

DESAPRENDIENDO LA ARQUITECTURA: TRANSFORMACIONES PROYECTUALES Y ESCENARIOS DIGITALES

Jemay Mosquera Téllez
Alejandro Canal Lindarte
Carlos Alberto Matallana Rincón

Desaprendiendo la Arquitectura:
Transformaciones proyectuales y escenarios digitales

Libro resultado del proyecto de investigación:
“Planteamiento de estrategias para dinamizar y optimizar
el aprendizaje del diseño en el programa de Arquitectura
de la Universidad de Pamplona. Primera fase”

Desaprendiendo la Arquitectura: Transformaciones proyectuales y escenarios digitales/
Jemay Mosquera Téllez, Alejandro Canal Lindarte, Carlos Alberto Matallana
Rincón -- Pamplona: Universidad de Pamplona. 2025.

1. Transiciones del proceso de diseño arquitectónico, 2. Escenarios digitales,
3. Aplicaciones de la tecnología en el proceso proyectual.

213 p; 17 cm x 24 cm

ISBN (Digital): 978-628-7656-79-6

© Universidad de Pamplona

© Sello Editorial Unipamplona

Sede Principal Pamplona, Km 1 Vía Bucaramanga-
Ciudad Universitaria. Norte de Santander, Colombia.

www.unipamplona.edu.co

Teléfono: 6075685303

***Desaprendiendo la Arquitectura:
Transformaciones proyectuales y escenarios digitales***

Jemay Mosquera Téllez - Investigador Principal

Alejandro Canal Lindarte

Carlos Alberto Matallana Rincón

ISBN (Digital): 978-628-7656-79-6

DOI: <https://doi.org/10.24054/wq5dpz79>

Primera edición, julio de 2025

Colección Tecnologías e Ingenierías

© Sello Editorial Unipamplona

Rector: Ivaldo Torres Chávez Ph.D

Vicerrector de Investigaciones: Aldo Pardo García Ph.D

Jefe Sello Editorial Unipamplona: Caterine Mojica Acevedo

Corrección de estilo: Andrea del Pilar Durán Jaimes

Diseño y diagramación: Laura Angelica Buitrago Quintero

Cubierta de libro y divisores creados con la ayuda de Inteligencia Artificial (IA).

Esta publicación debe citarse como: Mosquera Téllez, J., Canal Lindarte, A. y Matallana Rincón C. A. (2025). *Desaprendiendo La Arquitectura: Transformaciones Proyectuales y Escenarios Digitales*. 1ª ed., Sello editorial Universidad de Pamplona.

Hecho el depósito que establece la ley. Todos los derechos reservados. Prohibida su reproducción total o parcial por cualquier medio, sin permiso del editor.



Desaprendiendo la Arquitectura:

Transformaciones proyectuales y escenarios digitales

Jemay Mosquera Téllez
Alejandro Canal Lindarte
Carlos Alberto Matallana Rincón



Gestión Integral del Territorio
Grupo de Investigación
GIT



Vicerrectoría de
INVESTIGACIONES
UNIPAMPLONA

“Formando nuevas generaciones con
sello de excelencia comprometidos
con la transformación social de las
regiones y un país en paz”

RESUMEN

El propósito de la obra está orientado a aclarar posiciones sobre el ejercicio de la Arquitectura en el marco de procesos técnicos y creativos, interacciones individuales y colectivas, y transformaciones proyectuales e innovaciones tecnológicas. La investigación, de carácter documental, alcance exploratorio y enfoque cualitativo, se apoya en aproximaciones lógicas/dialógicas y relaciones pendulares de la producción y apropiación del conocimiento. El análisis diacrónico permitió el abordaje histórico de momentos relevantes que incidieron en la configuración y transformación de estructuras espaciales predominantes en diferentes procesos civilizatorios. Los resultados permiten evidenciar La flexibilidad y capacidad de la arquitectura de interactuar con múltiples disciplinas; el rol de la tecnología como aspecto que facilita la exploración más allá de los límites del saber disciplinar; la relación de la digitalización con procesos lógicos/matemáticos fundamentales para el entendimiento y desarrollo del diseño; la importancia de la innovación tecnológica como herramienta proyectual que fortalece el pensamiento analítico; el reconocimiento de los cambios paradigmáticos que genera la digitalización e interpretación de las realidades emergentes en escenarios virtuales; Y la necesidad de articular herramientas digitales con metodologías colaborativas que permitan enfrentar la creciente complejidad de las dinámicas territoriales y fortalecer el rol de la arquitectura en el bienestar del ser humano.

Palabras clave: complejidad, transdisciplinariedad, tecnología, herramientas digitales, innovación tecnológica.

AGRADECIMIENTOS

Los autores manifiestan sus sinceros agradecimientos a las diferentes personas que, con su apoyo, sus aportes y contribuciones, posibilitaron el planteamiento de los inicios, desarrollo del proceso investigativo que soporta la formulación de obra y consolidación de los resultados que permiten evidenciar el cumplimiento de los propósitos iniciales del estudio.

El desarrollo procedimental de la investigación documental se nutrió con la participación de muchas personas que dieron respuesta gentil y generosa a nuestra invitación. De esta forma, la diversidad de productos obtenidos y representados en aspectos conceptuales, históricos, constructivos y formales, metafóricos y tecnológicos, entre otros, son el reflejo de dichas aportaciones. Por lo tanto, deseamos expresar sinceros agradecimientos a todas las personas y amigos que hicieron posible la culminación del documento.

Internamente, el agradecimiento mutuo es importante para reconocer los aportes de cada autor en las diferentes etapas de elaboración del libro. Para ello, es conveniente indicar que la idea inicial propuesta por el arquitecto Alejandro Canal y planteada en el marco del aislamiento preventivo decretado a raíz de las consecuencias provocadas por la pandemia generada por el Covid 19, fue acogida por el arquitecto Jemay Mosquera quien procedió a proponer la articulación de la idea inicial con los adelantos realizados durante los últimos años por el arquitecto Carlos Matallana alrededor de la implementación activa de herramientas digitales en el ejercicio profesional.

La coordinación del trabajo investigativo ejercida por el arquitecto Jemay Mosquera fue complementada

con los aportes metodológicos y conceptuales de los arquitectos Alejandro Canal y Carlos Matallana y el proceso de consolidación formal, fue enriquecido gracias a la edición de ilustraciones elaboradas por el arquitecto Carlos Matallana, con ayuda de diferentes herramientas; incluidas algunas asociadas a inteligencia artificial.

A continuación, se presenta la relación de instituciones y personas que apoyaron el proceso investigativo y el logro de los resultados que aquí se presentan:

- Programa de Arquitectura de la Universidad de Pamplona, sedes Pamplona y Villa del Rosario: Arq. Mg. Elkin Raúl Gómez Carvajal director del programa de Arquitectura y Arq. Silvia Janeth Monsalve Jaimes, coordinadora programa de Arquitectura Villa del Rosario.
- Grupo de Investigación Gestión Integral del Territorio – GIT, semillero de investigación Territorios metafóricos de la Universidad de Pamplona.
- Arquitecto Cristhian García Lozano y diseñador industrial Mauricio Sotelo Barrios, coordinadores del I Congreso Internacional de Arquitectura y Diseño Industrial, una mirada desde la sostenibilidad y la digitalización.

PRÓLOGO

La Arquitectura, en su esencia, ha sido siempre una manifestación de la relación entre el ser humano y su entorno. Cada construcción, cada espacio diseñado, es un reflejo de las necesidades, aspiraciones y conocimientos de su época. Hoy, en pleno siglo XXI, vivimos en un contexto de cambios tecnológicos vertiginosos que han comenzado a transformar no solo los métodos y herramientas del arquitecto, sino también su rol y su capacidad de imaginar y construir el espacio. En este escenario de transición hacia un futuro digital, esta investigación busca desentrañar las implicancias de esta revolución tecnológica en el ejercicio de la arquitectura, y ofrecer un análisis detallado de cómo los escenarios digitales y las aplicaciones tecnológicas reconfiguran los procesos proyectuales.

La relevancia de esta investigación radica en su enfoque integral, que no solo aborda la tecnología desde una perspectiva instrumental, sino que invita a repensar el proyecto arquitectónico en términos conceptuales y estratégicos. Al analizar las transiciones históricas en el diseño arquitectónico, la influencia de la era digital y las aplicaciones prácticas de la tecnología en el proceso proyectual, esta publicación aporta una visión holística que permitirá al lector comprender las raíces y proyecciones de este cambio. En un contexto donde la digitalización afecta todos los aspectos de la sociedad, es crucial que los arquitectos, estudiantes y profesionales de campos afines comprendan estos cambios para adoptar una postura informada y crítica frente a los desafíos y oportunidades que se presentan en el diseño de espacios.

En el primer capítulo, Transiciones del proyecto de diseño arquitectónico, se realiza un recorrido diacrónico por la evolución de la práctica arquitectónica, abordando sus transformaciones históricas y el modo en que los arquitectos han gestionado el conocimiento y adaptado sus métodos proyectuales a lo largo del tiempo, abarcando obviamente principios de sensibilidad, percepción y estética hasta el manejo de cálculos matemáticos y

la aplicación de principio de la física, lo que daba a los proyectos desde su concepción una fuerte base científica para sus procesos constructivos. Este capítulo presenta una exploración profunda sobre las diferentes aproximaciones conceptuales y enfoques estratégicos que se han desarrollado para enfrentar las demandas de cada época.

Desde una lógica dialógica que permite al arquitecto interactuar con diversas disciplinas y contextos, hasta un análisis del proyecto arquitectónico como un acto de investigación en sí mismo compuesto por un proceso metodológico que puede ser más o menos complejo dependiendo de la experiencia del proyectista, esta primera sección proporciona las bases teóricas y metodológicas para comprender el impacto de la profesión de la arquitectura a través de conceptos contemporáneos que implica el abordaje en donde la arquitectura depende de otras disciplinas para responder a las crisis y desafíos que hoy demanda un mundo y realidades complejas y sistémicas, tal es el caso de la responsabilidad que le compete a la arquitectura desde una conciencia ambiental a través de la sustentabilidad, como también el acometer conceptos específicos pero que toman cada vez más relevancia por la importancia que tiene la conceptualización de un proyecto en la salud y confort, como es el caso de la neuro arquitectura.

El segundo capítulo, Escenarios digitales, introduce al lector en el universo de posibilidades que la era digital ofrece al diseño arquitectónico. Aquí se analiza la influencia de los entornos virtuales en la manera de concebir y experimentar el espacio, explorando temas como la flexibilidad, adaptabilidad y versatilidad que ofrecen las herramientas digitales. Desde dispositivos y software que potencian la creatividad hasta conceptos avanzados como el diseño paramétrico y el modelado de proyectos a través de la metodología BIM (Building Information Modeling), esta sección muestra cómo la tecnología digital no solo facilita el trabajo del arquitecto, sino que transforma el propio concepto de diseño arquitectónico. Además, se aborda el impacto de la inteligencia artificial en la educación arquitectónica, planteando preguntas sobre cómo estas tecnologías pueden transformar la formación de las próximas generaciones de arquitectos.

