibilidad. Refuerza el vínculo sensorial y emocional con el entorno vivo.

Figura 24

Diseño de ágora basado en los principios de neuroarquitectura.



Nota. Elaboración propia

Figura 25

Diseño de patio de juegos basado en principios de neuroarquitectura

Nota. Elaboración propia

Figura 26

Diseño de la huerta basado en los principios de neuroarquitectura

Nota. Elaboración propia

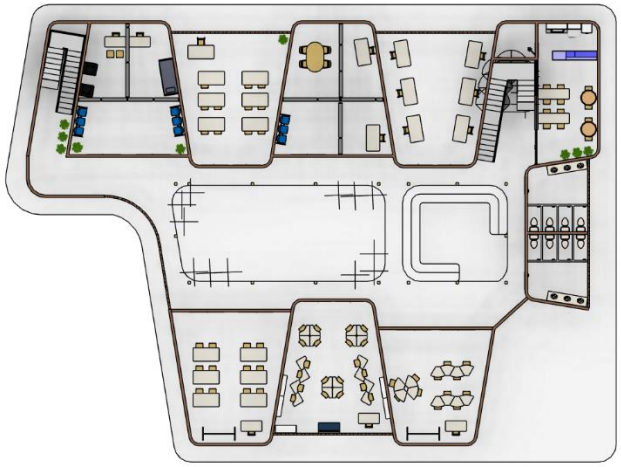
Estos espacios buscan crear entornos multisensoriales, seguros y emocionalmente positivos, que respondan a las necesidades de desarrollo integral de los estudiantes.

Primer piso

Se configura como el eje funcional y social del conjunto educativo, albergando espacios clave como el área administrativa, los servicios de psicología y enfermería, baterías de baños, salones de clase y zonas sociales como el patio de juegos central y el ágora escolar. Estos ambientes han sido diseñados integrando principios de la neuroarquitectura, con el fin de generar entornos que favorezcan el bienestar emocional, la orientación espacial y la interacción armónica entre los usuarios. El área administrativa se localiza en una zona estratégica de fácil acceso, permitiendo una gestión eficiente sin interrumpir el flujo académico. Los espacios de psicología y enfermería se conciben como lugares de contención y atención especializada, diseñados con iluminación tenue, buena ventilación y aislamiento acústico para garantizar un ambiente seguro y calmado. Los salones, conectados visual y físicamente con el patio, incorporan condiciones óptimas de luz natural, cromatismo equilibrado, ventilación y mobiliario flexible, facilitando distintas dinámicas de aprendizaje. Finalmente, el patio central y el ágora se consolidan como espacios de encuentro, juego y diálogo, concebidos para estimular el desarrollo social, la creatividad y el sentido de pertenencia, fortaleciendo así la experiencia educativa desde una arquitectura pensada para el ser humano. Esto se logra observar en la (Figura 27).

Figura 27

Planta del primer piso con distribución de áreas funcionales y sociales.



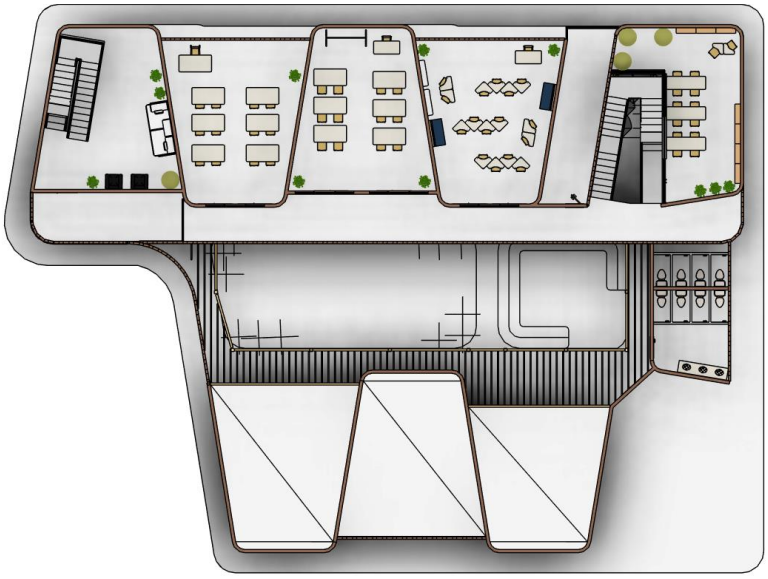
Nota. Elaboración propia

Segundo Piso

está destinado principalmente al desarrollo académico, social y cultural de los estudiantes, albergando espacios como salones de clase, baterías de baños, zonas sociales y de descanso, y una biblioteca escolar. Esta planta se proyecta como un nivel de transición que combina concentración y relajación, permitiendo a los estudiantes desenvolverse en ambientes que estimulan tanto el pensamiento crítico como el bienestar emocional. Los salones se ubican de manera lineal y con acceso directo a zonas de circulación amplias y ventiladas, permitiendo una organización fluida y evitando la sensación de encierro. Cada aula está equipada con iluminación natural controlada, ventilación cruzada, colores suaves y materiales acústicos, todo ello orientado a favorecer la concentración, la calma y la adaptabilidad del espacio a distintas metodologías pedagógicas. Ver (figura 28).

Figura 28

Distribución funcional del segundo piso.



Nota. Elaboración propia

Finalmente, la biblioteca se plantea como un espacio flexible, luminoso y silencioso, con áreas de lectura individual, consulta digital y trabajo colaborativo, configurada para incentivar el hábito lector,

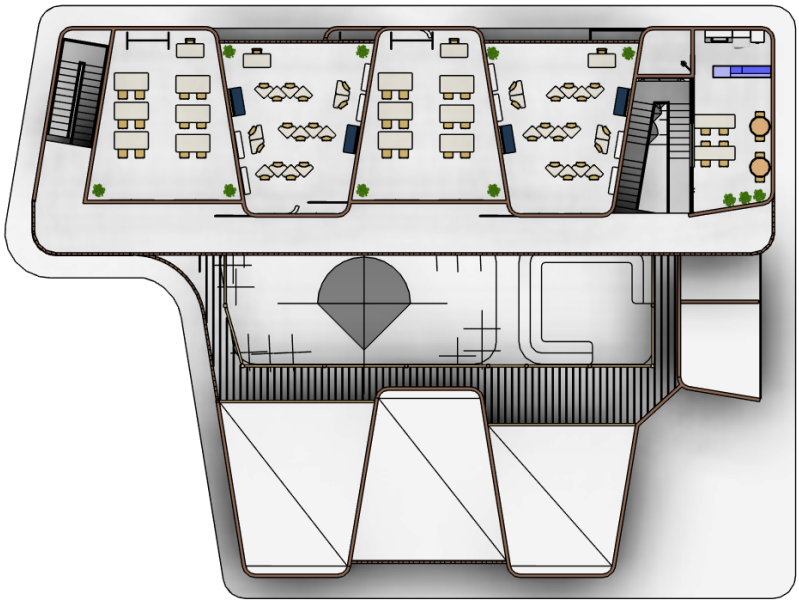
la exploración del conocimiento y el desarrollo de habilidades cognitivas en un entorno estimulante y acogedor, acorde con los principios de la neuroarquitectura.

Tercer piso

El tercer piso, y último nivel del Colegio Tenerife Granada Sur, representa la final del recorrido espacial del proyecto arquitectónico. Este nivel alberga principalmente salones de clase y un espacio social fundamental como lo es la cafetería escolar. Ver (figura 29)

Figura 29

Planta del tercer piso con distribución académica y social.



Nota. Elaboración propia

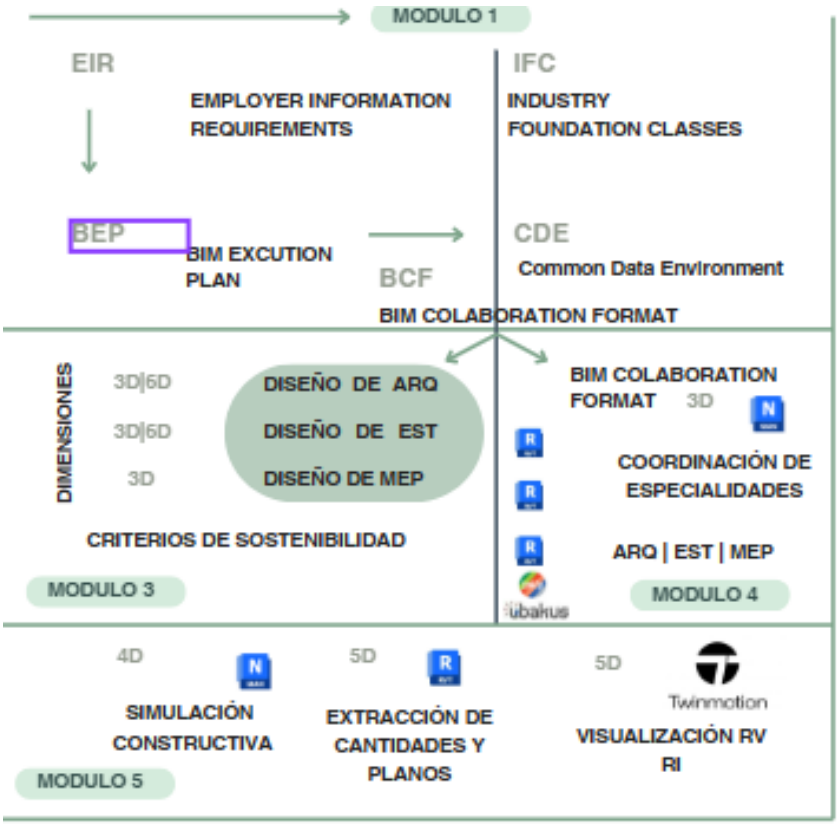
La cafetería, por su parte, se concibe como mucho más que un lugar de alimentación: es un espacio de encuentro, interacción social y descanso activo. Está diseñada con materiales cálidos, mobiliario ergonómico y elementos naturales que refuerzan la biofilia, fomentando una experiencia sensorial positiva y disminuyendo los niveles de ansiedad.

Capitulo V: Diseño de Espacios Educativos con Metodología BIM

La implementación de BIM en este proyecto ha permitido modelar de manera precisa cada uno de los espacios, optimizar el uso de materiales, simular condiciones ambientales (como iluminación y ventilación) y coordinar de forma eficiente las diferentes disciplinas involucradas. Según Eastman et al. (2011), BIM no solo transforma la forma en que se diseñan y construyen los edificios, sino que mejora la comunicación entre los actores del proyecto, facilita la toma de decisiones informadas y reduce los errores durante la ejecución.

Figura 30

Mapa mental diplomado BIM



Nota. Elaboración propia

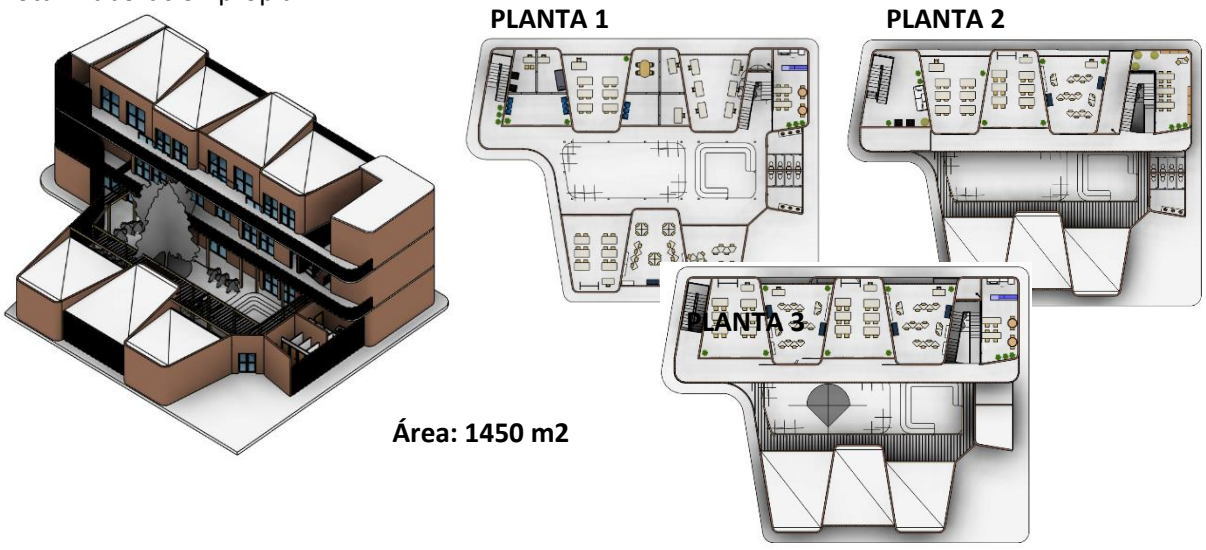
Como se puede ver en la (Figura 30) se estructuró siguiendo una secuencia modular que permitió desarrollar un flujo de trabajo integral, desde la planificación inicial hasta la simulación

constructiva y visualización final del proyecto. En el Módulo 1, se establecieron los requisitos del (EIR), base fundamental para alinear los objetivos educativos con las expectativas del diseño arquitectónico. A partir de allí, se elaboró el BIM Execution Plan (BEP) y se definió el entorno común de datos (CDE), permitiendo la colaboración interdisciplinaria bajo formatos estandarizados como IFC y BCF. El Módulo 3 abordó el diseño arquitectónico, estructural y MEP en 3D y 6D, integrando criterios de sostenibilidad y coordinación técnica. En el Módulo 4, se afianzó la interoperabilidad mediante herramientas como Revit, Navisworks, Dalux, favoreciendo el intercambio de información entre especialidades. Finalmente, el Módulo 5 contempló la simulación constructiva (4D), la extracción de cantidades y planos (5D), así como la visualización realista del proyecto (RV y RI), brindando una representación precisa y funcional del colegio. Este enfoque modular permitió optimizar recursos, mejorar la coordinación y garantizar que el diseño cumpliera con los principios de la neuroarquitectura y los requerimientos del contexto escolar.

Figura 31

Área de intervención para implementar la metodología BIM.

Nota. Elaboración propia

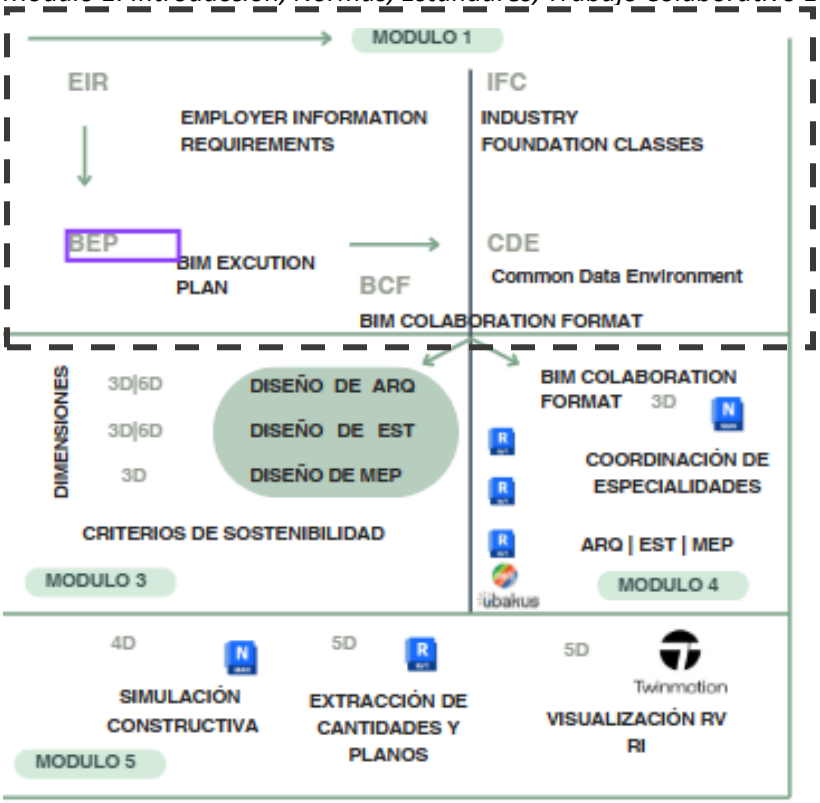


Modulo 1: Introducción, Normas, Estándares, Trabajo Colaborativo E Interoperabilidad

Dentro del Módulo 1 del proceso BIM, se definieron los Requisitos de Información del Empleador “Colegio Tenerife Granada Sur” (EIR) como documento base para especificar qué información debía ser generada, cuándo y con qué nivel de detalle. El EIR estableció parámetros como la necesidad de modelar con enfoque neuroarquitectónico, simular condiciones ambientales, coordinar múltiples disciplinas y entregar productos digitales visuales y técnicos. Este documento sirvió también para estructurar los entregables esperados por fase y asignar roles específicos dentro del equipo de trabajo. Este módulo establece los fundamentos necesarios para comprender de manera práctica y coherente cómo se relacionan estos elementos para alcanzar resultados efectivos en el sector. A continuación, se presenta el contenido abordado en el Módulo 1.

Figura 32

Modulo 1: Introducción, Normas, Estándares, Trabajo Colaborativo E Interoperabilidad



Nota. Elaboración propia

Trabajo colaborativo e interoperabilidad

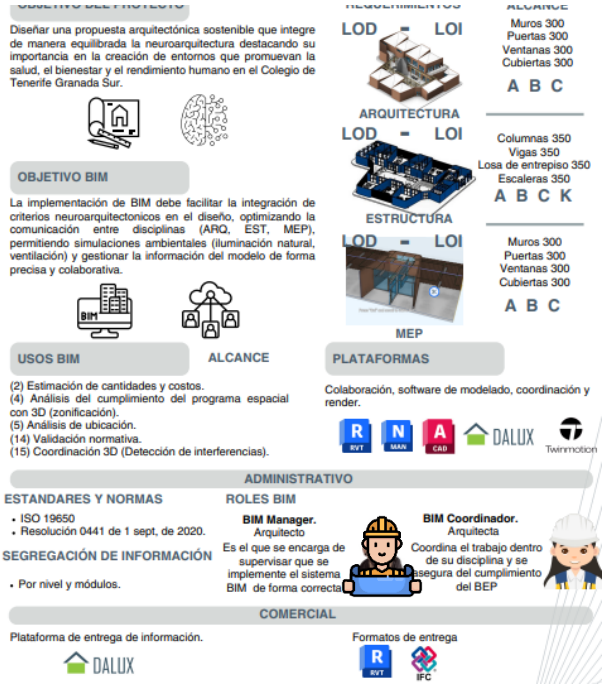
EIR, Employer Information Requirements (Requisitos de Información del Empleador)

El EIR sirvió como guía para especificar qué información debía ser generada, cuándo debía estar disponible y con qué nivel de detalle. En el caso del proyecto del Colegio Tenerife Granada Sur, este documento estableció parámetros claves como la necesidad de modelar espacios con criterios de neuroarquitectura, incluir simulaciones ambientales (como iluminación natural y ventilación cruzada), garantizar la interoperabilidad entre disciplinas (ARQ, EST, MEP) y entregar productos digitales que permitieran la visualización del proyecto para su validación pedagógica.

El trabajo en equipo y como se integran las diferentes diciplinas para compartir su información es importante en cualquier proyecto. El EIR define qué información necesita el cliente, cuándo la necesita y con qué nivel de detalle, siendo esencial para planificar la entrega del proyecto BIM" (British Standards Institution, 2013).

Figura 33

EIR ***Employer Information Requirements***



Nota. Elaboración propia

Roles BIM

Para garantizar el cumplimiento del EIR y asegurar un flujo de trabajo colaborativo y eficiente, se asignaron diversos roles BIM que permitieron organizar y distribuir adecuadamente las responsabilidades técnicas y de gestión del proyecto. El BIM Manager, un arquitecto con experiencia en coordinación digital, fue el encargado de implementar la metodología BIM en todas sus fases, supervisar el cumplimiento del BEP y establecer los estándares de modelado y comunicación. El BIM Coordinador, desempeñado por un delineante de arquitectura, tuvo como función principal integrar los modelos de distintas disciplinas (arquitectura, estructura, instalaciones), así como identificar y resolver interferencias mediante herramientas de detección de conflictos. El BIM Especialista, también arquitecto, fue responsable del desarrollo del modelo arquitectónico, asegurando la incorporación de criterios de neuroarquitectura en el diseño espacial. Por su parte, el Modelador 1, un ingeniero civil, elaboró el modelo estructural del colegio, mientras que el Modelador 2, delineante de arquitectura, se ocupó de la generación y documentación gráfica a partir del modelo tridimensional. Finalmente, el Estimador de costos, arquitecto con especialización en presupuestos, fue el responsable de extraer cantidades directamente desde el modelo digital y elaborar los análisis de costos por etapas. Como se ve evidenciado en la Tabla 2.

Tabla 2

Roles

BIM **Rol BIM**	**Cargo**	**Función principal**
BIM Manager	Arquitecto	Supervisar implementación BIM, BEP y cumplimiento general.
BIM Coordinador	Delineante de arquitectura	Coordinar modelos, detectar y resolver interferencias.
BIM Especialista	Arquitecto	Modelado arquitectónico con enfoque neuroarquitectónico.
Modelador 1	Ingeniero civil	Modelado estructural del edificio escolar.
Modelador 2	Delineante de arquitectura	Documentación gráfica del modelo.
Estimador de costos	Arquitecto (especialista)	Extraer cantidades y generar presupuestos desde el modelo.

Nota. Elaboración propia

La asignación clara de estos roles permitió no solo mejorar la coordinación entre especialidades, sino también optimizar los tiempos de entrega y la calidad del diseño. Como afirma Succar (2009), una estructura de roles bien definida dentro del entorno BIM es clave para garantizar la eficiencia, la responsabilidad compartida y el éxito del proyecto.

BEP, BIM Execution Plan (Plan de Ejecución BIM)

Es el documento rector que organizó las fases del trabajo colaborativo en BIM para el diseño del Colegio Tenerife Granada Sur. A través del BEP se definieron los usos BIM, los estándares, el entorno común de datos (CDE), los cronogramas de entrega, el nivel de detalle requerido por fase y los responsables de cada actividad. Esto permitió alinear el diseño con los objetivos educativos, técnicos y funcionales del proyecto. El BEP establece cómo se implementará la metodología BIM en un proyecto específico, definiendo procesos, roles y entregables (Eastman et al., 2011). Ver Figura 34

Figura 34

BEP (BIM execution plan)

Nota. Elaboración propia

Usos BIM Asociados al Proyecto

Entre los usos BIM aplicados en el proyecto se destacan: modelado arquitectónico (3D), coordinación interdisciplinaria (clash detection), extracción de cantidades y presupuestos (5D), simulaciones ambientales (iluminación y ventilación), planificación constructiva (4D) y visualización del diseño mediante recorridos virtuales (realidad inmersiva y renderizado). Ver Figura 35

Figura 35

USOS BIM

Nota. Elaboración propia

Niveles De Desarrollo / Niveles De Información Requeridos

Explica la necesidad de que los elementos integrados en el modelo BIM de un proyecto cumplan con niveles específicos tanto de desarrollo como de información, con el fin de asegurar una colaboración eficaz entre las distintas disciplinas involucradas. A continuación, se expone la matriz que vincula el nivel de información exigido con los elementos que deben ser modelados dentro del proyecto. Para una mejor comprensión, véase la Figura 36.

Figura 36

Nivel de información

Nota. Elaboración propia

Atributos LOI

Los niveles de información (LOI) hacen referencia a la cantidad y tipo de datos no gráficos que deben incorporarse en los elementos de un modelo BIM, como características técnicas, materiales, propiedades funcionales, costos, y requerimientos de mantenimiento. Establecer con claridad el (LOI) para cada fase del proyecto permite garantizar que la información necesaria esté disponible para la toma de decisiones y la coordinación entre disciplinas. El (LOI) es esencial para asegurar que los elementos del modelo no solo estén definidos geométricamente, sino también respaldados por datos útiles y coherentes con los objetivos del cliente (UK BIM Framework, 2020). Ver (Figura 37)

Figura 37

Atributos LOI

PARÁMETRO	TIPO	ARQUITECTURA											
INFORMACIÓN GENERAL		MURO	MURO CORTINA	SUELO	TECHOS	BARANDAS	CUBIERTAS	ESCALERA	RAMPA	PUERTAS	VENTANAS	MOBILIARIO	ESPACIO
Nombre del proyecto	Diseño de espacios educativos que potencien el desarrollo cognitivo y emocional de los estudiantes de primaria en el colegio de Tenerife Granada sur.	x		x	x		x	x		x	x	x	
Código del Proyecto	Texto	x		x	x			x		x	x	x	
Ubicación	Usme	x		x	x			x		x	x	x	
Dirección		x		x	x			x		x	x	x	
Tipo de Edificio	Educativo	x		x	x			x		x	x	x	
Requerimientos espaciales	Texto	x		x	x			x		x	x	x	
Latitud	Texto	x		x	x			x		x	x	x	
Longitud	Texto	x		x	x	x		x		x	x	x	
Sistema de coordenadas	Texto	x		x	x	x		x		x	x	x	
Responsable	Jessica Rueda - Joseph Acero	x		x	x	x		x		x	x	x	
Contacto responsable	3106740717	x		x	x	x		x		x	x	x	
Versión	2022	x		x	x	x		x		x	x	x	
Uso	Educativo	x		x	x	x		x		x	x	x	
Disciplina	Texto	x		x	x	x		x		x	x	x	
Fecha de creación	2/02/2003	x		x	x	x		x		x	x	x	
Fecha de entrega versión	Texto	x		x	x	x		x		x	x	x	
Nivel	1	x		x	x	x		x		x	x	x	
Estado	Texto	x		x	x	x				x	x	x	

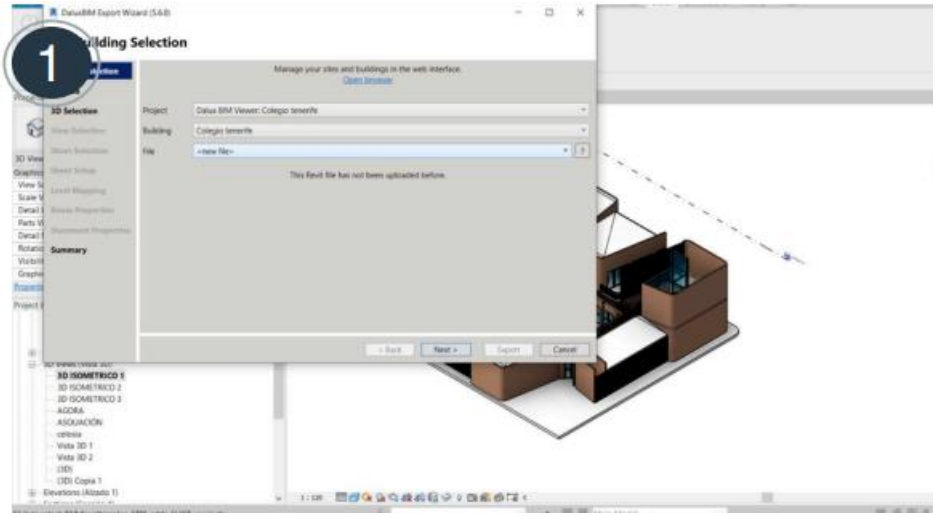
Nota. Elaboración propia

CDE (Common Data Environment) Cloud Usbim Y Flujos De Trabajo Colaborativos

El entorno común de datos del proyecto fue gestionado a través de la plataforma Dalux, la cual permitió almacenar, compartir y controlar versiones del modelo entre todos los actores del equipo de diseño. Esta herramienta mejoró la trazabilidad de los cambios y facilitó la comunicación directa entre especialidades. El CDE es una fuente única de información utilizada para recopilar, gestionar y difundir datos del proyecto entre todos los miembros del equipo en un entorno compartido y controlado" (British Standards Institution, 2013).