En el tercer y último capítulo, Aplicaciones de la tecnología digital en el proceso proyectual, se presentan casos prácticos y aplicaciones específicas de estas tecnologías en el desarrollo de proyectos arquitectónicos y urbanos. Este capítulo examina cómo la tecnología puede optimizar el diagnóstico, el análisis y la representación a través del diseño paramétrico del espacio urbano, así como su papel en el diseño de modelos urbanos más sostenibles. La tecnología digital permite al arquitecto no solo modelar el espacio, sino también realizar un diagnóstico detallado de su contexto, brindando herramientas que permiten responder a las necesidades de una sociedad en constante transformación. La posibilidad de desarrollar territorios inteligentes y de diseñar entornos urbanos basados en datos abre una nueva era en la planificación y diseño urbano, en la que las decisiones pueden estar respaldadas por un conocimiento más profundo del entorno físico y social.

Esta investigación está dirigido a arquitectos, estudiantes y profesionales de disciplinas afines que desean comprender en profundidad las transformaciones que la era digital trae al campo de la arquitectura. También es una invitación a los interesados en el impacto de la tecnología en el diseño de espacios, quienes encontrarán en estas páginas un recurso para reflexionar sobre los cambios conceptuales, metodológicos y técnicos que la digitalización introduce en el proyecto arquitectónico. En última instancia, esta obra aspira a ser un referente para todos aquellos que deseen explorar las fronteras entre la arquitectura y la tecnología, y que buscan incorporar una visión crítica e informada sobre el uso de las herramientas digitales en el proceso creativo.

Esperamos que esta publicación inspire a sus lectores a adoptar una visión renovada sobre el futuro de la arquitectura, a comprender la responsabilidad y el potencial del arquitecto en un mundo digitalizado y a explorar cómo la tecnología puede ser un medio para crear espacios que respondan a las necesidades del siglo XXI; en un momento en que el entorno construido enfrenta retos sin precedentes, esta investigación ofrece un marco para comprender y abordar esos desafíos, mostrando cómo la

tecnología, utilizada de manera ética y consciente, puede ser una aliada poderosa para imaginar y construir un mundo más sostenible, inclusivo e innovador.

Arq. José Gregorio Vallejo Toro

Mg. en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente.

Decano Facultad de Arquitectura – Universidad La Gran Colombia,
Seccional Armenia.

Resumen	5
Agradecimientos	7
Prólogo	9
Índice de tablas y figuras.....	15
Índice de tablas	15
Índice de figuras.....	15
Introducción	19

CAPÍTULO I

TRANSICIONES DEL PROCESO DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO

.....	23
1.1 Transformaciones del ejercicio de la Arquitectura	25
1.2 Exploración diacrónica del diseño arquitectónico	32
1.3 La gestión del conocimiento y el ejercicio proyectual	40
1.4 Aproximaciones conceptuales aplicadas al ejercicio de la Arquitectura	42
1.4.1 <i>La percepción</i>	42
1.4.2 <i>La sensibilidad</i>	44
1.4.3 <i>La estética</i>	46
1.4.4 <i>La forma</i>	48
1.4.5 <i>La función</i>	50
1.4.6 <i>El espacio</i>	52
1.4.7 <i>El habitar</i>	54
1.5 El proyecto de investigación.....	58
1.5.1 <i>Valoración previa</i>	61
1.5.2 <i>Problematización</i>	62
1.5.3 <i>Conceptualización</i>	62
1.5.4 <i>Contextualización</i>	63
1.5.5 <i>Proyectación</i>	64
1.5.6 <i>Ejecución</i>	64
1.5.7 <i>Seguimiento</i>	65
1.5.8 <i>Ajuste</i>	65
1.6 La lógica/dialógica arquitectónica	65
1.7 Enfoques estratégicos de la Arquitectura	67



1.7.1 La complejidad y transdisciplinariedad de la Arquitectura	67
1.7.2 Arquitectura y complejidad	69
1.7.3 Arquitectura como transdisciplina	71
1.7.4 La sostenibilidad de la Arquitectura responsable	76
1.7.5 Neuroarquitectura, Arquitectura y contexto	80

CAPÍTULO II

ESCENARIOS DIGITALES	89
2.1 Influencia de la era digital en el diseño arquitectónico ..	91
2.2 Flexibilidad, adaptabilidad y versatilidad digital	97
2.3 Dispositivos y herramientas de diseño	106
2.4 Diseño paramétrico	124
2.5 BIM (Building Information Modeling)	134
2.6 Inteligencia artificial, educación y Arquitectura	137
2.7 Desafíos de la digitalización en el ejercicio de la Arquitectura	141

CAPÍTULO III

APLICACIONES DE LA TECNOLOGÍA DIGITAL EN EL PROCESO PROYECTUAL	153
3.1 Territorios inteligentes y modelos urbanos	155
3.1.1 Espacios urbanos y arquitectónicos.....	156
3.1.2 Diagnóstico digital sobre del espacio urbano.....	160
3.1.3 Implementación de la metodología BIM en el diseño y representación de vivienda multifamiliar	172
3.1.4 La Inteligencia Artificial en el proceso de diseño	179
Conclusiones	185
Referencias	189
E referencias	211
Autores	213

ÍNDICE DE TABLAS Y FIGURAS

Índice de tablas

Tabla 1. Lógica/dialógica del proceso del ejercicio de la Arquitectura	66
Tabla 2. Herramientas digitales en el taller de diseño arquitectónico	150

Índice de figuras

Figura 1. Análisis diacrónico.....	33
Figura 2. Giro gramatical.	35
Figura 3. Modelo de fuerzas por Gaudí.	37
Figura 4. Curva catenaria.	38
Figura 5. Superficie reglada.	39
Figura 6. Plasticidad en Gaudí.	39
Figura 7. Esquema percepción.	43
Figura 8. Esquema sensibilidad.....	45
Figura 9. Esquema estética.	48
Figura 10. Esquema forma.	50
Figura 11. Esquema función.	52
Figura 12. Esquema espacio.	53
Figura 13. Esquema habitar.	55
Figura 14. La visión integral del habitar.	56
Figura 15. Conceptualización del metaverso.	58
Figura 16. La investigación formativa y el aprendizaje.....	59
Figura 17. Fases del proceso de diseño.....	61
Figura 18. Simultaneidad y discontinuidad del proceso de diseño.	67
Figura 19. Sistema de corte de plasma CNC.	102
Figura 20. Apropiación al espacio urbano con uso de} herramientas digitales.	104
Figura 21. Perspectiva.....	107
Figura 22. Axonometría.	108
Figura 23. Planta, corte y alzado de un templo.	109
Figura 24. Esquematización del plano patrón del cual derivan las Villas de Palladio.	110
Figura 25. Tipologías en “Compendio de lecciones de Arquitectura”.....	111

Figura 26. Serie retrospectiva Pezo Von Ellrichshausen.	112
Figura 27. Tipos de vivienda en fachadas.	113
Figura 28. Tipos de viviendas en plantas.	114
Figura 29. Diagrama que ejemplifica al objeto y a su funcionalidad.	115
Figura 30. Corte de la Biblioteca Pública de Seattle.	116
Figura 31. Fotografía de la Biblioteca Pública de Seattle.	116
Figura 32. Diagrama de relaciones morfogenéticas. Casa Guardiola, Cádiz.	117
Figura 33. Taller de dibujo antes de los sistemas CAD.	118
Figura 34. Trabajo colaborativo con técnicas tradicionales.	119
Figura 35. El computador como medio de representación digital.	120
Figura 36. Museo Guggenheim por Frank Gehry.	123
Figura 37. Dibujo de figuras de cristales basado en parámetros.	124
Figura 38. Interfaz gráfica de Grasshopper con algoritmos.	128
Figura 39. Superficies Rhino en visualización alámbrica (izquierda) y modo sombreado derecha).	129
Figura 40. Cualidades de los puntos.	130
Figura 41. Representación gráfica con puntos.	130
Figura 42. Modelo paramétrico de Villa Poiana de Andrea Palladio.	132
Figura 43. Síntesis del diseño paramétrico.	134
Figura 44. Building Information Modeling.	136
Figura 45. Le Corbusier dibujando en su estudio de París, 1959. Photo of René Burri.	142
Figura 46. Triada vitruviana y complementos.	143
Figura 47. Representación para satisfacción por contemplación visual.	146
Figura 48. Posturas digitales.	147
Figura 49. Ubicación del lugar objeto de análisis.	161
Figura 50. Espacio abierto.	162
Figura 51. Espacio contenido en 3 parámetros.	163
Figura 52. Oreja/aguja.	164

Figura 53. Isleta.	164
Figura 54. Glorieta o península.	165
Figura 55. Fases para análisis de espacios urbanos con uso de medio digitales.	166
Figura 56. Componentes de representación paramétrica de elementos básicos.	168
Figura 57. Cruce de variables geométricas.	169
Figura 58. Representación de objetos sólidos como puntos de enfoque.	170
Figura 59. Representación digital de elementos del espacio urbano.	171
Figura 60. Consolidación espacial del diagnóstico urbano.	172
Figura 61. Proyecto torre San Lucas, planimetría piso 1.	173
Figura 62. Proyecto torre San Lucas, planimetría piso 5.	174
Figura 63. Proyecto torre San Lucas, Corte A – A.	175
Figura 64. Proyecto torre San Lucas, presupuesto piso 5.	175
Figura 65. Proyecto torre San Lucas, planimetría general.	176
Figura 66. Proyecto vivienda multifamiliar en Pamplona, diseño arquitectónico.	177
Figura 67. Proyecto vivienda multifamiliar en Pamplona, diseño hidráulico.	178
Figura 68. Proyecto vivienda multifamiliar en Pamplona, diseño sanitario.	178
Figura 69. Workshop fronteras digitales.	180
Figura 70. Workshop de traslación intersemiótica.	180
Figura 71. Workshop de prototipado y modelamiento híbrido.	181
Figura 72. Maquetas de proyecto de ciudad futurista a través de IA Runway.	182
Figura 73. Maqueta digital de proyecto de vivienda campestre a través de IA Runway.	183

INTRODUCCIÓN

En la actualidad el conocimiento adquiere unas nuevas características, es transdisciplinar, heterogéneo, heterárquico, transitorio, reflexivo, socialmente responsable y se desarrolla en contextos específicos de aplicación. El conocimiento tiene la intención de ser útil para alguien, su producción se difunde a través de la sociedad (conocimiento socialmente distribuido) y tiende hacia la creación de una red global, cuyo número de interconexiones se expande continuamente mediante la creación de nuevos lugares de producción.

En este contexto, el ejercicio de enseñanza aprendizaje de la Arquitectura y su ejercicio profesional no pueden entenderse solamente desde la concepción de un ritual metodológico basado en una estructura hermenéutica de caracterización, análisis, síntesis que posibilita la generación de ideas, proyectos y obras; sino como la conceptualización de un procedimiento flexible y adaptativo destinado a dotar a las nuevas generaciones de estudiantes y arquitectos de conocimientos, competencias y valores consistentes, que proporcionen singularidad al proceso educativo y profesional e incorporen nociones emergentes en las dinámicas proyectuales que susciten el compromiso de los usuarios y los agentes protagónicos del desarrollo en el cumplimiento de sus expectativas y requerimientos, metas y programas, directrices y políticas.

Con el ánimo de aportar a estas consideraciones, surge la presente obra como un espacio de reflexión, cuyo objetivo es el de contribuir a aclarar posiciones sobre el ejercicio de la Arquitectura y articular conceptos en el marco de procesos técnicos y creativos, de interacciones individuales y colectivas, de transformaciones proyectuales e innovaciones tecnológicas que hacen parte fundamental del diseño arquitectónico.

Para ello, la investigación se soporta en una revisión documental de alcance exploratorio, enfoque cualitativo y fuentes mixtas.

Se planteó una estructura metodológica enmarcada en aproximaciones lógicas/dialógicas y relaciones pendulares de la producción y apropiación del conocimiento que posibilitan el análisis cualitativo de datos, procesos y manifestaciones arquitectónicas en diversos momentos de la historia, así como de fundamentos, posiciones y criterios de autores representativos que han aportado al ejercicio de la Arquitectura desde diferentes campos disciplinares y del saber, como la filosofía y la epistemología, la producción científica y la educación, el arte y la construcción, la tecnología y las herramientas digitales.

El análisis diacrónico permitió el abordaje histórico de momentos relevantes que incidieron en la configuración y transformación de estructuras espaciales predominantes en diferentes procesos civilizatorios. De esta manera, los componentes obtenidos ofrecen una relación analógica respondiendo a los desafíos que surgen a raíz de la actual complejidad y transdisciplinariedad del diseño arquitectónico, así como de los cambios paradigmáticos que genera la digitalización en cuanto al proceso proyectual y la interpretación de las realidades emergentes, productos de los escenarios virtuales. Además, el desarrollo procedimental fue complementado por trabajos previos y experiencias de los autores en el campo de la docencia y el ejercicio profesional de la Arquitectura mediado por herramientas tecnológicas.

Apartir de los aspectos metodológicos orientados al cumplimiento de los propósitos de la investigación, se estructuran tres capítulos representados en las transiciones del proceso de diseño arquitectónico, las principales características de los escenarios digitales y algunas aplicaciones de la innovación tecnológica en el proceso de diseño arquitectónico.

El primer capítulo indaga de manera preliminar sobre antecedentes que dieron pie a tendencias emergentes mediadas por la digitalización y cómo estas se han convertido en nuevo paradigma del diseño e incentivan a buscar una adecuada interpretación del papel de las mediaciones tecnológicas en el campo de la Arquitectura y la construcción, el urbanismo y la planificación del territorio. Por lo tanto, la indagación contenida

en dicho capítulo examina algunas tendencias y personajes, motivos y situaciones que, en el transcurso de la historia, contribuyeron a generar mutaciones y nuevos enfoques, aún sin estar enmarcados en una prospectiva digital que actualmente rige la evolución del diseño.

De la misma manera, aborda la forma en que la Arquitectura, como disciplina y profesión orientada a responder a las relaciones espacio temporales que se dan en el espacio habitado, admite la posibilidad de establecer escenarios e hitos en la forma como se concibe la forma y la función, lo constructivo y lo metafórico, no necesariamente enmarcados en una secuencia lógica, sino dialógica de mutaciones en el proceso de diseño y en la gestión del conocimiento que subyacen en dicho ejercicio; en la investigación que faculta la interpretación de la complejidad y transdisciplinariedad de las obras arquitectónicas dentro de las que se consolidan aspectos asociados a una visión sostenible del entorno, a la incidencias de los lugares y espacios en las sensaciones del ser humano y, por supuesto, a la innovación tecnológica y las herramientas digitales.

El segundo capítulo resalta un recorrido histórico reciente de herramientas de diseño e innovación tecnológica y sobre cómo estas inciden en las actividades propias del arquitecto en respuesta a los desafíos y exigencias actuales. También explora acerca de diferentes herramientas y dispositivos que se aplican al diseño arquitectónico; sus particularidades asociadas a flexibilidad, adaptabilidad, versatilidad y vertiginosa evolución. Seguidamente hace referencia a retos y desafíos que subyacen en la era digital frente al presente y futuro del ejercicio de la Arquitectura.

A manera de complemento demostrativo y aplicado de las conclusiones del segundo capítulo; el tercer capítulo presenta una serie de ejemplos desarrollados por los autores en torno a la implementación de las herramientas tecnológicas en el ejercicio de diseño desde diferentes escalas de aproximación al territorio y campos de acción de la Arquitectura. Para ello, se parte de una escala amplia de planificación del territorio asociada al uso

de los sistemas de información geográfica y la infraestructura de datos espaciales para la configuración de territorios inteligentes y redes de ciudades innovadoras interconectadas.

A continuación, se orienta la atención a una propuesta cuyo desarrollo metodológico permite la implementación del diseño paramétrico en la escala urbana e intraurbana vecinal, específicamente la parametrización y aprovechamiento de espacios urbanos abiertos de pequeño formato que, debido a su carácter residual, no cuentan con la atención necesaria para su recuperación u optimización, así como a ejercicios arquitectónicos y constructivos de edificaciones con bajo impacto urbanístico y ambiental mediados por la tecnología digital.

Esperamos que el libro que tiene en sus manos, permita direccionar los esfuerzos hacia la búsqueda de una posición conceptual clara y de una cultura crítica y autocrítica proactiva; hacia la construcción de un trato abierto y receptivo, de una discusión lógica y dialógica consciente y argumentada, de una visión autónoma capaz de percibir, analizar y sintetizar las particularidades del proceso de diseño, del contexto y de las necesidades de las comunidades que lo habitan; de comunicar y materializar ideas y reflexiones pertinentes en un compromiso con el desarrollo armónico del territorio desde un posicionamiento ético, teórico y conceptual.

CAPÍTULO I

TRANSICIONES DEL PROCESO DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO



TRANSICIONES DEL PROCESO DE DISEÑO ARQUITECTÓNICO

El capítulo presenta un sucinto recorrido histórico reciente del diseño arquitectónico, soportado en diversos acontecimientos; promovidos por pensadores de diversos campos del conocimiento y de la Arquitectura en particular, que marcaron el devenir y las transformaciones en la forma de proyectar. La delimitación espacio temporal responde a cánones reconocidos internacionalmente que, desde un enfoque eurocéntrico, han permeado el estudio de la Arquitectura en América Latina, lo cual sirve como pretexto para plantear la necesidad de desarrollar otras investigaciones con acercamientos a otras orientaciones igualmente válidas, que complementen dicha aproximación en obras futuras. También contiene una serie de teorías, conceptos y enfoques que, de acuerdo con los avances en la gestión del conocimiento y las dinámicas propias de cada época, han sido generadores de cambios paradigmáticos en el proceso de diseño. De manera complementaria, presenta las características generales del proyecto de investigación frente a lógica/dialógica de la concepción arquitectónica y las estructuras complejas y transdisciplinarias que se tejen alrededor del ejercicio de la Arquitectura.

1.1 Transformaciones del ejercicio de la Arquitectura

La Arquitectura corresponde a la suma de una continua transformación que se concibe y materializa en manifestaciones espacio temporales concretas, no necesariamente premeditadas, pero que permiten apreciar o distinguir ciertas conexiones con el ejercicio de habitar; de forma que su naturaleza aleatoria o interconectada posibilitan resaltar algunos períodos históricos o épocas en lo que respecta a su diseño en general o algunos aspectos constructivos, formales, funcionales o simbólicos que se convierten en parte de su esencia. Acorde con esta argumentación, de forma atrevida, pero como un obligado

elemento de juicio al pensar en la posibilidad de desaprender y reaprender la Arquitectura, se propone recorrer de una manera muy sucinta y teniendo en consideración la delimitación temporal propuesta desde el inicio de la obra, el camino de la exploración teórica a través de la historia reciente de la Arquitectura.

Durante siglos las orientaciones de Vitruvio sobre la necesidad de responder a las leyes de la naturaleza, plasmadas en el siglo I a.C. en su tratado *De Architectura*, compuesto por diez (10) libros estructurados en capítulos, representaron las bases de la Arquitectura desde tres (3) principios fundamentales “Firmitas, utilitas y venustas” (firmeza, utilidad y belleza). Sin embargo, con el paso del tiempo, fueron quedando en el olvido y solo hasta el siglo XV tuvieron un resurgimiento gracias a representantes del pensamiento filosófico y cultural denominado humanismo como Petrarca (1304-1374), Francesco di Giorgio Martini (1439-1502), Fray Giovanni Giocondo (1433-1515) y Cesare Cesariano (1475-1543), y a Leonardo da Vinci (1452-1519) como uno de los referentes esenciales del Renacimiento italiano (Losardo et al., 2015).

En el siglo XV, cuando León Batista Alberti, un secretario del Vaticano defensor del humanismo renacentista en el estudio de la filosofía, las artes, la literatura y la historia, escribió una crítica a los diez (10) libros de Vitruvio y su triada sobre belleza y armonía que habían seguido fielmente los arquitectos más representativos de la edad media, la cual denominó *Re De Aedificatoria*, se estableció una forma teórica de evaluar la Arquitectura según reglas y cánones. Alberti dividió su análisis también en diez libros y en ellos examinó aspectos como el diseño, los materiales, las obras y sus usos, la ornamentación y su mantenimiento (Battista, 2003). Con esta manera humanista de percibir la Arquitectura, el arquitecto debería ser no solo un artesano, sino también un artista, un maestro y un intelectual.

En los siglos subsiguientes, las academias, universidades, escuelas de bellas artes, y pensadores como Blondel, Winckelmann y Bédar, jugaron un rol importante en el desarrollo de movimientos artísticos y culturales que aportaron a

fundamentación crítica del arte, al auge de escuelas de bellas artes y arquitectura del siglo XVI y al surgimiento de escuelas de enseñanza del arte en Latinoamérica (Apana, 2019).

Con las trasformaciones sociopolíticas y económicas del siglo XVIII, la Arquitectura mutó y fue observada desde la perspectiva de la ética, pero ejercida a través de la razón; lo que configuró el gran debate teórico de la Arquitectura moderna. Comenzando el siglo XIX, Jean Nicolás Durand en su tratado “*Précis des leçons d’architecture*”, propuso un método racional en el que el proyecto se desarrolla a partir del todo hasta la unidad, o del completo para llegar al detalle, teniendo en cuenta que la buena Arquitectura debe obedecer a los principios de conveniencia y economía (Durand, 1981). Después del gran incendio de Chicago en 1871, el arquitecto Louis Sullivan, formado en MIT, se traslada a Europa y luego de trabajar en su *École des Beaux Arts*, participa junto a LeBaron Kennedy en la fundación de la Escuela de Chicago; en su artículo “El edificio de oficinas alto considerado artísticamente”, expone esa máxima según la cual “La forma sigue siempre a la función” (Sullivan, 1986).