Figura 39

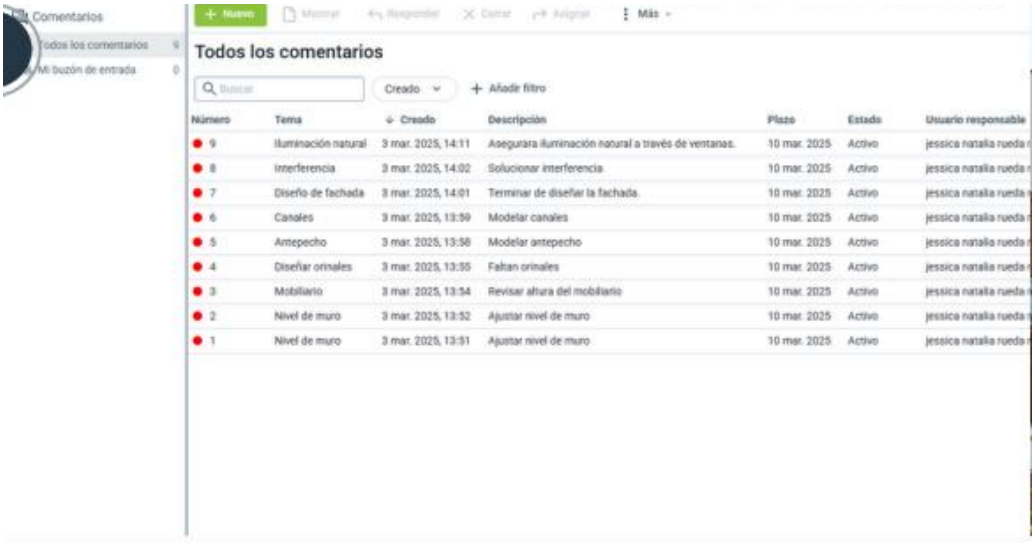
Interfaz de la plataforma



Nota. Elaboración propia

Figura 38

Interacción y comentarios en plataforma DALUX



Nota. Elaboración propia

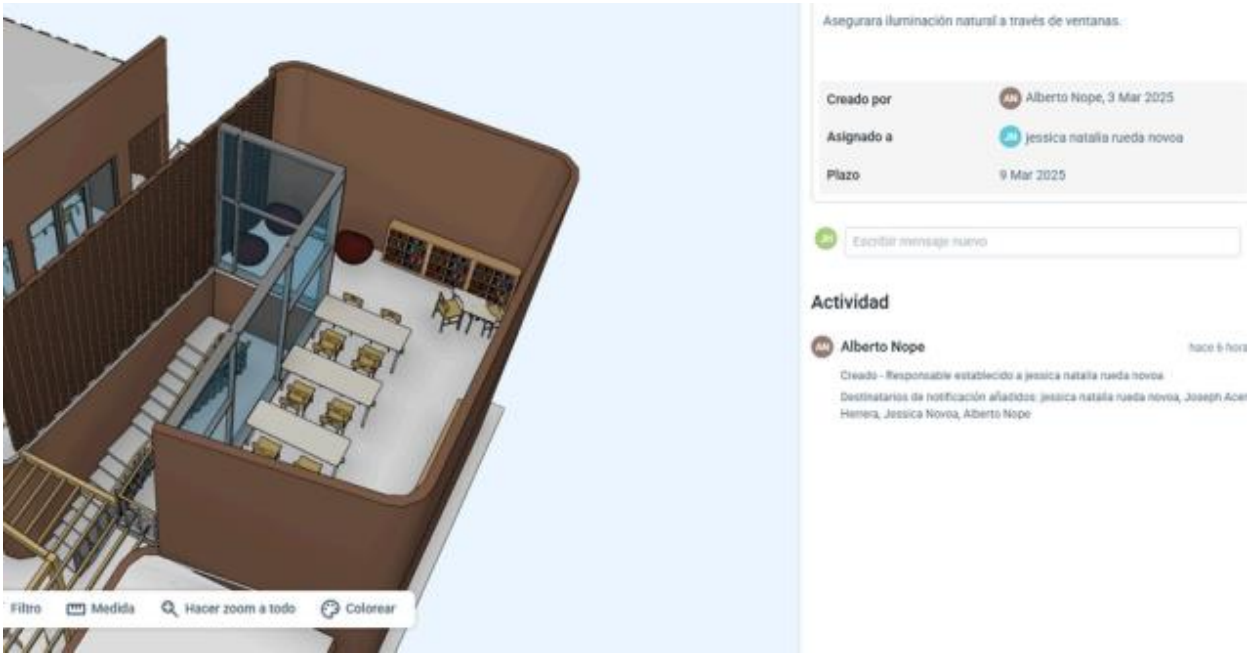
IFC – (Industry Foundation Classes)

El uso del formato IFC garantizó la interoperabilidad entre los distintos programas empleados en el proyecto, permitiendo compartir modelos y datos entre disciplinas (arquitectura, estructura,

instalaciones) sin pérdida de información. Esto fue clave para asegurar la compatibilidad y coherencia en el modelo federado. Ver (Figura 42)

Figura 40

exportación IFC



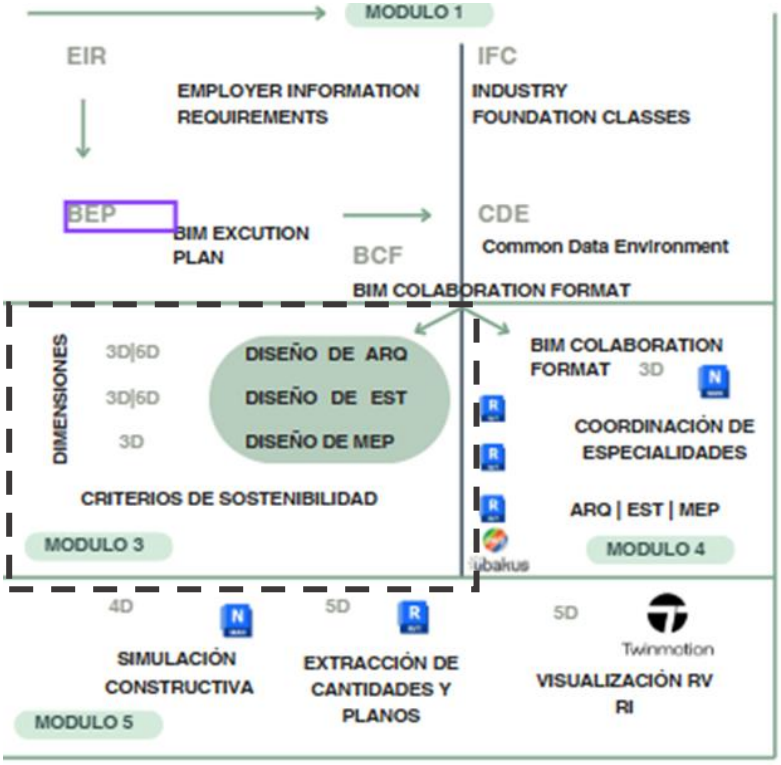
Nota. Elaboración propia

Módulo 3: Estructura, Arquitectura e instalaciones MEP

En el Módulo 3 se desarrolló el diseño detallado de las disciplinas principales del proyecto: arquitectura, estructura e instalaciones MEP (Eléctricas, sanitarias y voz y datos), según parámetros dados en el (LOD) y (LOI) descritos en el BEP, utilizando entornos BIM tridimensionales (3D). Esta etapa fue fundamental para consolidar una propuesta integral del Colegio Tenerife Granada Sur, articulando los principios espaciales de la neuroarquitectura con las condiciones técnicas necesarias para su ejecución. El modelado 3D permitió definir con precisión la geometría de los espacios educativos, desde aulas y áreas sociales hasta núcleos de circulación y zonas técnicas. En este módulo se destaca el trabajo colaborativo y la interoperabilidad integrando todas las áreas a intervenir en el proyecto. Ver (Figura 41)

Figura 41

Modulo 3, Arquitectura, estructuras y MEP



Nota. Elaboración propia

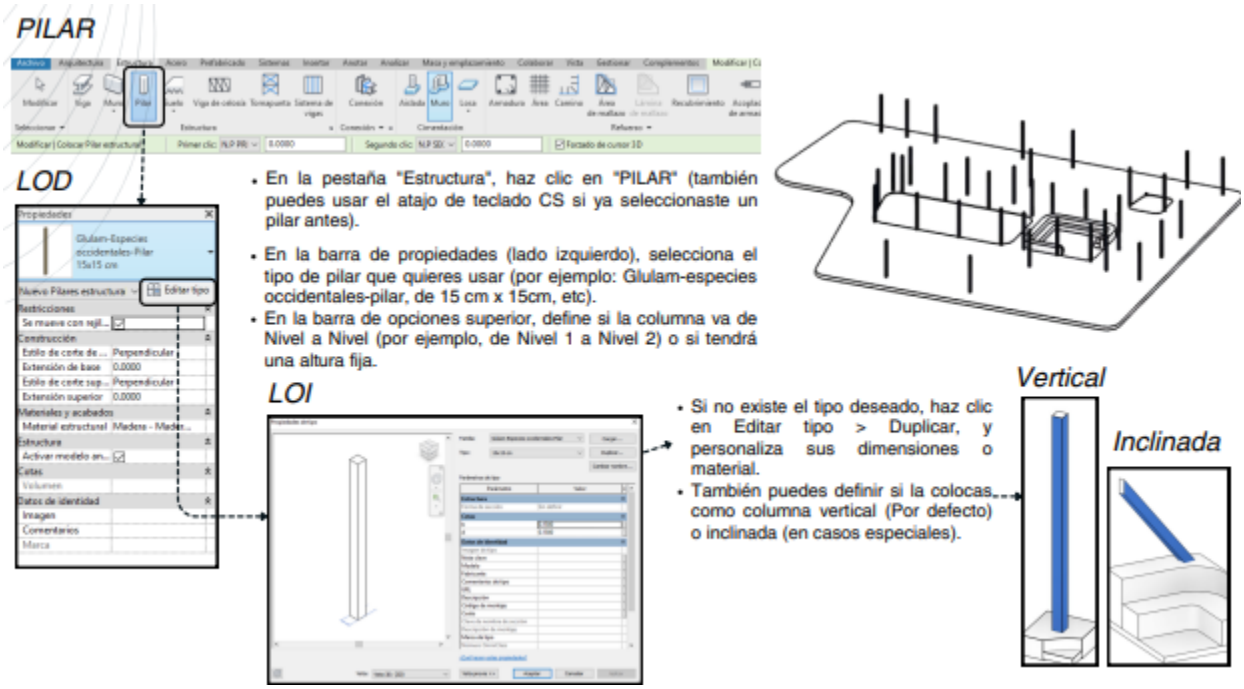
Modelado estructural

el proyecto del Colegio Tenerife Granada Sur fue concebido bajo un sistema aporticado de concreto reforzado, ideal para brindar estabilidad, flexibilidad espacial y resistencia ante las cargas gravitacionales y sísmicas propias de la zona. Este sistema estructural permite una modulación eficiente de los espacios educativos, facilitando adaptaciones futuras sin comprometer la integridad de la edificación. Para las losas de entrepiso se optó por una placa aligerada, que reduce significativamente el peso propio de la estructura sin sacrificar su resistencia, optimizando así el uso de materiales y contribuyendo a la sostenibilidad del proyecto. Además, las escaleras principales fueron diseñadas con estructura metálica, favoreciendo la ligereza, la velocidad constructiva y la limpieza visual en los

recorridos verticales. La modelación 3D en la disciplina estructural se ha desarrollado en un LOD 350 y LOI A, B y k descritos en el BEP. Ver Figura 42.