En sus inicios, el modernismo relacionado con los hechos arquitectónicos de fin del siglo XIX e inicios del siglo XX y acotado como ondulante por su tendencia organicista, desecha de plano la línea recta, ausente en la naturaleza y produce obras importantes en Europa de la mano de Horta, Guimard y Gaudí. También se relaciona a manifestaciones análogas (art nouveau, Secesión vienesa, Jugendstil, el Arts and Crafts o el Liberty) y proclamas sociales propias de la modernidad (Compte, 2020, p. 116). Como en todo proceso dinámico, el modernismo también fue visto por Wagner y Mackintosh, exponentes clásicos del Art Nouveau y del protomodernismo, desde el cubo como fuente perfecta del ángulo recto, dando paso al denominado modernismo ortogonal (Antigüedad et al., 2015).

Al mismo tiempo, se destaca el aporte al racionalismo arquitectónico del austriaco Adolf Loos, quien en sus obras y conferencias criticó el ornamentismo y le otorgó importancia a la descentralización del espacio, marcando la línea de lo que

sería el minimalismo, materializado en las obras de Mies Van der Rohe a partir de la teoría de “Menos es más” (Loos, 1972). Van de Rohe es identificado como un representante de la reconocida escuela Bauhaus, creada por Walter Adolf Gropius, una tendencia modernista que vivió momentos románticos que se transformaron en racionales hasta ser reconocida en todo el mundo alrededor de 1930 (Ullrich, 2019).

Un poco más tarde, en plena Primera Guerra Mundial y dentro del mismo modernismo, nace en Holanda el plasticismo, de la mano de Pieter Oud y Theo Van Doesburg. De allí y hasta el final de la Segunda Guerra Mundial, el debate del modernismo estuvo centrado alrededor de dos tendencias: el organicismo y el funcionalismo. A partir de ese momento y hasta la década de los años sesenta del siglo XX, el racionalismo se consolida hasta llegar a ser considerado un estilo internacional (O’Byrne, 2014).

Charles-Édouard Jeanneret-Gris más conocido como Le Corbusier (1887-1965), se refiere a estas transformaciones en la concepción de la Arquitectura como una constante que produce diferentes formas de asumir y comprender su esencia espacio temporal y plantea que esta debe corresponder a una manifestación de la actualidad y no a la imitación de manifestaciones culturales pretéritas que únicamente podría generar inclinación por las edificaciones del pasado, dado que los nuevos y futuros estilos permanente buscaran sobresalir sobre los anteriores, como forma para lograr avances exponenciales, novedosos e innovadores que confronten la contemporaneidad con lo antiguo.

De igual forma, de acuerdo con Kandinsky (1989), cada espacio de tiempo genera manifestaciones artísticas particulares e irrepetibles y cada vez que ciertas perspectivas arquitectónicas adquieren características tendenciales, estas llegan a dominar a sus predecesoras y son consideradas como un estilo representativo de la época en la adquiere su apogeo (Matallana, 2020).

Le Corbusier participó activamente en la estructura del racionalismo moderno; el nuevo movimiento artístico dentro de la Arquitectura, que pautó líneas en la Arquitectura moderna. El suizo definió en el documento memorable “Cinco puntos de la nueva Arquitectura” los principios de su teoría, como la planta y fachadas libres con transparencias longitudinales a partir de elementos estructurales integradores con el exterior (Benévolo, 1999).

Se aceptaba entonces como premisa que el alcance y los límites de la razón eran el eje central del debate teórico acerca de la Arquitectura moderna, añadiendo el concepto de la naturaleza como origen de la forma, lo que permitió definir pautas explícitas de diseño a partir de reglas que deberían ser aplicadas para no salirse del movimiento moderno.

La evolución del modernismo dio pie a una fusión llamada racionalismo organicista, un movimiento generado por momentos de abundancia en los Estados Unidos de América, donde los nuevos millonarios se convierten en mecenas de una nueva Arquitectura distinguida por integrar la naturaleza que, a través de los materiales, pretende humanizar los conceptos rompiendo con las “cajas” y tratando de fundir las rectas con las curvas, con Alvar Alto y Frank Lloyd Wright, quienes llegaron hasta insertar el edificio en la naturaleza, como los más notorios exponentes de los inicios de la Arquitectura orgánica (Palladio, 2008; Viveros, 2020).

Como respuesta a una nueva visión de la Arquitectura, el teórico norteamericano Charles Jencks, en una serie de publicaciones, analiza la producción arquitectónica de la postguerra y no duda en llamarla como época tardo moderna, que piensa la Arquitectura dentro el modernismo como un ejercicio humanista, pero sin declinar ante el racionalismo funcional. Para mediados de los años 80 se popularizan tendencias como el High Tech de Renzo Piano y Norman Foster y, a finales de siglo, surge el deconstructivismo (Cejka, 1996).

La lucha contra las rígidas formas del modernismo encontró eco en el ímpetu de los años sesenta del siglo pasado y es allí cuando

surge el Postmodernismo. Apoyado en las contradicciones del modernismo y de su estilo internacional, se propone enfrentarlo con innovación, mezclando lo moderno con lo histórico y fusionándolo de una manera ecléctica, cuestionando las formas puras y retomando el ornamentismo clásico de las pilastras y las molduras, hasta criticar la función sobre la forma como lo hizo Robert Venturi, al plantear que la forma seguía al fracaso con el argumento de que una forma que no estaba soportada en la tradición perdía valor arquitectónico (Venturi,2021).

En este periodo para algunos puristas -corto pero muy perjudicial- el razonamiento científico en la Arquitectura desapareció en manos de argumentos como la falsa contradicción, la ambigüedad o el relativismo, que la alejaban de la objetividad de una ciencia que debería resolver sus problemas a partir de un ¿por qué?. Contrario a este pensamiento, el sustento de las obras arquitectónicas postmodernas fue el ¿por qué no?.

Para otros, el postmodernismo plantea nuevas posibilidades para la utilización de la tecnología, pero sin desechar el pasado como lo hacía de manera contundente el modernismo. El galardonado Pritzker, Philip Johnson, precursor del postmodernismo mediante obras épicas como la casa de cristal o 550 Madison Avenue, después de diseñar junto a Van der Rohe ese prisma vertical del edificio Seagram en Nueva York, defendió sus propuestas hasta con la célebre frase “yo admiro mucho a Mies Van der Rohe, pero en Estados Unidos ya estamos aburridos de 20 años de sus cajas negras” (Russell y Jhonson,1995).

Otra faceta postmodernista es la de Cristopher Alexander, quien en su libro *The Timeless Way of Building* (El modo intemporal de construir, 1979), escrito en compañía de cinco arquitectos del centro de estructura ambiental de Berkeley, en California, estableció un método lógico para diseñar en Arquitectura denominado El lenguaje de patrones, “A Pattern Language” (Alexander et al., 1977). De una forma crítica, los autores sostienen que el excesivo racionalismo del modernismo es tan ridículo que alcanza a percibirse como una psicosis pasajera en la historia de la Arquitectura y que esta debería renovar de manera constante su lenguaje adaptándose a las exigencias de

cada tiempo (Rangel y Zambrano, 2015).

Terminando el siglo XX, se retoma por parte de Jackes Derrida el termino alemán *Destruktion*, utilizado por Heidegger en el libro *Ser y tiempo*. El filósofo francés inicia el discurso de la deconstrucción con la crítica a las estructuras binarias de la metafísica occidental y, de allí en adelante, con temas relacionados con logocentrismo, causalidad, presencia y temporalidad. Cuando estos conceptos se aplican al espacio, Derrida toca las fibras de la Arquitectura y, en una recopilación de conversaciones, conferencias y entrevistas publicada como *Las artes del espacio*, define con los arquitectos del momento el concepto de la deconstrucción en Arquitectura (Ayala, 2013).

La influencia de su pensamiento en los Estados Unidos hace que discuta con Peter Eisenman y Bernard Tschumi acerca de la ausencia y la negatividad, así como temas relacionados con la escritura y el trazado arquitectónico. En otros frentes, Derrida disiente de Eisenman, colocando en discusión la real necesidad de pensar el lugar como una posibilidad, pero no una posibilidad ni teológica ni antropológica.

Cuando las posturas de Derrida se conjugan con tendencias como el cubismo analítico, el expresionismo o el constructivismo ruso; se desata en los años noventa todo un movimiento en la Arquitectura del mundo, opuesto al modernismo. Se crean proyectos que, enmarcados en la fragmentación caótica, la distorsión controlada y la inquietante dislocación de las formas, producen diseños morfológicamente no lineales.

El nuevo enfoque abandona el eje cartesiano y propone la rotación de los volúmenes desde ángulos muy agudos, descomponiendo las estructuras para generar un aparente caos que capta la atención de quien la percibe.

En 1988, Philip Johnson como director del Museo de Arte Moderno de Nueva York creó la exposición *Deconstructivist architecture*, a la cual invitó, no solo a los arquitectos Frank Gehry, Zaha Hadid y Rem Koolhaas - tres ganadores del premio Pritzker- sino también a Peter Eisenman, Daniel Liebeskind, Bernard

Tschumi, Coop Himmelblau, Wolf Prix y Helmut Swiczinsky, como precursores del deconstructivismo; la exposición fue apoyada por un ensayo de Mark Wigley y rematada por un simposio en el que participaron los más connotados críticos de la Arquitectura de ese momento (Johnson & Wigley, 1988).

El movimiento deconstructivista que definitivamente se sitúa en contravía del modernismo, denota para sus críticos profunda ausencia del elemento funcional en el diseño que produce bosquejos amorfos, complicados y muy costosos, que no riman con la búsqueda de combatir la inequidad global. Nos queda entonces, averiguar qué será de la Arquitectura posterior al movimiento deconstructivista y como está responde a los adelantos tecnológicos que generan nuevos paradigmas en la forma como se aborda el ejercicio proyectual.

1.2 Exploración diacrónica del diseño arquitectónico

Los ornamentos que inicialmente emergieron, incluso antes de la domesticación de la naturaleza, corresponden a los tótems y a los obeliscos, predecesores de la cruz; todos ellos de origen erótico como símbolo de fertilidad y fuerza. La primera obra de arte, la primera actividad artística que se pintarrajeó en la pared fue para despojarse de sus excesos. Una raya horizontal: la mujer yacente. Una raya vertical: el hombre que la penetra. El que creó estas imágenes, tal vez sintió el mismo impulso que **Beethoven**; estuvo en el mismo cielo en el que 'Ludwig Van' creó la Novena sinfonía.

En la búsqueda de fuentes para dar significado a la idea prospectiva del diseño sobre un hecho arquitectónico es imprescindible realizar una exploración diacrónica que permita expandir la frontera del conocimiento y su observancia de axiomas preestablecidos para ofrecer el despliegue de nuevos postulados a lo largo del tiempo (Micheli & Iturralde, 2015, p. 327). Por lo tanto, en la tarea de ofrecer una explicación adecuada de las nociones que se han venido aplicando hasta la actualidad, es conveniente recabar en los postulados y las declaraciones de personas que han aportado al descubrimiento direccionado o insospechado de las diversas posibilidades que ofrecen los adelantos tecnológicos y los procesos de digitalización.

Dichos postulados cuentan con una trayectoria fluctuante que oscila a través del tiempo, por medio de la cual es posible configurar interrelaciones simbióticas de información y conocimiento que, a su vez, permiten mayor integralidad en el reconocimiento de su periplo histórico.

Figura 1
Análisis diacrónico.



Fuente: Matallana (2018).

El abordaje de los hitos históricos que aportan a la implementación de las herramientas tecnológicas en la proyectación exige, en primera medida, estudiar las principales nociones que hacen parte del proceso: Diseño y digitalización. Lo anterior, permite analizar de cada aspecto, reforzar sus particularidades y ofrecer una aproximación a su fundamento como aspecto esencial y complementario del ejercicio proyectual.

En primera instancia, el diseño hace parte de la generación de cualquier objeto o edificación y, generalmente, al momento de contemplarlo el espectador procura vislumbrar más allá de lo observable, intenta descubrir las pretensiones del autor o las condiciones del entorno que lo motivaron a su realización: la razón de las características formales, cromáticas, constructivas o simbólicas.

De manera informal, el concepto *diseño* responde a una condición de atracción mágica que ha permitido su uso para cautivar la atención y vender cualquier tipo de producto, independiente de su tamaño o utilidad (Scott, 1970). En ese

sentido, durante mucho tiempo y hasta hace varias décadas, el diseño representaba toda aquella producción moldeada a partir de una concepción predominantemente bidimensional, de tal forma que es posible afirmar que el diseño arquitectónico, de infraestructura o de objetos cotidianos fue imaginado desde un esquema plano, en muchos casos con propiedades decorativas relacionadas con los instrumentos usados para su elaboración.

Scott (1970) también hace alusión a la transformación del significado del concepto de diseño desde el punto de vista gramatical, dado que su acepción anterior se asumía fundamentalmente como sustantivo asociado a un punto de vista de origen esquemático y en la actualidad la noción se asume como verbo, cuya acción se despliega por medio de actividades cotidianas. Tal variación en el significado incide directamente en la manera de enfocar y concebir ideas, en la reinterpretación de su integralidad como disciplina y área del conocimiento que coexiste, desde tiempos pretéritos, con las demás capacidades básicas de todos los procesos civilizatorios.

La novedad generada en su significado amplio e integrador considera al diseño como una acción esencial que permea todo tipo de dinámicas humanas en el territorio; por lo tanto, es posible colegir que actividades simples tales como cocinar, leer o escribir, implican conductas o manifestaciones conectadas a un proceso formal y estético de diseño. De esta manera, las recientes definiciones del concepto diseño, lo determinan como “un plan que dispone elementos de la mejor manera posible para alcanzar un fin específico” (Moya, 2008, p. 1).

El diseño es aceptado como método práctico de acción y creación, compuesto de circunstancias y escenarios que exigen ciertas habilidades por parte de la persona que lo desarrolla para comprender y aprovechar las condicionantes, limitantes y potencialidades. Así las cosas, el diseño está orientado a la satisfacción de necesidades del ser humano, en el marco de sus interrelaciones con los demás y con su entorno; razón por la cual su naturaleza no es individual sino primordialmente colectiva o comunitaria, lo que le permite nutrirse y apropiar las diversas

contribuciones de artistas, diseñadores y personas del común para conjugarse en el conocimiento acumulado en la sociedad a lo largo de la historia.

Figura 2

Giro gramatical.



Fuente: Matallana (2018).

La anterior argumentación brinda la posibilidad de centrar la atención en ubicaciones temporales que permitan destacar los aportes de épocas y visionarios que han ejercido un rol fundamental en el conocimiento del diseño; en este caso en conexión con la Arquitectura. En esta aproximación, los cambios producidos en el renacimiento generaron transformaciones en los procesos proyectuales y constructivos, dado que lo artístico y lo tecnológico dejó su relación íntima con la esclavitud, con el trabajo forzado o con una relativa aceptación de la aristocracia por el trabajo artístico y paso a manos de artesanos que

incorporaron nuevos saberes y adelantos medievales a los procesos arcaicos o selectivos de otras épocas.

Dentro de esta revisión diacrónica, uno de los muchos visionarios que vale la pena resaltar es Antoni Gaudí (1852-1926), quien obtuvo su inspiración a través de excelsos cánones contenidos en el entorno natural y ejerció su intervención apropiando sus características formales y estructurales para la consecución de espacios orgánicos que han obtenido reconocimiento internacional, aun cuando por sí mismo dudaba de las potencialidades de su método para aportar a solución de conflictos arquitectónicos, tal y como lo describe Kliczkowski (2003):

La simplicidad, la inmediatez en la contemplación de la naturaleza para resolver problemas arquitectónicos hacia desconfiar a Gaudí de los complejos cálculos matemáticos, por lo que optaba por efectuar comprobaciones empíricas. Este método le llevo a realizar numerosos experimentos para calcular las cargas de una estructura o la forma final de un ornamento. (p.4)

Posiblemente sin darse cuenta, la articulación armónica de múltiples intervenciones de pequeño formato que Gaudí realizaba a manera de prueba-error, con conocimientos matemáticos que usaba a discreción, le permitió crear dispositivos y elementos efectivos para la búsqueda de solución de conflictos recurrentes en los procesos edificatorios y establecer ciertos códigos contenidos en su particular manera de diseño. Es precisamente en estos preceptos en los que se puede distinguir una serie de parámetros que pueden ser utilizados como fundamentos y criterios de diseño, apoyados en el uso de elementos cotidianos como hilos, cadenas, sacos y espejos, que le permitieron la elaboración de maquetas y prototipos, como prerequisite para materializar la ejecución de complejas edificaciones y establecer un modelo analógico particular de diseño arquitectónico.

Uno de los elementos empleados profundamente por Gaudí es la curva parabólica o catenaria (...) “ya que la catenaria distribuye

regularmente el peso que soporta, sufriendo únicamente fuerzas tangenciales que se anulan entre ellas” (Rivera, 2009, citado por Matallana, 2018, p. 16). De este modo, la utilización de los arcos fue muy recurrente en las creaciones de Gaudí, particularmente, no solo como parte de la decoración sino como elementos de la estructura de la Sagrada Familia.

Gracias a su resistencia como condición esencial, Gaudí uso esta clase de arcos en diferentes tipos de edificaciones. Inicialmente, el arco se configura de manera natural gracias a la gravedad y, posteriormente, se invierte para formar las cúpulas y obtener un “un diseño inteligente que posibilitaba la combinación de múltiples variables en una exploración dinámica de formas” (Fraile et al., 2016, citado por Matallana, 2018, p. 17).

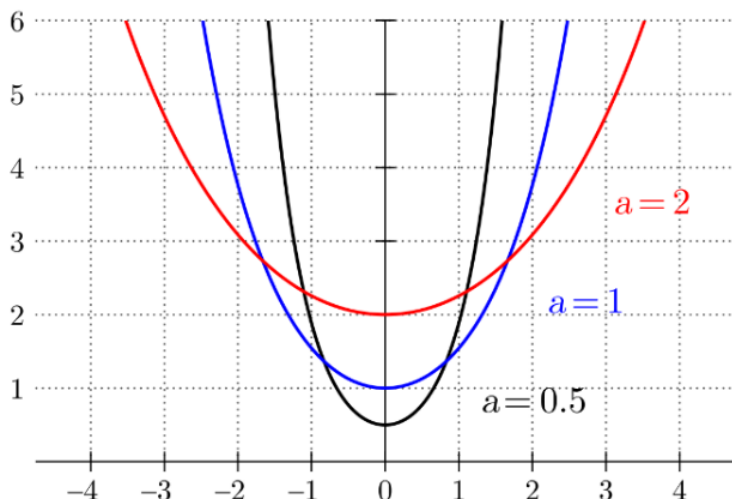
Figura 3

Modelo de fuerzas por Gaudí.



Fuente: Hurol (2016).

Figura 4
Curva catenaria.



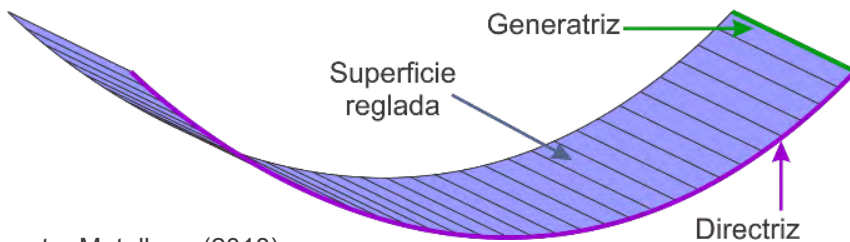
Fuente: Wordpress (2010).

Dentro las obras de Gaudí, uno de los desafíos de diseño más sobresalientes corresponde a su complejidad geométrica producto de una génesis soportada en manifestaciones de la naturaleza como es el caso de la hipérbola y la parábola, la espiral y la elipse, entre otras. Dichas aplicaciones en la geometría gaudiana de superficies regladas generadas por una “recta de dirección variable que se mueve sobre una curva, llamada curva base o directriz” (Rosado, 2016, p. 1), se consideran adelantadas para la época, dado que se contraponen a formas geométricas euclidianas comúnmente empleadas en las obras arquitectónicas y representada en la condición regular de las figuras básicas como el cuadrado, el rectángulo y el triángulo. Es por ello que la obra de Gaudí resalta por su plasticidad y ornamentación, por la articulación armónica de lo antiguo y lo nuevo, lo original y lo tradicional, lo bello y lo útil, lo evidente y lo arcano, lo personal y lo colectivo (Instituto Cervantes, 2003).

De esta manera, las superficies regladas son implementadas a manera de parámetro de diseño y su representación más común corresponde a conos y cilindros, los cuales permiten

aprovechar sus características volumétricas tridimensionales para delimitar la edificación y contribuir a la articulación entre su estructura y funcionalidad, estabilidad y operatividad, estética y semiótica. Cabe destacar que las superficies regladas cuentan con parámetros que permiten determinar las indicaciones y atributos necesarios para su proceso constructivo.

Figura 5
Superficie reglada.



Fuente: Matallana (2018).

Figura 6
Plasticidad en Gaudí.



Fuente: Chatgpt-Dall-E (2023).

1.3 La gestión del conocimiento y el ejercicio proyectual

Como se puede observar, la virtuosa utilización de la matemática en las creaciones de pensadores, artistas y arquitectos como Antonio Gaudí sirve de base para avanzar con el abordaje del conocimiento y las herramientas tecnológicas en el proceso de diseño. Al respecto, un ejercicio obligado en el proceso de interpretar las transformaciones presentes en la forma de proyectar, corresponde al reconocimiento de la influencia de la gestión del conocimiento en la forma como este se logra y se modifica.