Figura 42

Proceso estructural



Nota. Elaboración propia

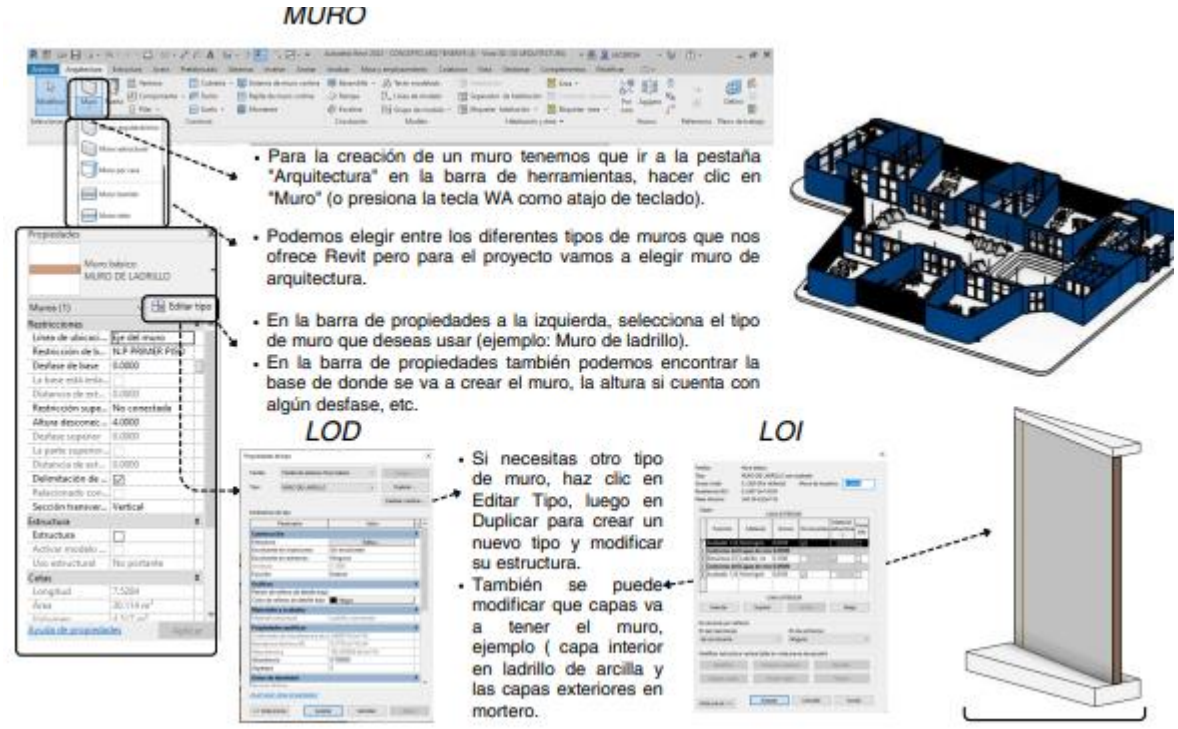
Modelado arquitectónico

Desde el enfoque arquitectónico, el modelo del Colegio Tenerife Granada Sur fue desarrollado con un nivel de información (LOI) 300, lo que permitió incorporar datos específicos y detallados sobre cada componente del diseño. Elementos clave como los muros fueron modelados con sus respectivas especificaciones de materialidad, espesor, facilitando su clasificación y seguimiento durante la ejecución. Las puertas y ventanas se definieron con atributos como dimensiones exactas, tipo de apertura, acabado, material y herrajes, cumpliendo estándares de accesibilidad y eficiencia. En cuanto a los pisos, se diferenciaron por tipología según el uso del espacio: superficies antideslizantes en zonas húmedas, pavimentos vinílicos acústicos en aulas, y pisos endurecidos de concreto en áreas de

circulación. Estos componentes se documentaron bajo un LOD A , B y K, lo que garantizó la trazabilidad de cada elemento en planos, cortes, y planillas. Esta estructura detallada de información no solo mejoró la representación visual del modelo, sino que también facilitó la generación automatizada de documentación técnica, presupuestos y análisis de desempeño espacial, logrando una visión integral, precisa y coordinada entre disciplinas. Ver Figura 43.

Figura 43

Proceso arquitectónico



Nota. Elaboración propia

Modelado instalaciones MEP

El desarrollo del modelo MEP para el Colegio Tenerife Granada Sur se enfocó en garantizar la eficiencia funcional, la sostenibilidad y la correcta coordinación con las disciplinas arquitectónica y estructural. Las baterías de baños fueron diseñadas con sistemas hidráulicos y sanitarios completos, incluyendo redes de agua potable, aguas negras y ventilación sanitaria, respetando las normativas técnicas y de accesibilidad. El sistema de aguas negras se organizó de forma descendente mediante

colectores estratégicamente ubicados, evitando interferencias estructurales y garantizando su mantenimiento. En cuanto al sistema hidráulico, se estableció una red eficiente que abastece a todas las unidades sanitarias, puntos de consumo en la cafetería, y a una posible futura conexión con un sistema de recolección de aguas lluvias. A nivel eléctrico, se diseñó una distribución de circuitos que alimenta tanto los salones como las áreas sociales, garantizando iluminación LED eficiente, puntos de red y seguridad eléctrica en zonas húmedas. Todo el modelado se desarrolló en entorno BIM, y se utilizaron herramientas como SolidWorks para realizar simulaciones de interferencias tridimensionales, lo que permitió detectar y resolver conflictos entre redes MEP, estructura y arquitectura en etapas tempranas. Esto aseguró una instalación limpia, ordenada y completamente coordinada, reduciendo riesgos en la ejecución y optimizando tiempos de obra a futuro. Ver Figura 44.

Figura 44

Proceso MEP

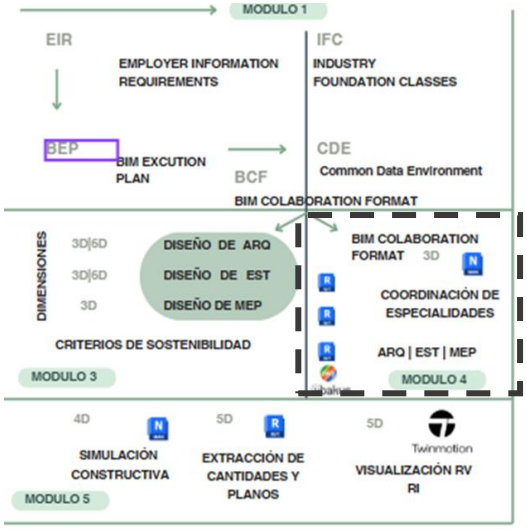
Nota. Elaboración propia

Módulo 4. Coordinación De Especialidades, Documentación Y Tiempos

El Módulo 4 profundiza en los procesos de coordinación técnica y temporal entre las distintas disciplinas que intervienen en el modelo BIM. Uno de los principales enfoques es la detección temprana de interferencias e inconsistencias entre los modelos arquitectónico, estructural y MEP, lo que permite anticipar conflictos y tomar decisiones correctivas antes de la ejecución en obra. A través de la generación de informes de coordinación, se documentan y comunican claramente las observaciones, responsabilidades y acciones requeridas para mantener una colaboración fluida entre los distintos equipos. Este módulo también incluye la extracción de cantidades vinculadas al modelo como base para la estimación de costos, ofreciendo una lectura precisa de los recursos y su impacto en la planificación. La organización y configuración de planos técnicos, cortes y detalles asegura una documentación clara y consistente, alineada con los estándares definidos en el BEP. Por último, se incorpora la simulación de la secuencia constructiva, herramienta que permite prever escenarios de ejecución, optimizar tiempos y evitar solapes de actividades, mejorando significativamente la eficiencia del cronograma general del proyecto. Ver Figura 45

Figura 45

Modulo 4Coordinación De Especialidades, Documentación Y Tiempos



Nota. Elaboración propia

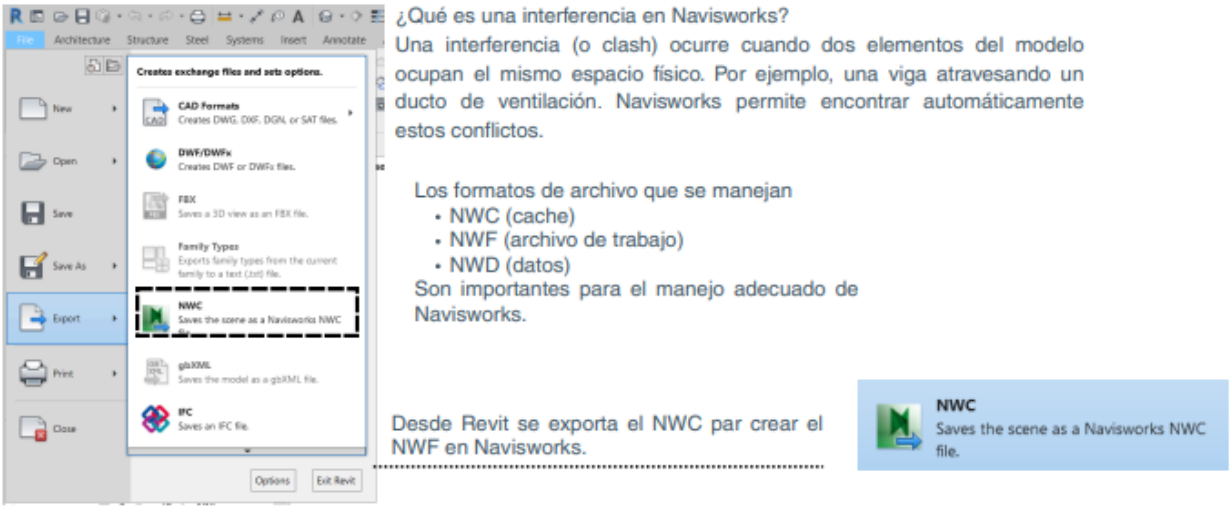
Análisis de interferencias e inconsistencias

Revit

Revit es la herramienta central en el desarrollo del modelo BIM del Colegio Tenerife Granada Sur, permitiendo visualizar y gestionar la información del proyecto tanto en 2D como en 3D. Gracias a su entorno paramétrico, fue posible modelar todos los componentes del edificio desde: muros, puertas, cubiertas y redes MEP, de forma coordinada y precisa. Este software permitió centralizar toda la información técnica en un solo entorno digital, facilitando la revisión detallada de cada disciplina y preparando el modelo para procesos de análisis posteriores, como la detección de interferencias. La posibilidad de trabajar simultáneamente en distintas vistas y disciplinas garantizó una documentación coherente y actualizada, mejorando la eficiencia en la toma de decisiones y asegurando que el diseño cumpliera con los estándares definidos en el BEP. Ver Figura 46

Figura 46

Interferencias e inconsistencias en REVIT



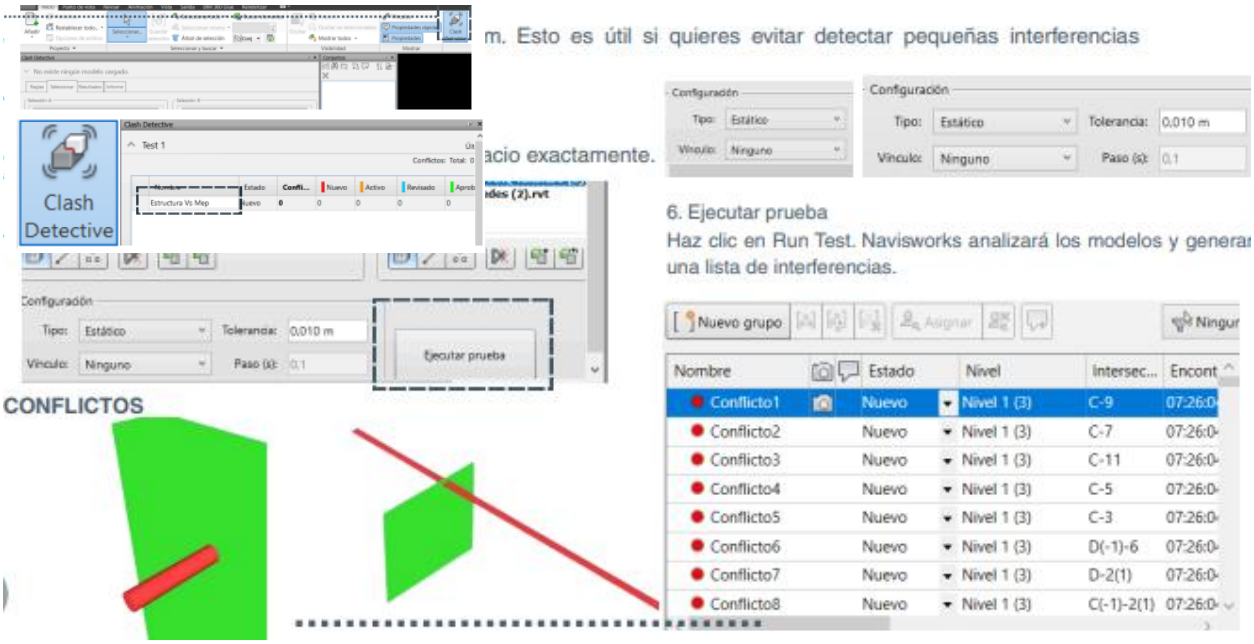
Nota. Elaboración propia

Navisworks

fue una herramienta clave durante el proceso de coordinación interdisciplinaria del modelo BIM. A través de su función “Clash Detective”, se identificaron de manera precisa posibles conflictos entre elementos de las distintas disciplinas, como arquitectura, estructura e instalaciones MEP. Este análisis permitió anticipar errores antes de la ejecución, optimizando la planificación de obra y esto nos ayuda a evitando sobrecostos relacionados con retrabajos o interrupciones a futuro de la obra. La visualización clara y organizada de las colisiones facilitó la comunicación entre equipos, mejorando la toma de decisiones y promoviendo una colaboración efectiva. Gracias a su integración con Revit, los ajustes y correcciones se realizaron de forma rápida dentro del mismo entorno de trabajo, lo que contribuyó a mantener la calidad, coherencia y continuidad del diseño final. Ver Figura 47

Figura 47

Interferencias e inconsistencias en Navisworks



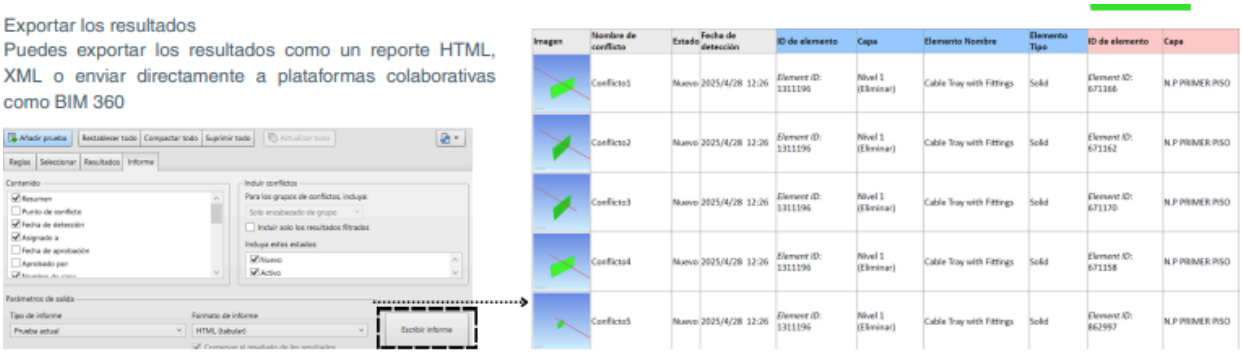
Nota. Elaboración propia

Creación de informes de coordinación

La creación de informes de coordinación en Navisworks representa una herramienta clave dentro del proceso de gestión colaborativa en entornos BIM. Esta función permite sistematizar los conflictos detectados entre modelos arquitectónicos, estructurales y MEP, generando reportes visuales y técnicos que facilitan el análisis conjunto del equipo de diseño. A través del módulo "Clash Detective", las colisiones encontradas se documentan con precisión, incluyendo información como el tipo de interferencia, los elementos implicados, su ubicación, capas asociadas y fecha de revisión. Esto no solo favorece la trazabilidad de los conflictos, sino que también permite priorizar su resolución en función de su impacto en el modelo general. Los informes pueden exportarse en formatos accesibles como HTML, XML o incluso integrarse directamente a plataformas colaborativas como BIM 360, lo que mejora la comunicación entre los distintos actores del proyecto y acelera los tiempos de respuesta. La claridad visual de los elementos en conflicto, como se muestra en la (figura 48), refuerza la toma de decisiones informadas y la prevención de errores durante la ejecución en obra.

Figura 48

Creación de informes de coordinación en Navisworks



Nota. Elaboración propia

Abstracción y gestión de cantidades

En el desarrollo del proyecto del Colegio Tenerife Granada Sur, la abstracción y gestión de cantidades a partir del modelo BIM representó una ventaja significativa en términos de precisión, control y eficiencia. Gracias al uso de herramientas como Revit y Navisworks, fue posible extraer automáticamente cantidades de materiales y componentes directamente desde el modelo tridimensional, evitando errores propios de métodos tradicionales basados en mediciones manuales. Esta información incluyó datos detallados sobre volúmenes de concreto para elementos estructurales, áreas de acabados, número de puertas y ventanas, longitud de redes hidráulicas y eléctricas, entre otros. Al estar asociada a objetos inteligentes dentro del modelo, la información se actualiza automáticamente ante cualquier modificación, lo que permite mantener la coherencia entre el diseño y el presupuesto. Esta gestión de cantidades no solo facilitó la elaboración de estimaciones más precisas y ajustadas a la realidad constructiva, sino que también fortaleció la planificación del proyecto, al tener claridad sobre los recursos necesarios para cada etapa. En el contexto de este proyecto educativo, este enfoque permitió optimizar los costos, reducir desperdicios y asegurar que cada componente del diseño respondiera tanto a criterios funcionales como económicos. Ver Figura 49

Figura 49

Abstracción y gestión de cantidades

PRESUPUESTO:
Ahorro de interferencias

Categoría de Interferencia	Cantidad de Conflictos	Costo Promedio por Conflicto (COP)	Ahorro Estimado Total (COP)
Cable Tray vs Arquitectura	50	$ 2.000.000,00	$ 100.000.000,00
PVC Agua Fría vs Arquitectura	80	$ 1.600.000,00	$ 128.000.000,00
Conduit Eléctrico vs Arquitectura	100	$ 2.400.000,00	$ 240.000.000,00
Cristal vs Redes	20	$ 3.200.000,00	$ 64.000.000,00
Madera vs Redes	12	$ 2.800.000,00	$ 33.600.000,00
Total	262		$ 565.600.000,00

Nota. Elaboración propia

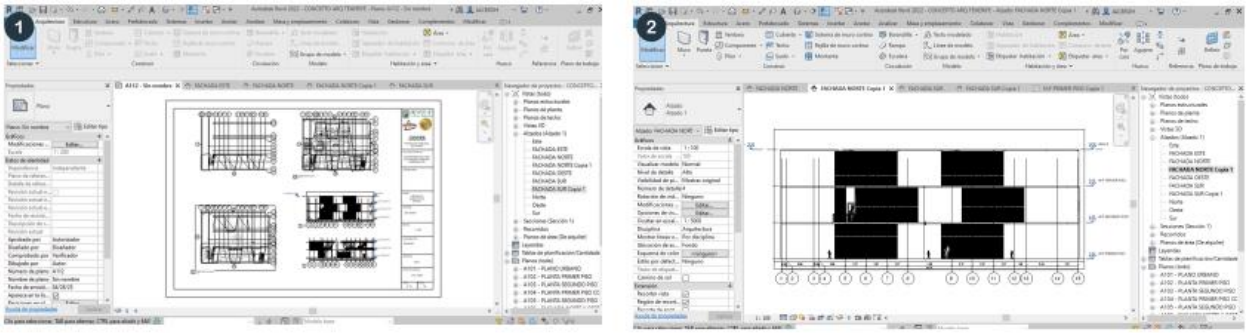
Configuración de planimetrías y documentación

Nomenclatura

se desarrolló un sistema organizado de gestión e impresión de planos dentro del entorno de modelado en Revit. Para ello, se utilizó una nomenclatura previamente definida que permitió clasificar y estructurar cada plano de manera clara y estandarizada, asegurando su fácil identificación y acceso. Esta codificación fue fundamental para mantener el orden en la documentación técnica, ya que cada plano contenía referencias precisas al área, disciplina y nivel de desarrollo correspondiente. Gracias a este sistema, fue posible garantizar que los diferentes roles del proyecto, desde modeladores hasta coordinadores, trabajaran siempre con la versión más actualizada y confiable de la información. Este proceso no solo facilitó la colaboración interdisciplinaria, sino que también mejoró significativamente el flujo de comunicación, reduciendo errores en obra y asegurando la coherencia entre diseño, documentación y ejecución. Ver (Figura 50)

Figura 50

Configuración de impresión de planos



Nota. Elaboración propia

Simulación de actividades constructivas

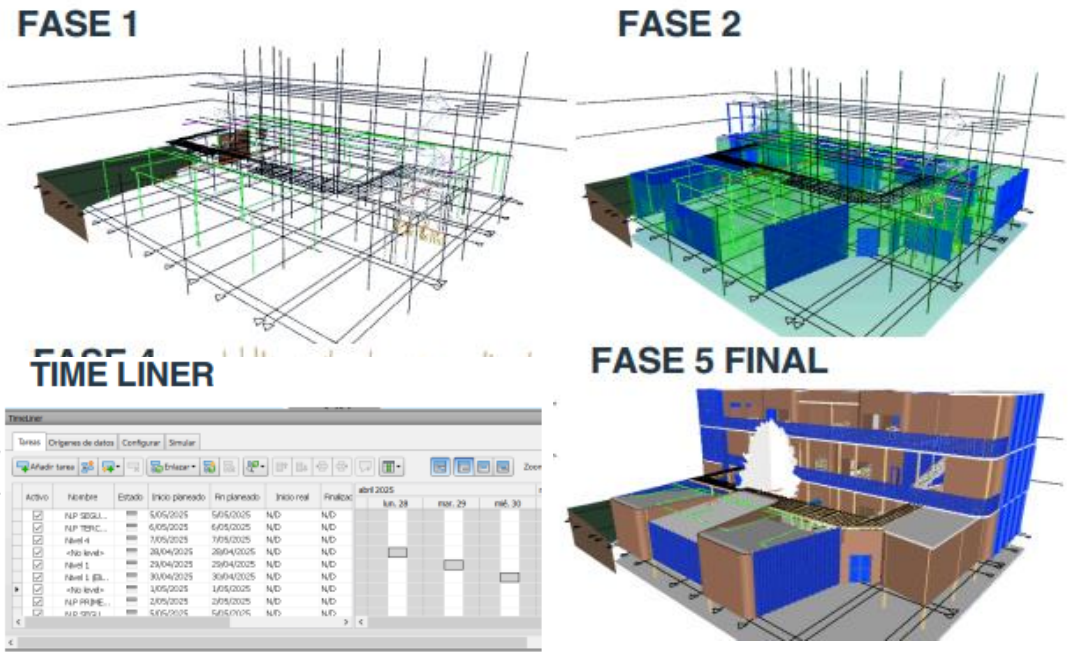
La simulación de actividades constructivas, aplicada mediante la plataforma Navisworks, se convirtió en una herramienta clave para la planificación estratégica del proyecto del Colegio Tenerife

Granada Sur. Esta funcionalidad permitió integrar el modelo 3D del edificio con el cronograma de obra, generando una secuencia visual que representa de forma dinámica cómo y cuándo se ejecutará cada elemento constructivo. Esta representación temporal facilitó la identificación de conflictos logísticos, la optimización de recursos y la anticipación a posibles interferencias entre procesos. Además, permitirá una comunicación más clara entre los diferentes actores del proyecto, ya que todos pueden visualizar en conjunto el desarrollo por fases, comprendiendo mejor las dependencias y prioridades constructivas.

Ver Figura 51

Figura 51

Simulación de actividades constructivas



Nota. Elaboración propia

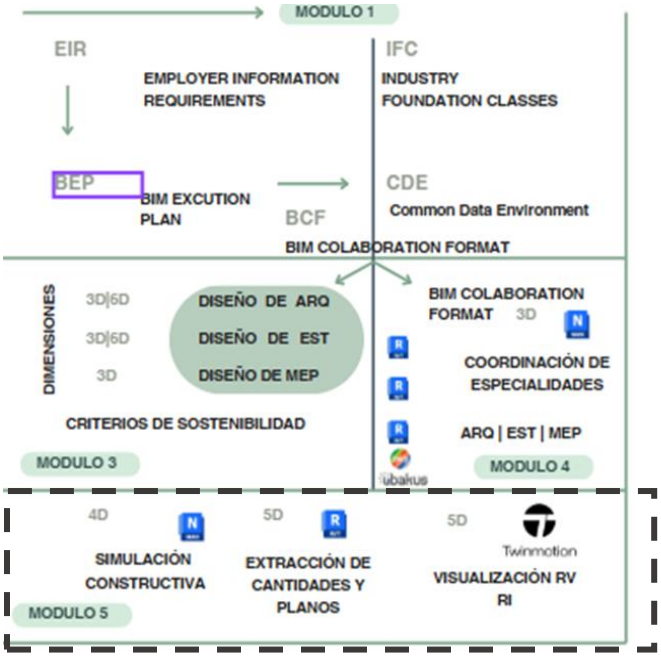
Módulo 5. Realidad virtual e inmersiva

El Módulo 5 se enfocó en la visualización avanzada del proyecto a través de herramientas de realidad virtual (RV), lo que permitió explorar el modelo arquitectónico de forma inmersiva y realista antes del inicio de la obra. Esta etapa representó un gran avance en la comprensión espacial del diseño, ya que posibilitó experimentar el recorrido por los espacios del Colegio Tenerife Granada Sur en escala real, evaluando la relación entre aulas, zonas sociales y circulaciones desde la perspectiva del usuario final. La plataforma Revit jugó un papel fundamental, ya que su entorno de modelado 3D fue la base para generar visualizaciones precisas y detalladas del proyecto, tanto en render estático como en recorridos interactivos. Esta experiencia inmersiva no solo facilitó la validación del diseño por parte de los responsables del proyecto, sino que también contribuyó a comunicar de forma más efectiva las intenciones espaciales, funcionales y pedagógicas, alineadas con los principios de la neuroarquitectura.