Algunas modificaciones relevantes emergen durante fines del siglo XVIII e inicios del siglo XIX, enmarcadas en la Revolución Industrial y su impulso a los procesos de diseño, desde una concepción asociada a los movimientos culturales y estéticos eurocéntricos, apoyada también en avances tecnológicos; aspectos que condujeron a la incorporación de criterios particulares de diseño dentro del ejercicio de la Arquitectura (Mosquera, 2009).

Seguidamente, las leyes propuestas por Newton que concibieron prescripciones universales permanentes e inmodificables, aportaron al auge de algunas tendencias filosóficas occidentales y forjaron la necesidad de desarrollar transposiciones didácticas orientadas a su comprensión y apropiación por parte de las nuevas generaciones (Sebastián, 2013).

Aportes de filosofías orientales y hallazgos posteriores como los de Max Planck sobre discontinuidad de la energía, Einstein sobre la relatividad, Capra y Von Bertalanffy sobre el comportamiento de los sistemas, incidieron en la concepción de nuevas visiones de la realidad en torno a la mecánica cuántica y a muchas esferas del conocimiento, incluidas las ciencias sociales (Castillo et al., 2017).

Dichas nociones resaltan la validez de enfoques integradores caracterizados por la diversidad y variabilidad, interrelacionalidad e interdependencia de sus componentes espacio temporales. Dentro de dichas perspectivas se puede destacar a los sistemas

complejos, el pensamiento complejo y la transición a la teoría de la complejidad, la cual:

reconoce la incompletud y la incertidumbre; distingue y articula conceptos antagónicos, como divergencia/convergencia, construcción/deconstrucción, lógica/dialógica, territorialización/ desterritorialización, autonomía/dependencia, unidad/diversidad. Además, supone y necesita de lo diverso porque es producto de la relación homogeneidad/heterogeneidad, y sostiene que la unidad del ser humano es la unidad de la diversidad. (Morín, 2003, citado por Castillo et al., p. 353)

En estas condiciones, la forma de proyectar se vio influenciada por las nociones filosóficas de diferentes continentes y su enriquecimiento mutuo, por las contribuciones de la física y la mecánica y los adelantos tecnológicos propios de cada época, por los procesos interdisciplinarios que cada vez toman mayor fuerza en el marco de la complejidad de los aspectos sistémicos que condicionan el proceso de diseño.

Uno de estos aspectos está relacionado con la conceptualización del ejercicio de la Arquitectura y sus variaciones en la historia reciente de la humanidad. Por ejemplo, Mijaíl Bajtín (1895-1975) aportó la necesaria articulación espacio temporal de los hechos arquitectónicos al exponer las relaciones cronotópicas que subyacen en la diversidad de manifestaciones culturales como herramienta dialógica que permite unir lo poético y lo retórico, la historia y las edificaciones que configuran el espacio habitado, desde lo sensible, la estética, las emociones, la ciencia, el arte, lo ético y lo político (Mosquera y Duplat, 2012).

Ante una acelerada transformación de perspectivas disciplinares y sectoriales tradicionales hacia la transdisciplinariedad y complejidad de las condiciones actuales, surge una serie de necesidades de cambio cuyo carácter integrador funge como estrategia obligada para aportar a la resolución de problemas y desafíos contemporáneos con creatividad y asertividad, innovación (Díaz, 2020) y desarrollo tecnológico, articulación de herramientas tradicionales y digitales.

De esta manera, luchar contra conocimientos y paradigmas anacrónicos, tergiversaciones o falencias del saber enmarcadas en la subjetividad de la memoria, se convierte en una acción esencial para buscar la ampliación de un pensamiento crítico y fundamentado a la luz de las transformaciones disciplinares, las nociones transdisciplinares emergentes y la complejidad (Pupo, 2014; Samayoa, 2023), como aspectos que implican una reconfiguración mental y operativa del proceso proyectual como sistema complejo.

1.4 Aproximaciones conceptuales aplicadas al ejercicio de la Arquitectura

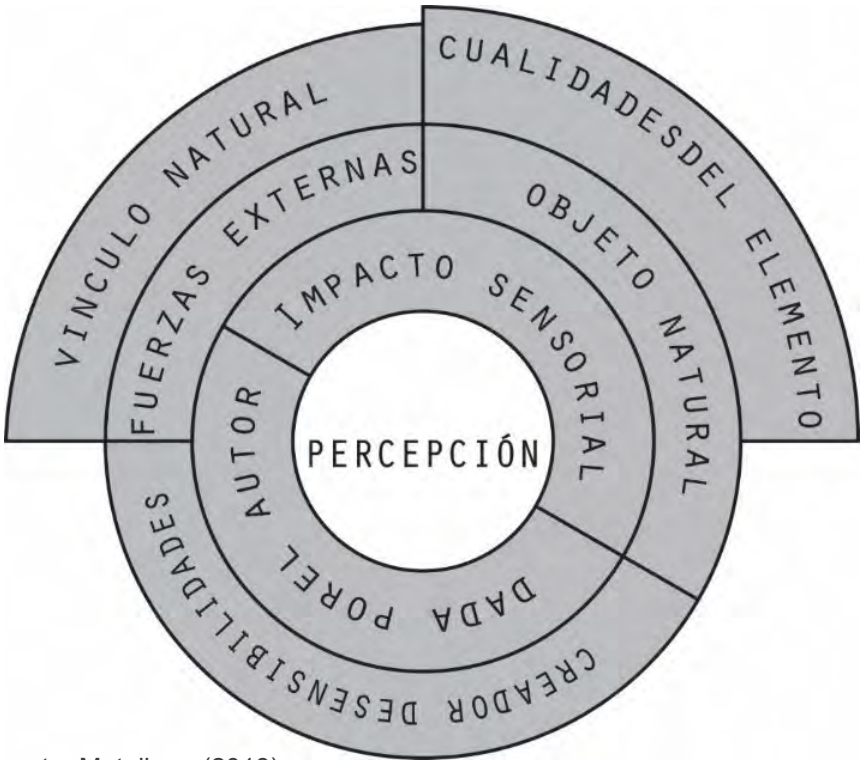
En el estudio llevado a cabo se omiten los principios compositivos básicos, usualmente usados en el diseño y distinguidos como elementos primarios en el campo de la formación en Arquitectura, tales como equilibrio, proporción, ritmo y simetría. En su lugar, se tratan nociones y enfoques considerados inusuales, aun cuando su implementación ha sido amplia y abundante, pero que exigen concepciones alternativas respecto al producto final que se presenta ante las personas interesadas. Dentro de dichos conceptos se encuentran percepción, sensibilidad, estética, forma y función, así como el espacio y el habitar (Matallana, 2020), los cuales se soportan en la combinación de procesos sensorio-perceptivos, capacidades de reconocer y valorar la belleza compositiva, y cualidades físicas y utilitarias, para lograr configuraciones espaciales armónicas integrales.

1.4.1 La percepción

La percepción corresponde a una noción estrechamente relacionada con el diseño dado que, en el proceso de observación de cualquier objeto por parte del usuario, este lo compara e interioriza de acuerdo con determinados impulsos originados por lo observado y que inciden en la forma como se interpretan las intenciones del diseñador. La percepción es considerada como una manifestación creadora, en la medida que su manifestación es producto de interrelaciones entre lo interno y lo externo de cada persona, en las que ha predominado históricamente la percepción visual desde el entendido que “la visión es el proceso

de acción del ojo” (Kepes, 1969, p. 81). Sin embargo, más allá de lo visual, la percepción permite asociar sucesos que han sido representativos como, por ejemplo, la contemplación de paisajes admirables o la celebración de momentos especiales en los que el análisis consciente o inconsciente de las características espaciotemporales permite forjar una conexión interna que emerge al observar, sentir o apreciar, por medio de diversos sentidos, una situación que presenta rasgos gráficos similares.

Figura 7
Esquema percepción.



Fuente: Matallana (2018).

En el proceso de observación, de forma inconsciente se evidencia el rol de la comunicación visual; ya que cada persona genera, organiza o utiliza diversas tipologías sensoriales y otorga diferentes significados sobre la imagen gráfica observada, razones por las cuales las sensaciones tiene la capacidad de producir incluso apariencias o frentes gráficos (Kepes, 1969;

Gay y Samar, 2007; Balbuena, 2014). Esta susceptibilidad generada ante la observación de un objeto produce en cada persona sensaciones satisfactorias o desfavorables frente a lo observado según las impresiones previas. Por lo tanto, el diseñador se transforma en un operador de las posibilidades implícitas en el producto, artefacto o edificación, de acuerdo con la aplicabilidad de la percepción visual por parte del usuario, la cual también puede ser complementada con otros tipos de apreciación como la olfativa y la táctil.

1.4.2 La sensibilidad

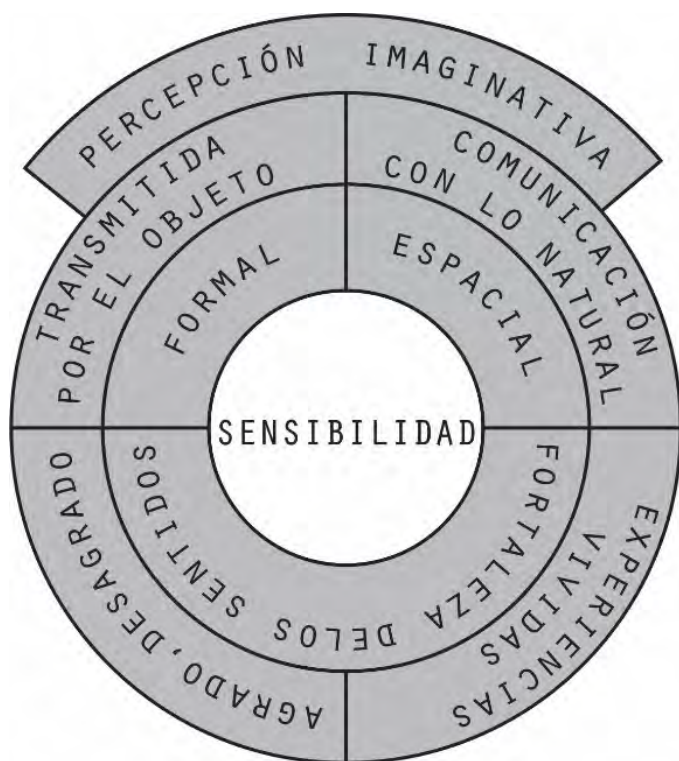
Aun cuando todos los sentidos del ser humano corresponden a la forma como el cuerpo se extiende y percibe la realidad, la vista afecta la susceptibilidad de cada persona y limita la percepción de otros sentidos. Al respecto, en el campo de la Arquitectura, si bien las experimentaciones que implican mayor sensibilidad están relacionadas con la aproximación del usuario a las edificaciones, dicho acercamiento no debe quedar condicionado solamente a la percepción formal, sino que debe ser complementado con el ingreso y recorrido por el inmueble, por el tacto y otros sentidos que permiten invocar los verdaderos fines del ejercicio profesional, la recuperación del vínculo entre las personas y el entorno (Pallasma, 2006), y la valoración de lo existencial de la espacialidad arquitectónica como espacio habitado, como aspecto esencial de la proyectación arquitectónica, dada su capacidad de articulación con formas emergentes de habitar que van más allá de la interpretación inicial de lo público o lo doméstico del habitar humano convencional a la simultaneidad de encontrarse en diferentes escenarios espacio temporales planteada prospectivamente por Heidegger (Tironi, 2021), y que ya es posible lograr por medio de herramientas digitales en espacios virtuales o de realidad aumentada.