Ver figura 52

Figura 52

Modulo 5 Realidad virtual e inmersiva



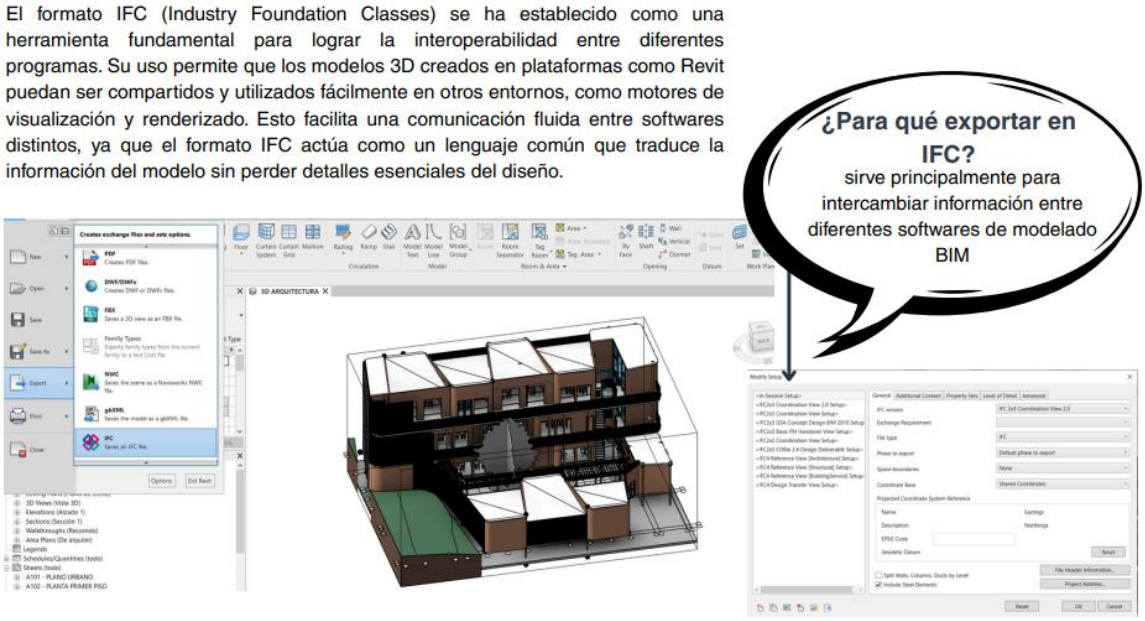
Nota. Elaboración propia

Exportación a IFC Entre otros

La exportación del modelo BIM a formatos abiertos como IFC fue un paso esencial para garantizar la interoperabilidad entre plataformas y disciplinas. A partir del modelo creado en Revit, se generaron archivos IFC que permitieron compartir la geometría y los datos del proyecto con programas como Navisworks, Dalux y Twinmotion, sin pérdida de información. Además, se utilizaron otros formatos como DWG, NWC y XML, lo que facilitó la integración del modelo en entornos colaborativos y la preparación de reportes técnicos para análisis y coordinación interdisciplinaria. Ver figura 53

Figura 53

Exportación de IFC entre otros



Nota. Elaboración propia

Renderización en tiempo real

La renderización en tiempo real, realizada en programas como Twinmotion, permitió visualizar el proyecto del colegio con un alto nivel de realismo. Esta herramienta hizo posible representar materiales, iluminación natural, clima, sombras y texturas en tiempo real, lo que facilitó la validación estética y funcional del diseño. A través de recorridos animados e imágenes estáticas, se logró

comunicar de forma clara cómo se verían los espacios terminados, ayudando a que todos los actores del proyecto comprendieran la intención arquitectónica. Ver figura 54

Figura 54

Renderización en tiempo real

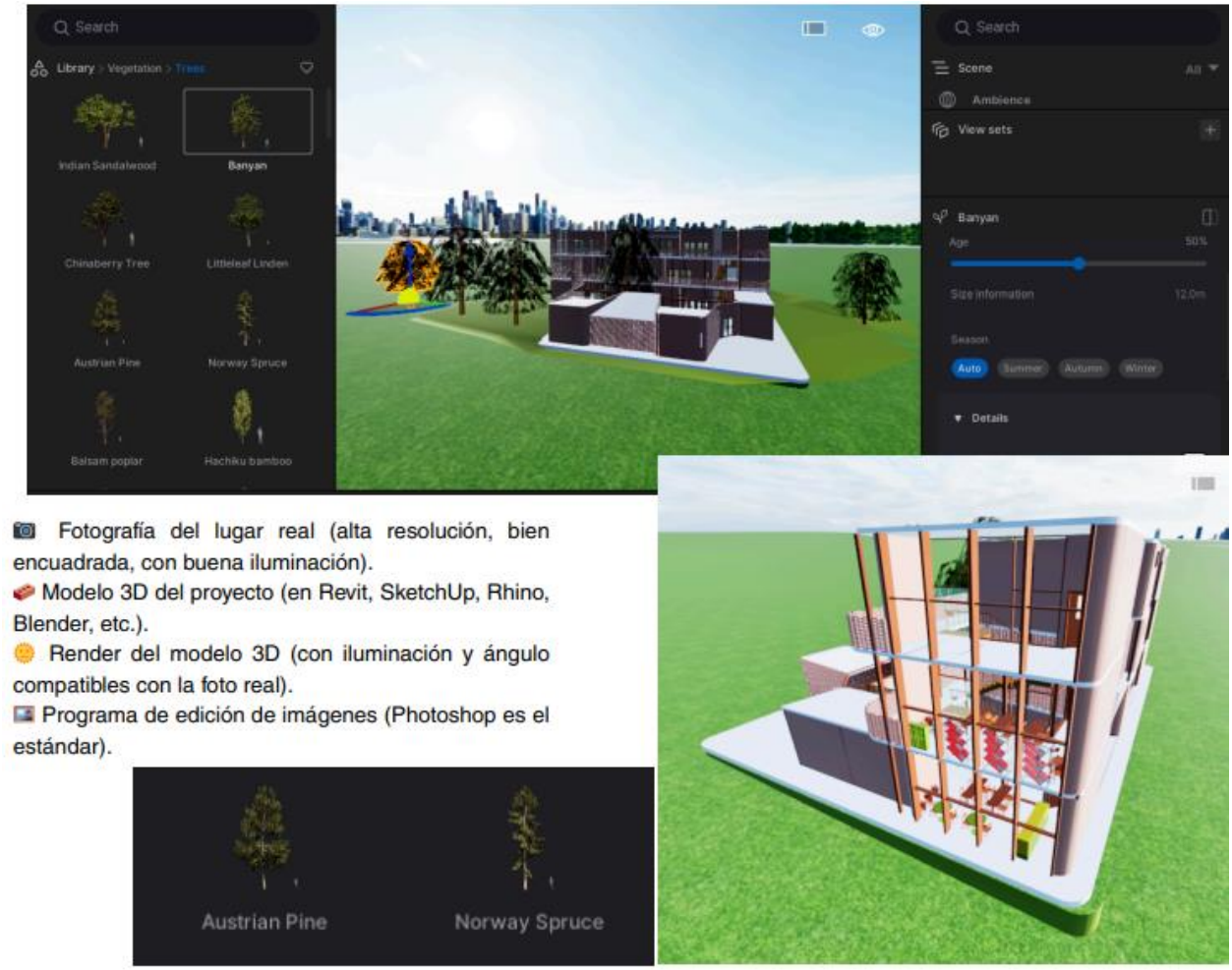
Nota. Elaboración propia

Fotomontaje y retoque fotográfico 3d

El fotomontaje y el retoque fotográfico 3D se aplicaron como técnicas fundamentales para contextualizar el diseño del Colegio Tenerife Granada Sur dentro de su entorno real. A través de la combinación de imágenes del sitio y modelos digitales en 3D, se logró representar con realismo la presencia del edificio en su contexto urbano y natural. Este proceso permitió mejorar la calidad visual de los renders, facilitando la comprensión del impacto espacial del proyecto antes de su ejecución. Estas herramientas no solo beneficiarón las presentaciones visuales, sino que también fueron útiles en la validación del diseño por parte de docentes y autoridades, al mostrar cómo se integrarían elementos como aulas, patios y circulaciones en el entorno existente. Además, el uso del fotomontaje permitió comunicar de forma más eficaz las decisiones proyectuales y facilitar el proceso de toma de decisiones desde una experiencia visual más cercana a la realidad. Ver figura 55

Figura 55

Fotomontaje y retoque fotográfico 3D



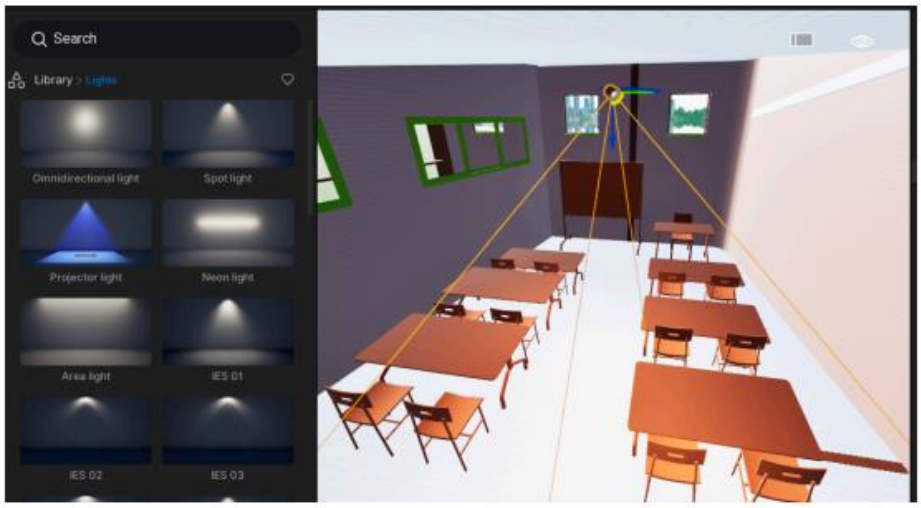
Nota. Elaboración propia

Fondos climáticos, manejo de luces, sombras y reflejos

El manejo de fondos climáticos, luces y sombras permitió ajustar la ambientación de los renders para mejorar la percepción espacial de los espacios educativos. Se controlaron aspectos como la luz solar frontal, cenital y lateral, reflejos sobre materiales y contraste de texturas, elementos clave para lograr simulaciones más reales. Este tipo de ambientación fue especialmente útil para evaluar la entrada de luz natural en las aulas, zonas comunes y patios, alineándose con los principios de la neuroarquitectura en el diseño del colegio. VER FIGURA 56

Figura 56

Fondos climáticos, manejo de luces, sombras y reflejos



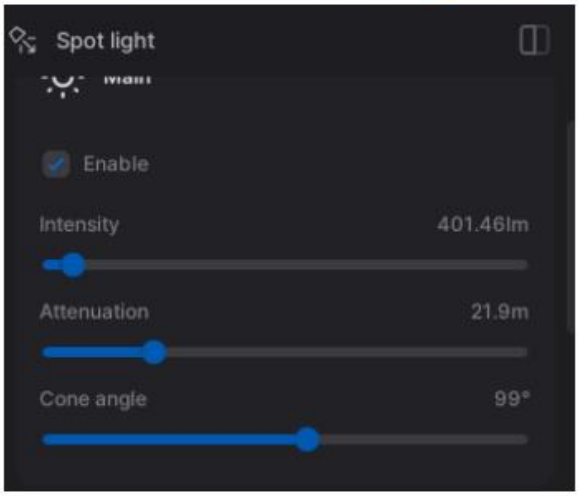
Luz frontal: Ilumina bien, pero puede aplanar el volumen.

Luz lateral: Crea profundidad y realza texturas.

Contraluz: Útil para siluetas o mostrar transparencia.

Luz cenital (mediodía): Buena para analizar sombras proyectadas en patios o terrazas.

Luz baja (amanecer/tarde): Genera dramatismo y calidez.



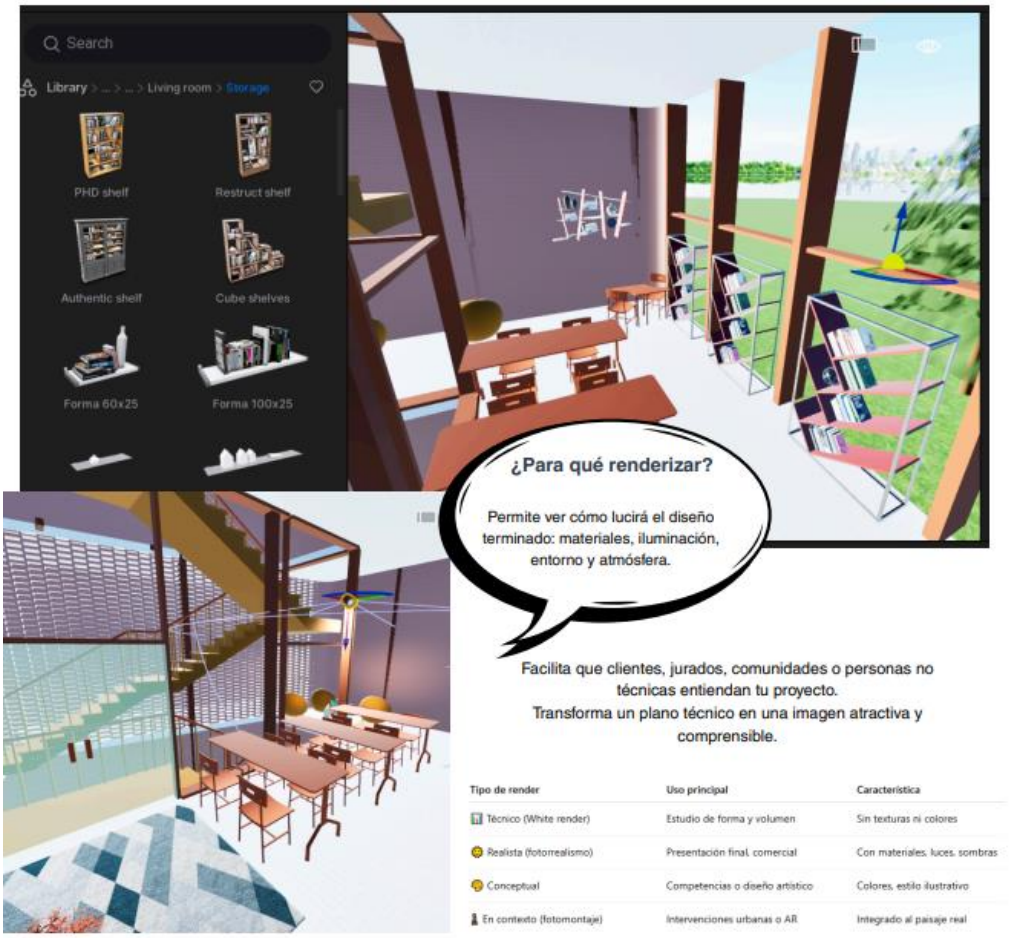
Nota. Elaboración propia

Visualización de modelos 3d

Nos permitió recorrer e interpretar el espacio proyectado desde una perspectiva inmersiva. Se utilizó una biblioteca de objetos para ambientar aulas, salas y zonas de transición, y así representar fielmente el uso que se daría a cada espacio. Esta representación en 3D fue una herramienta de comunicación clave entre diseñadores, coordinadores y usuarios finales, ayudando a tomar decisiones sobre mobiliario, distribución y acabados con una comprensión espacial más clara. Ver figura 57

Figura 57

Visualización de modelos 3d



Nota. Elaboración propia

Capitulo VI: Conclusiones

El diseño de espacios educativos basados en principios de neuroarquitectura potencia el desarrollo cognitivo y emocional de los estudiantes de primaria, al proporcionar entornos que favorecen la concentración, la creatividad y el bienestar emocional.

La influencia de los sentidos en aspectos como la iluminación natural, el uso de colores cálidos, una acústica adecuada y materiales de origen natural ha evidenciado un efecto positivo tanto en el desempeño académico como en la estabilidad emocional de los estudiantes.

El diseño adaptable la flexibilidad de los espacios, que permite tanto la interacción social como la privacidad, fue fundamental para atender las necesidades individuales y grupales de los alumnos.

Impacto en el ambiente escolar como la a intervención arquitectónica mejoró no solo el desempeño estudiantil, sino también la dinámica entre docentes y alumnos, creando un entorno más armónico y estimulante.

Recomendaciones

1. Ampliar la implementación: Replicar este modelo de diseño en otras instituciones educativas de características similares para evaluar su aplicabilidad en distintos contextos.

2. Evaluación continua: Implementar mecanismos regulares de monitoreo y retroalimentación para medir el impacto a largo plazo del diseño en el desarrollo de los estudiantes.

3. Participación comunitaria: Incluir activamente a estudiantes, docentes y padres en las fases

4. iniciales del diseño para garantizar que los espacios respondan a las necesidades reales de la comunidad educativa.

5. Incorporar tecnología: Aprovechar tecnologías avanzadas en iluminación, ventilación y control acústico para optimizar aún más el entorno educativo.

6. Atender la diversidad: Diseñar espacios que también contemplen las necesidades de estudiantes con discapacidades o requerimientos especiales, asegurando accesibilidad e inclusión.

Diseño de Espacios Educativos con Metodología BIM

La implementación de la metodología BIM en el diseño del Colegio Tenerife Granada Sur evidenció los múltiples beneficios que ofrece esta tecnología para la gestión integral de proyectos educativos. Desde la fase inicial de planeación hasta las visualizaciones finales, BIM permitió estructurar un proceso colaborativo y coordinado entre todas las disciplinas involucradas (arquitectura, estructura y MEP), consolidando un flujo de trabajo más eficiente y controlado. Esta integración no solo optimizó los tiempos de desarrollo y minimizó errores durante la ejecución, sino que también garantizó una trazabilidad constante de los avances del proyecto.

Herramientas como Revit y Navisworks jugaron un papel fundamental en el modelado tridimensional y en la detección anticipada de interferencias entre elementos constructivos, permitiendo ajustar decisiones en tiempo real y mantener la coherencia técnica del modelo. A esto se sumó el uso de plataformas como Dalux, que centralizó la información del proyecto en un entorno común de datos (CDE), asegurando que cada actor involucrado tuviera acceso a versiones actualizadas y organizadas de la documentación.

Además, la capacidad de realizar visualizaciones en tiempo real, simulaciones constructivas y recorridos en realidad virtual, permitió evaluar el impacto espacial y funcional del diseño con alto grado de realismo. Estas representaciones fortalecieron la comunicación entre diseñadores, docentes y tomadores de decisiones, y facilitaron una validación efectiva del proyecto desde una perspectiva pedagógica y sensorial. A través de técnicas de fotomontaje y retoque 3D, también fue posible contextualizar el edificio en su entorno real, evaluando aspectos como escala, materialidad y estética urbana.

La clasificación y organización de elementos mediante estándares como IFC, LOD y LOI, junto con la extracción automatizada de cantidades y presupuestos, evidenció el valor de BIM como

herramienta de control económico y técnico. Esta estructura de información no solo mejoró la calidad del diseño, sino que preparó al proyecto para fases futuras de mantenimiento y operación.

Finalmente, la metodología BIM permitió potenciar el enfoque de neuroarquitectura, ya que facilitó la simulación de condiciones ambientales (iluminación, ventilación, confort acústico) desde las primeras etapas de diseño. De esta manera, cada espacio proyectado fue concebido no solo desde una perspectiva funcional, sino también como un entorno que promueve el bienestar, la memoria, la concentración y el desarrollo emocional de los estudiantes de primaria. Esta sinergia entre tecnología y diseño humanizado marca un precedente en la forma de concebir los espacios educativos del futuro.

Lista de Referencia o Bibliografía

Ruiz, A. M. (2015). *Hawaiian healing center: a weaving of neuro-architecture and cultural practices.* [Tesis doctoral, University Of Hawai ‘I at Mānoa]. ScholarSpace. http://hdl.handle.net/10125/45597

Leí Xia, Paloma Yali (2021). *Neuroarquitectura: neurociencia aplicada a espacios educativos.* Proyecto Fin de Carrera / Trabajo Fin de Grado, E.T.S. Arquitectura (UPM). https://oa.upm.es/cgi/oai2?verb=GetRecord&metadataPrefix=oai_dc&identifier=oai:oa.upm.es:66240

Succar, B. (2009). Building Information Modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. *Automation in Construction, 18*(3), 357-375. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003

D'Croz Valois, N. S., Suárez Nova, E. D., & Quirama Castaño, S. A. (2023). Diseño biofílico en los espacios de estudio para el bienestar de los universitarios [Trabajo de grado, Universidad Pontificia Bolivariana]. Repositorio Institucional UPB. http://hdl.handle.net/20.500.11912/11215:contentReference[oaicite:11]{index=11}

Barrett, P., Zhang, Y., Moffat, J., & Kobbacy, K. (2015). The impact of classroom design on pupils' learning: Final results of a holistic, multi-level analysis. Building and Environment, 89, 118-133.

Cooper Marcus, C., & Barnes, M. (1999). Healing gardens: Therapeutic benefits and design recommendations. Wiley.

Medina, J. (2014). Brain Rules: 12 Principles for Surviving and Thriving at Work, Home, and School. Pear Press.

Shield, B., & Dockrell, J. (2003). The effects of noise on children at school: A review. Building Acoustics, 10(2), 97-106.

Ulrich, R. S. (1984). View through a window may influence recovery from surgery. Science, 224(4647), 420-421.

Kellert, S. R., Heerwagen, J. H., & Mador, M. L. (2008). Biophilic Design: The Theory, Science, and Practice of Bringing Buildings to Life. John Wiley & Sons.

Norberg-Schulz, C. (1980). Genius loci: Towards a phenomenology of architecture.

Gehl, J. (2010). Cities for People. Island press. https://umranica.wikido.xyz/repo/7/75/Cities_For_People_-_Jan_Gehl.pdf

Eberhard, J. (2009). Applying Neuroscience to Architecture. Elservier inc. https://www.cell.com/action/showPdf?pii=S0896-6273%2809%2900431-0

Lynch, k. (1960) The Image of the City. The M.I.P. press. https://www.miguelangelmartinez.net/IMG/pdf/1960_Kevin_Lynch_The_Image_of_The_City_book.pdf

Barrett, P., Moffat, J., & Kobbacy, K. (2013). "A holistic, multi-level analysis identifying the impact of classroom design on pupils' learning."

O'Keefe, J., & Nadel,. (1978). The Hippocampus as a Cognitive Map. Clarendon Press. https://www.cmor-faculty.rice.edu/~cox/neuro/HCMComplete.pdf

Pallasmaa, j. (2005). The Eyesn: Architecture and the Senses. Wiley-Academy. https://zuckermanhartung.org/wp-content/uploads/2022/08/pallasmaa_the-eyes-of-the-skin.pdf

Mallgrave, H. (2013). Architecture ant: The Implications of the New Sciences and Humanities for Design. Routledge.

Steemers, K,. & Yun, G. Y,. (2009) Household energy consumpdy of the role of occupants." Energy and Buildings, 41(2), 197-203

Leí Xia, Paloma Yali (2021). Neuroarquitectura: neurociencia aplicada a espacios educativos. Proyecto Fin de Carrera / Trabajo Fin de Grado, E.T.S. Arquitectura (UPM). https://oa.upm.es/cgi/oai2?verb=GetRecord&metadataPrefix=oai_dc&identifier=oai:oa.upm.es:66240

Ministerio de Educación Nacional de Colombia. (2020). Norma Técnica Colombiana NTC 4595. ICONTEC.

Alcaldía Mayor de Bogotá. (2021). Planes de revitalización urbana y espacios educativos en Bogotá. Bogotá: Secretaría de Educación. https://www.educacionbogota.edu.co/portal_institucional/sites/default/files/2021-05/FICHA%20EBI-D%20PROYECTO%207638.pdf

Chawla, L. (2015). Benefits of nature contact for children. Journal of Planning Literature, 30(4), 433-452.

Duarte, C., & Ramírez, M. (2020). Urbanismo ecológico en Bogotá: Retos y oportunidades. Revista de Arquitectura y Urbanismo, 25(2), 45-61.

Dyment, J. E., & Reid, A. (2005). Children's perspectives on the benefits of school gardens. Children, Youth and Environments, 15(2), 56-80.

Gehl, J. (2011). Cities for people. Island Press.

Gifford, R. (2007). Environmental psychology: Principles and practice. Optimal Books.

Kuo, F. E., Barnes, M., & Jordan, C. (2019). Do experiences with nature promote learning? Converging evidence of a cause-and-effect relationship. Frontiers in Psychology, 10, 305.

Louv, R. (2008). Last child in the woods: Saving our children from nature-deficit disorder. Algonquin Books.

Muñoz, S. (2016). Outdoor learning environments and children's development: A Latin American perspective. Early Childhood Education Journal, 44(3), 223-230.

Lechner, N. (2015). Heating, cooling, lighting: Sustainable design methods for architects. John Wiley & Sons.

Secretaría de Planeación de Bogotá. (2020). Plan de Ordenamiento Territorial: Bogotá 2035.

UNESCO. (2019). Educación y sostenibilidad: Estrategias para el futuro. Paris: UNESCO.

Velasco, C. (2017). Arquitectura educativa y sostenibilidad: Nuevas perspectivas para el aprendizaje. Revista de Diseño y Urbanismo, 12(1), 34-49.

Elliot, A. J., & Maier, M. A. (2014). Color psychology: effects of perceiving color on psychological functioning in humans. Annual review of psychology, 65, 95–120. https://doi.org/10.1146/annurev-psych-010213-115035

Ulrich, R. S., Simons, R. F., Losito, B. D., Fiorito, E,. Miles, M,. & Zelson, M. (1991). Recuperación del estrés durante la exposición a entornos naturales y urbanos. Revista de Psicología Ambiental. 11: 201-230. http://dx.doi.org/10.1016/S0272-4944(05)80184-7

Congreso de Colombia. (1993). Ley 99 de 1993: Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental – SINA, y se dictan otras disposiciones. Diario Oficial No. 41.146. https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1744

ICONTEC. (2007). NTC 4595: Planeamiento y diseño de instalaciones y ambientes escolares. Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación.

ISO. (2015). UNE-EN-ISO 14001:2015. Sistemas de gestión ambiental. Requisitos con orientación para su uso. Organización Internacional de Normalización.

ISO. (2018). ISO 19650-1:2018. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 1: Concepts and principles. International Organization for Standardization.

Ministerio de Educación Nacional. (2020). Resolución 0441 de 2020. Por la cual se adoptan los lineamientos técnicos para la infraestructura educativa oficial en Colombia. https://www.mineducacion.gov.co

International Organization for Standardization. (2018). *ISO 19650-1:2018. Organization and digitization of information about buildings and civil engineering works, including building information modelling (BIM) — Information management using building information modelling — Part 1: Concepts and principles*. ISO.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers (2nd ed.). Wiley.

Succar, B. (2009). Building information modelling framework: A research and delivery foundation for industry stakeholders. Automation in Construction, 18(3), 357–375. https://doi.org/10.1016/j.autcon.2008.10.003

Caridad, J. (2015). El nombre de Tenerife. Revista de filología. https://surli.cc/vwvisw

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers (2nd ed.). John Wiley & Sons.

British Standards Institution. (2013). PAS 1192-2:2013 Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling. BSI Standards Limited.

Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., & Liston, K. (2011). BIM Handbook: A Guide to Building Information Modeling for Owners, Designers, Engineers, Contractors, and Facility Managers (2nd ed.). Wiley.