Estos elementos materiales transfieren no solo energía sino también sentidos y significados que desea transmitir el autor o que apropia el usuario con su experiencia e interpretación propia, en la medida que la imagen puede generar afectación positiva o negativa, proliferación de edificaciones impresionantes

soportada en un diseño armónico o en una seducción mediada por el mercadeo, sin tener en cuenta su significado y su correlación con la existencia misma (Aísa, 2012). En ese contexto, la Arquitectura debe estar orientada a difundir una fundamentación y apropiación estético-emocional que guarden correlación con las condiciones evolutivas de la humanidad, respondan a las necesidades y aspiraciones físicas y espirituales de las comunidades que comparten el espacio habitado.

Figura 8

Esquema sensibilidad.



Fuente: Matallana (2018).

Así las cosas, la sensibilidad debe ser transferida por las edificaciones, tener la facultad para escudriñar dentro de los razonamientos que pueda tener el usuario y permitir la percepción intuitiva de la edificación, la valoración de su operatividad y la asignación de significados morales, éticos y artísticos.

1.4.3 La estética

El aspecto estético se encuentra estrechamente ligado al estado emocional generado por cada persona y se materializa inmediatamente de acuerdo con las relaciones espaciales y temporales que permean las vivencias; además, la diversidad de sus manifestaciones corresponde con la multiplicidad de expresiones en las que los sentidos proveen respuestas conscientes o inconscientes, y depende de la convergencia de los diferentes aspectos que hacen parte de la edificación, conjuntamente con la idea definida por el autor desde su propia representación.

Las obras arquitectónicas manifiestan de manera evidente una concepción estética asociada a dimensiones existenciales del ser humano, que expresan necesidades y aspiraciones, y que configuran sentidos, valores y significados (Vasilica, 2009). En este caso, la percepción estético emocional del observador es lo que, en cada situación particular, realza las características de una edificación o espacio habitado, incluso cuando el usuario no es completamente consciente de sus propiedades estéticas, pero las interioriza a través del significado que le otorga.

La estética puede ser asumida como una manifestación autónoma, tomando como punto de partida la postura del individuo que genera un juicio, tanto desde un razonamiento de carácter funcional, como en articulación con el entendimiento de conceptos que lo fundamentan (Kant, 1997). En ese sentido, resulta conveniente formalizar el papel que asume cada individuo al distinguir y contemplar un hecho arquitectónico, al sentirse motivado a otorgar un juicio valorativo de la belleza que irradia. De igual forma, la estética propuesta por Kant refleja la relevancia de establecer la diferencia que existe entre el placer que se siente producto de la consideración y admiración de algo bello, y el placer utilitario o moral asignado por circunstancias prácticas (Eljuri & Valbuena, 2009).

Lo anterior demanda que el usuario coexista y se integre con el hecho arquitectónico de manera imparcial y razonable frente a la multiplicidad de afinidades y beneficios asociados a las

características intrínsecas de la edificación o espacio construido, a los impulsos sensoriales que emergen de su condición pura; es allí, cuando puede surgir una percepción objetiva o ponderada, como condición de belleza de lo observado (Heidegger, 2000).

De otro lado, más allá de las propiedades de los objetos, la estética también se interpreta como una manifestación de relacionalidad entre el sujeto que percibe los estímulos de la realidad, el acto de contemplación y las respuestas inconscientes o conscientes que automáticamente ofrece; la cual puede ser expresada en términos de apreciación, actitud y experiencia, con sus respectivas particularidades (Gutiérrez, 2024). Por consiguiente, es posible establecer la valoración estética no como aquella que emana de la comprensión o de la sensibilidad, sino como un producto asociado a la aplicación autónoma y espontánea del discernimiento y la inspiración (Ministerio de Educación, 2018), considerando que su valoración corresponda a un acto reflexivo entre las creaciones naturales y las manifestaciones artísticas del ser humano, la predisposición y sus vivencias, la intuición y la apropiación consciente, los patrones socioculturales y lo sensorial (Maluenda, 2022).

Finalmente, las diferentes interpretaciones filosóficas, científicas y operativas de la estética se ven ahora permeadas por los desarrollos tecnológicos y los escenarios virtuales como el metaverso y su metarrealidad, con sus respectivas posibilidades ampliadas de simultaneidad y percepción de la realidad (Muñoz, 2023).

Figura 9
Esquema estética.



Fuente: Matallana (2018).

1.4.4 La forma

Al igual que lo estético dispone la condición en que el que individuo se aproxima a la interpretación de la forma, de acuerdo con Baker (1988), “la forma es el medio por el que se expresa la Arquitectura” (p. XVII). Los criterios para la configuración formal reúnen múltiples determinantes de carácter simbólico y obligatorio en la producción del hecho arquitectónico y sus diferentes componentes articulados en función de la satisfacción de necesidades o búsqueda de solución de conflictos.

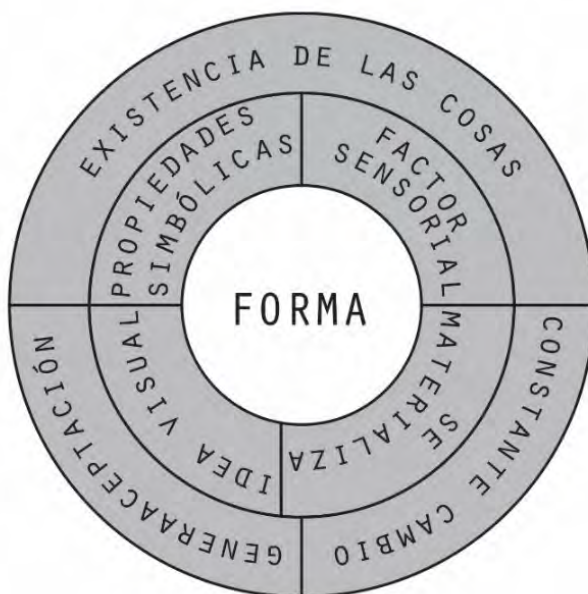
Las características formales de la edificación y el espacio construido conquistan al ser humano a través de los impulsos e intenciones que estos encierran desde su articulación con el entorno, tanto en lo que respecta a factores naturales como relieve, condiciones climáticas, asoleamiento y ventilación natural, como con elementos antrópicos de infraestructura vial y de soporte, edificaciones y espacios construidos existentes.

También, intervienen en el proceso aspectos visuales, auditivos, táctiles y olfativos, asociados a colores y texturas, materiales y procesos constructivos, solidez y levedad, tamaños y proporciones, así como sus múltiples combinaciones.

Habitualmente, se atribuye relevancia a la forma arquitectónica, dado que regularmente los hechos arquitectónicos se materializan con su ayuda. Al mismo tiempo, la forma no es necesariamente estática; puede cambiar en el tiempo o tener la capacidad de transformación instantánea, todo ello de acuerdo con las intenciones, capacidades creativas y posibilidades tecnológicas con que cuenta su autor, así como las determinantes políticas y económicas, sociales y culturales que hacen parte de cada momento histórico.

La concepción formal regularmente cuenta con una fundamentación simbólica que le otorga aprobación y vigencia, la cual se articula con condiciones utilitarias que circunscriben su operatividad, todo ello con el fin de plasmar una imagen cargada de matices y significados, de simbolismos e intenciones sensoriales. De esta manera, la forma como semblante representa o permite expresar la presencia y comportamiento de los objetos (CEDAC, 1983) a modo de marco, silueta, perfil o rasgos que configuran la materialidad de los hechos arquitectónicos en término de extensión, tamaño, longitud, altura y profundidad, entre otros aspectos, los cuales hacen que la edificación tenga aceptación dentro cada situación o condición espacio temporal.

Figura 10
Esquema forma.



Fuente: Matallana (2018).

1.4.5 La función

Si bien la forma es un importante atributo sobre el cual debe trabajar el autor con esmero para explorar circunstancias de modo, tiempo, lugar y significado, también es esencial cuestionarse sobre la utilidad de la edificación. Es allí cuando toma relevancia el concepto de función para incidir, de manera directa o indirecta en las características formales y su correlación con la operatividad del hecho arquitectónico.

Se considera que “el arquitecto piensa en ambos, pero solo la forma se concretiza y por ello pone sobre ella más atención y dedicación” (Fracalossi, 2016, 30 de junio), como cualidad que se cristaliza y despliega su incidencia de espacios cuya funcionalidad puede ser adaptativa, temporal o circunstancial. Al mismo tiempo, otros consideran que “la utilidad es atribuida a la función utilitaria del objeto arquitectónico como su principal razón de creación al servicio del ser humano y de las necesidades reales de la comunidad...” (Mosquera, 2012, p. 65).

Los argumentos presentados reflejan que la esencia del hecho arquitectónico corresponde a la prestación de diferentes servicios a los usuarios, de acuerdo con sus necesidades, motivaciones y pretensiones, así como a la capacidad de adaptación a las condiciones cambiantes del entorno. De esta manera, la característica programática de la obra complementa sus particularidades formales y la diversidad de percepciones sensoriales que esta motiva, teniendo en cuenta que la misma función también puede ser cambiante y flexible.