UK BIM Framework. (2020). Guidance Part 2: Processes for Project Delivery. Retrieved from https://www.ukbimframework.org/standards-guidance/

British Standards Institution. (2013). PAS 1192-2:2013 Specification for information management for the capital/delivery phase of construction projects using building information modelling. BSI Standards Limited.

ANEXOS

ANEXO A Ficha bibliográfica

FICHAS DE LECTURA

Elaborado por: Joseph Acero y Jessica Novoa. **Fecha de creación:** 26/08/2024

Ficha #: 01

Titulo	El espacio físico y la mente reflexión sobre la neuroarquitectura
Autor	Andrea Elizondo y Nora Rivera
Editorial	Articulo en el Cuadernos de Arquitectura y Urbanismo
Número de páginas	8
Ciudad	
Año	Septiembre, 2017
Resumen	presenta una reflexión sobre el campo emergente de la neuroarquitectura, que busca comprender cómo el entorno físico puede influir en la salud mental y física. El artículo analiza las raíces históricas de la conexión entre la arquitectura y la mente, remontándose al trabajo de mediados del siglo XX del investigador Jonas Salk y el arquitecto Louis Kahn. Luego, describe los principales descubrimientos neurocientíficos, como la identificación del Área del Lugar Parahipocampal (PPA) en el cerebro, que se activa con la percepción de los espacios físicos. El documento destaca cómo la neurociencia ha contribuido a nuestra comprensión de cómo el entorno construido puede moldear el comportamiento y la cognición humanos. El campo de la neuroarquitectura, que surgió a principios de la década de 2000, reúne a arquitectos y neurocientíficos para explorar estas conexiones e informar el diseño de espacios que puedan tener un impacto positivo en el bienestar humano.
Palabra clave 1	Neuroarquitectura.
Tema relacionado	la neuroarquitectura es una ciencia moderna que surge de la unión entre la neurociencia y la arquitectura, con el objetivo de comprender cómo el cerebro funciona en relación con el ambiente que nos rodea. La neuroarquitectura busca generar una "tormenta cerebral" entre arquitectos y neurocientíficos para desarrollar nuevas ideas que cambien los conceptos clásicos de la arquitectura, con el fin de lograr una mayor satisfacción del ser humano.

NEURO
ARQUITECTURA

ANEXO B *Ficha bibliográfica.*

FICHAS DE LECTURA

Elaborado por: Joseph Acero y Jessica Novoa. **Fecha de creación:** 26/08/2024

Ficha #: 01

	Algunos de los factores clave de la neuroarquitectura son la continuidad del espacio-tiempo, el impacto de la arquitectura en la percepción espacial y la iluminación natural, ya que esta última puede influir en el estado de ánimo y el desarrollo cognitivo de las personas. Finalmente, la neuroarquitectura busca diseñar espacios que mejoren la concentración, el aprendizaje, la creatividad y el bienestar de las personas, aprovechando los nuevos conocimientos sobre cómo el entorno construido afecta a nuestras emociones y salud.
Cita relacionada.	Según Elizondo y Rivera (2017), p. 42, 44, 46).
Palabra clave 2	Ambientes.
Tema relacionado	El autor considera que los ambientes donde las personas pasan la mayor parte de su tiempo pueden influir fuertemente en su salud física y mental. Esto va más allá de cómo un color puede afectar el estado de ánimo, sino que factores como el tamaño del espacio, la ambientación y el mobiliario tienen una influencia inconsciente en el cerebro.
Cita relacionada	Según Elizondo y Rivera (2017), p.41, 44,).
Palabra clave 3	Sensaciones.
Tema relacionado	El autor considera que los avances actuales demuestran que todo lo que nos rodea nos influye, ya que la información que llega al organismo pone en marcha mecanismos cerebrales que producen sensaciones y emociones, afectando nuestro estado de ánimo y salud, aunque no nos demos cuenta.
Cita relacionada.	Según Elizondo y Rivera (2017), p.46, 47,).
URL:	file:///C:/Users/PC/Documents/Desktop/MATERIAS/9%20SEMESTRE/PROYECTO%20TEMATICO%20DE%20GRADO/REFERENTES/4.ElEspacioFisicoylaMente.Reflexionsobrelaneuroarquitectura.pdf

NEURO
ARQUITECTURA

ANEXO *C* *Ficha bibliográfica*

FICHAS DE LECTURA

Elaborado por: Joseph Acero y Jessica Novoa. **Fecha de creación:** 26/08/2024

Ficha #: 02

Titulo	Neuroarquitectura, creatividad y aprendizaje en el diseño arquitectónico.
Autor	Laura Gutiérrez
Editorial	Paideia XXI, Vol.6, Núm. 7
Número de páginas	171-189.
Ciudad	Lima, Peru
Año	Agosto, 2017
Resumen	El articulo reflexiona sobre las nuevas corrientes de la Pedagogía Contemporánea relacionadas con la enseñanza-aprendizaje del Diseño Arquitectónico, desde la perspectiva de la Neuroarquitectura. Esta ciencia permitiría a docentes y alumnos conocer y desarrollar sus potencialidades y su relación con la Creatividad, elemento fundamental de la producción arquitectónica. La Neuroarquitectura estudia la relación entre el espacio arquitectónico y la percepción, sensaciones y comportamiento de los usuarios. Existen tres factores clave para crear mejores espacios: la continuidad espacio-tiempo, el impacto de la arquitectura en la percepción espacial, y la importancia de la iluminación natural. Además, se analiza cómo el aprendizaje del Diseño Arquitectónico en las Escuelas de Arquitectura ha sido influenciado por la Arquitectura Posmoderna, la cual se ha enfocado más en la envolvente exterior y la imagen del edificio, apartando las necesidades del usuario a un segundo plano. Se propone reorientar los enfoques hacia una arquitectura que priorice el bienestar y la calidad de vida de los usuarios.
Palabra clave 1	Percepción del espacio.
Tema relacionado	La experiencia del espacio interior de la arquitectura, que es el resultado de nuestro proceso de percepción e interacción con el espacio, constituyendo la esencia de la experiencia de "habitar". Esta percepción del espacio interior involucra diferentes modalidades sensoriales como la visual, háptica, táctil, auditiva, kinestésica, así como la memoria y las emociones que se generan.

NEURO
ARQUITECTURA

ANEXO D *Ficha bibliográfica*

FICHAS DE LECTURA

Elaborado por: Joseph Acero y Jessica Novoa. **Fecha de creación:** 26/08/2024

Ficha #: 02

	El espacio arquitectónico es un "espacio vivido" y no meramente físico o estético, por lo que la percepción del espacio va más allá de la simple apreciación formal o visual. La percepción del espacio influye en el estado emocional y el comportamiento de los usuarios de manera positiva o negativa, dependiendo de las características formales, texturales y cromáticas de los elementos que lo configuran.
Cita relacionada.	Gutiérrez (2017)
Palabra clave 2	Creatividad.
Tema relacionado	La capacidad de los estudiantes de arquitectura para generar soluciones alternativas y apropiadas en el diseño de espacios interiores, lo cual constituye un elemento primordial en el desarrollo de su sensibilidad y creatividad. Esto implica la expresión gráfica tridimensional mediante el boceto y/o el apunte, así como la formación de conceptos espaciales, aspectos que no se desarrollan de manera constante en la formación de la carrera, principalmente en los primeros ciclos.
Cita relacionada	Gutiérrez (2017)
Palabra clave 3	Diseño arquitectónico.
Tema relacionado	El diseño arquitectónico se relaciona con las estrategias de imagen y/o expresión arquitectónica, las técnicas como elementos ordenadores de la composición arquitectónica, y la evaluación tanto objetiva como subjetiva de la creatividad en el contexto del taller, la oficina, el domicilio, entre otros.
Cita relacionada.	Gutiérrez (2017)
URL:	https://revistas.urp.edu.pe/index.php/Paideia/article/view/1607

NEURO
ARQUITECTURA

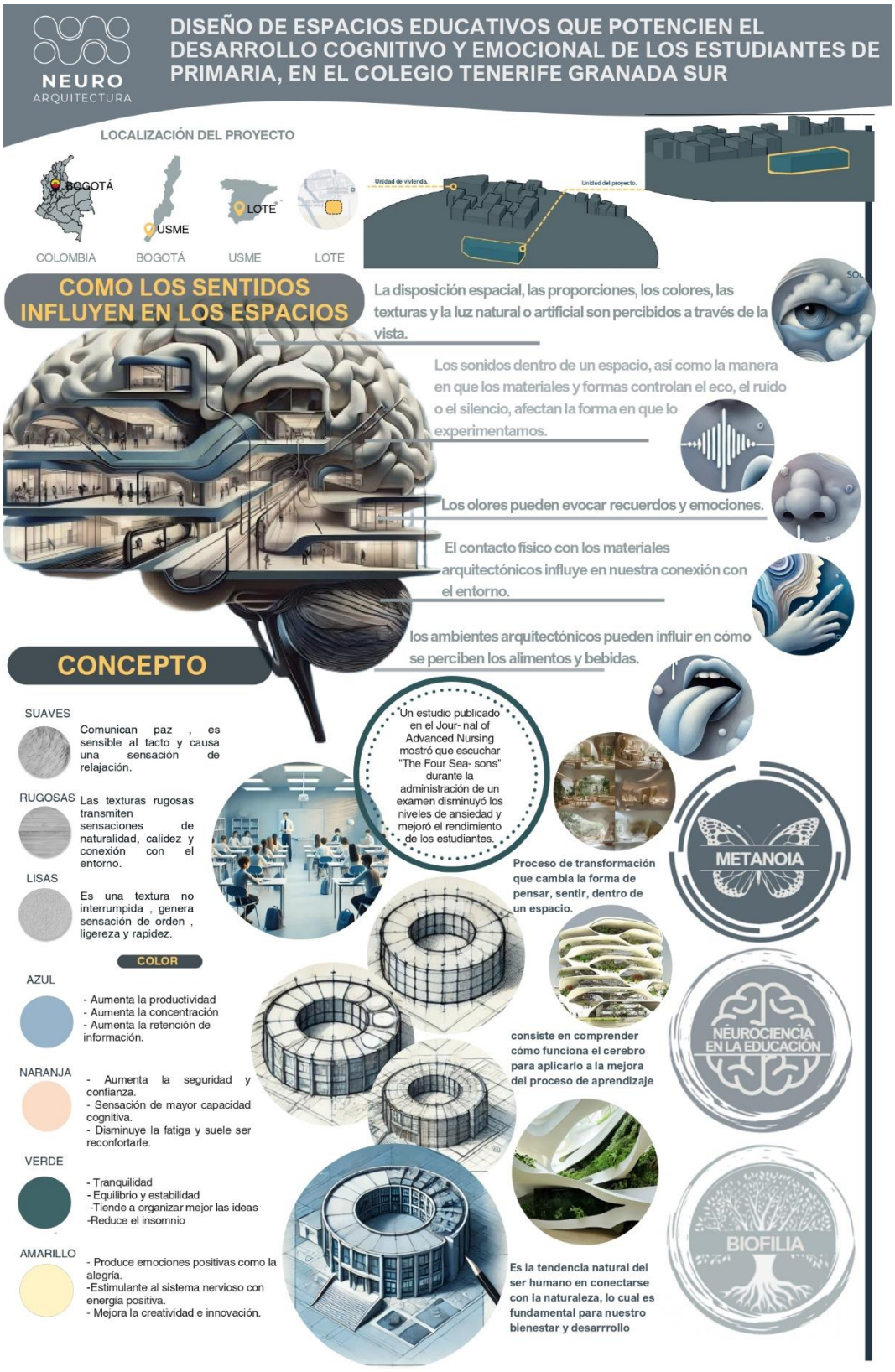
ANEXO E *Ficha bibliográfica 3*

FICHAS DE LECTURA

Elaborado por: Joseph Acero y Jessica Novoa. **Fecha de creación:** 26/08/2024

Ficha #: 03

Titulo	Centro de reclutamiento mental por medio del aprovechamiento de recursos naturales y arquitectura para el bienestar de la salud mental.
Autor	Michel-Dayana Gutiérrez-Melo.
Editorial	universidad católica de Colombia.
Número de páginas	55
Ciudad	Bogotá, Colombia.
Año	2021
Resumen	El proyecto propone un centro de rehabilitación mental ubicado en el complejo hospitalario San Juan de Dios en Bogotá, Colombia. El centro utilizará el concepto de neuroarquitectura para diseñar espacios que mejoren el bienestar y la recuperación de los pacientes con las 5 enfermedades mentales más comunes en el país. Algunos elementos clave del diseño incluyen: • Permeabilidad y conexión visual con el exterior. • Incorporación de elementos naturales como vegetación, luz natural y agua. • Espacios verdes y zonas de actividades físicas y recreativas para pacientes de todas las edades. La propuesta busca mejorar la movilidad sostenible en el sector, con prioridad para peatones y ciclistas, y recuperar el valor simbólico y patrimonial del complejo hospitalario. En general, el proyecto utiliza la arquitectura y el entorno natural para brindar un ambiente terapéutico y de bienestar que contribuya a la recuperación de los pacientes con problemas de salud mental.
Palabra clave 1	Biofilia
Tema relacionado	El concepto de biofilia fue definido por el biólogo estadounidense Edward Wilson en 1984, quien lo define como "el amor a la vida y lo vivo". Este concepto se basa en la evidencia de que el contacto con la naturaleza, ya sea directo o indirecto, influye positivamente en las personas, generando sensaciones de calma, armonía y fluidez. La biofilia es un elemento clave de la neuroarquitectura, ya

NEURO
ARQUITECTURA

ANEXO F Infografía