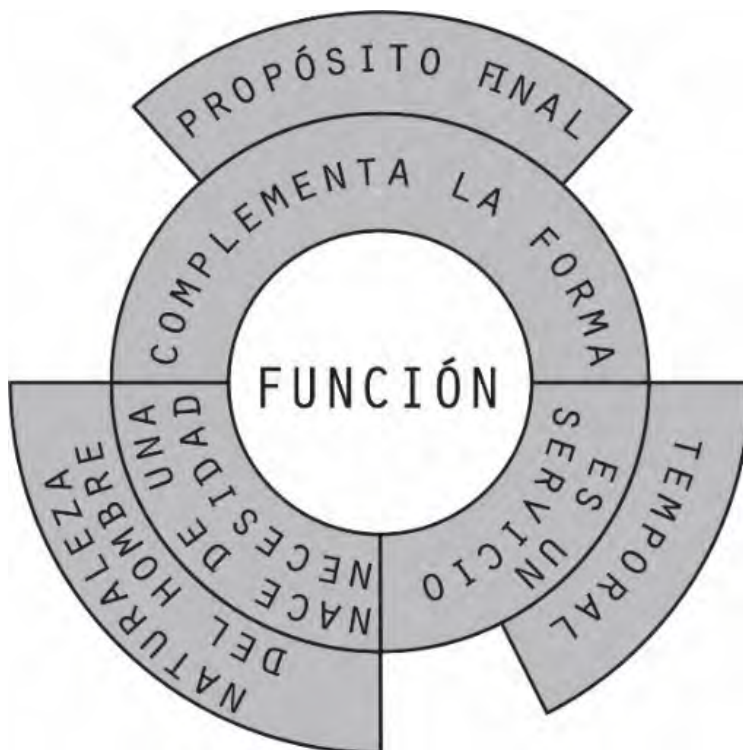
Vasilica (2009) hace referencia a Sócrates quien, sobre la base de una fundamentación utilitaria asociada al proceso de contemplar cualquier objeto, sostenía que “una cosa es bella cuando resulta adecuada a su uso” y que “la casa más bella es aquella que nos proporciona el abrigo más placentero y en la cual podemos guardar tranquilamente nuestras posesiones” (p. 8). Así, la percepción de cuan hermosa es una obra se supedita a su uso y aplicación en función de los servicios que provee a los usuarios a lo largo del tiempo. No obstante, la autora también considera que

(...) la Arquitectura no se reduce a un problema de función, aparece también como un modo posible de exploración de lo suprasensible: por medio de los reflejos en los elementos del mundo físico, de su reverberación iluminadora de sentidos en la percepción individual y en la memoria colectiva. (p. 9)

En ese sentido, para lograr un diseño arquitectónico fructífero y profuso, Zumthor (2009) declara que las características deben guardar coherencia intrínseca “Ya no pueden separarse forma y construcción, aspecto y función; se pertenecen mutuamente y configuran un todo (p. 24).

Lo enunciado ratifica el rol de la función arquitectónica en articulación con los aspectos que activan los sentidos al hacer uso de la edificación, al recorrer y reconocer sus particularidades, al evocar su conjunción con los usuarios y la aprobación que estos le otorguen.

Figura 11
Esquema función.



Fuente: Matallana (2018).

1.4.6 El espacio

Teniendo en cuenta que la función depende de múltiples circunstancias cronotópicas que puede ofrecer el contenedor, el espacio se configura como un aspecto fundamental que permite la operatividad de la existencia misma. Calduch (2001) afirma que, de manera espontánea, se suele considerar al “espacio como algo previo a las cosas que se encuentran en él” (p. 13), consideración que permite interpretar la espacialidad desde el vacío aprovechable dentro de las edificaciones o desde lo que puede ocupar cualquier representación de la materialidad.

No obstante, la espacialidad también corresponde a un parámetro “abstracto, matemático, de puras relaciones lógicas, capaz incluso de desarrollarse en múltiples dimensiones

que no se pueden imaginar con los medios del espacio físico tridimensional” (Calduch, 2001, p. 14). Esto hace referencia a espacios configurados por el ensueño y la fantasía, por las habilidades del diseñador de moldear nuevas representaciones intangibles. Es aquí donde la virtualidad y las nuevas tecnologías están generando cambios sustanciales sobre las posibilidades de lo que corresponde a la concepción del espacio como elemento proyectual.

Paniagua & Roldán (2014) consideran que “la Arquitectura no es espacial porque está en el espacio, sino porque configura lo espacial mediante la materia” (p. 127), en tanto permite recrear las características espaciales por medio de la morfología arquitectónica, incorporar en el espacio diversas características y connotaciones, configurar manifestaciones explícitas y aprehensibles para sus finalidades.

Figura 12

Esquema espacio.



Fuente: Matallana (2018).

Finalmente, es tarea propia del ejercicio profesional de la Arquitectura desarrollar la capacidad de percepción espacial multidimensional; de proyección de ideas con recreación imaginativa física y virtual; de configurar delimitaciones espaciales dispuestas para diferenciar, articular o complementar diferentes espacios, todo ello con el fin de lograr aproximaciones efectivas para obtener, con la mediación del espacio, la satisfacción de las necesidades y el desarrollo de las actividades del ser humano en su hábitat.

1.4.7 El habitar

La multiplicidad de posibilidades de percibir y establecer atributos estético emocionales, así como la diversidad formal, operativa y espacial de la Arquitectura, permean no solo las intenciones del diseñador, sino las aspiraciones de cada individuo de manifestar sus deseos cotidianos, insólitos o extraordinarios, todos ellos relacionados con la acción de habitar. Al respecto, según Mosquera (2009): “los procesos de diseño encuentran su principal fuente de inspiración en la manera cómo las personas se apropian de su medio natural para ser transformado y empleado, de manera consciente, en el uso de una actividad humana” (p. 36). Es por ello que adquiere mayor relevancia la conjugación de atributos que permitan hacer uso efectivo de las obras, ofreciendo diversas perspectivas para integrar dinámicas individuales y colectivas, públicas y privadas, administrativas y comunitarias; como aspecto que permite generar interrelaciones armónicas del ser humano con el entorno.

Para Heidegger (1994), habitar corresponde a la finalidad del acto de construir. De igual forma, Aísa (2012) sostiene que “El construir pertenece al habitar” (p. 12), razón por la cual la acción de habitar debe ser considerada como aquella que permite comprender e interpretar adecuadamente la esencia del ejercicio profesional de la Arquitectura de contribuir a la configuración de una relación integradora del ser humano y la naturaleza. En ese sentido, además de las actividades proyectuales es necesario contemplar, de acuerdo con Mosquera (2009) “los esquemas mentales de organización espacial que (...) materializan una

determinada forma de representación societal y forman parte de su identidad como grupo” (p. 41), dado que “Sólo los hombres pueden habitar. Habitar es un arte. Únicamente los seres humanos aprenden a habitar” (Illich, 1985, citado por Matallana, 2018, p. 31).

Figura 13
Esquema habitar.



Fuente: Elaboración propia a partir de Matallana (2018).

Habitar implica la interpretación de la subjetividad individual e intersubjetividad sociocultural del ser humano como síntesis de la convergencia de diversas ciencias (Choza y Arregui, 1992), mientras que los procesos formativos relacionados con su abordaje están respaldados por nociones filosóficas como la fundamentación antropológica de la educación propuesta por Bollnow y Langeveld en la que esta se asume como un proceso versátil y pertinente en el que subyace la concepción histórico-cultural y relativa del ser humano (Runge, 2009) o la aproximación

fenomenológica de Rapoport sobre las circunstancias biológicas, políticas y socioculturales, cuya carga ideológica y simbólica condicionan y repercuten en el comportamientos del ser humano como integrante de grupos sociales específicos (Ruiz, 2021).

De esta manera, la acción de habitar incorpora una visión integral de las nociones conceptuales priorizadas, así como los demás conceptos que hacen parte del diseño arquitectónico como proceso que refleja la diversidad de relaciones espacio temporales del ser humano en el entorno.

Figura 14
La visión integral del habitar.



Fuente: Elaboración propia (2024).

De esta manera, se reafirma que el concepto habitar es inherente al ser humano y se encuentra estrechamente ligado al uso y disfrute del entorno natural, de las edificaciones y espacios contruidos. Por lo tanto, se configura como la actividad integradora de mayor relevancia que posibilita, no solo la transformación positiva de las áreas antropizadas, sino la protección y conservación de los elementos naturales y contruidos que son parte de espacio habitado. Así, la noción de habitar guarda correspondencia con la acción de creación, de construcción de entornos que permiten la satisfacción de necesidades individuales, de relacionamiento colectivo y comunitario, de co-creación y otorgamiento de significados.

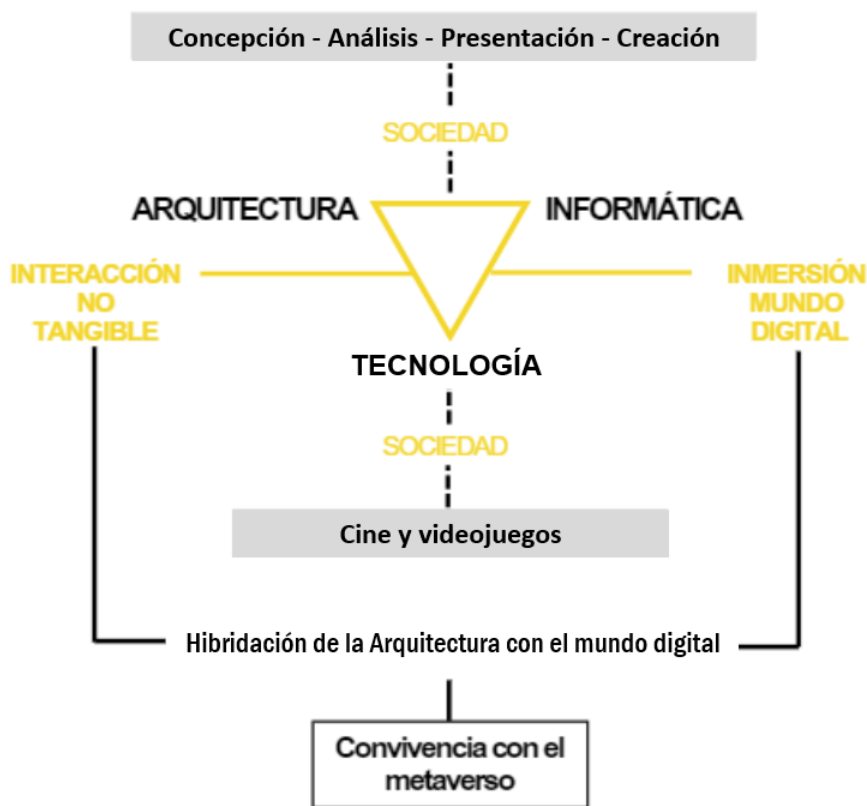
Adicional a lo expuesto, más allá del espacio habitado físicamente, las herramientas tecnológicas ofrecen nuevas maneras para la convivencia en el espacio habitado y el espacio percibido desde la digitalización, así como la posibilidad de asimetrías socioespaciales que pueden restringir las facultades para la experimentación de espacios que trascienden los atributos físicos y virtuales, y que exigen una interpretación del metaverso dentro del campo de acción de la Arquitectura (Benavides, 2024).

Los adelantos obtenidos en el proceso de digitalización del proyecto arquitectónico se articulan con avances y transformaciones producidos por la innovación tecnológica en aspectos, tales como internet de las cosas, *blockchain* o criptografía de cadena de bloques, Big Data, robótica, redes de datos, energías limpias, realidad aumentada e inteligencia artificial. De esta manera, el sistema tecnológico ha pasado de ser un componente estructurante de lo económico y la economía digital para convertirse en un escenario que hace parte de la existencia humana, permea las condiciones de habitar y rebasa las aproximaciones disciplinares, hasta tal punto que el surgimiento del metaverso incide en la hibridación de las maneras de concebir y experimentar el espacio habitable.

La interpretación de la práctica arquitectónica en escenarios virtuales permite asumir al modelado digital como un ambiente

o hábitat que se apropia virtualmente a través de un avatar y al que se accede desde la transmutación de la realidad física a una relación conectada en la que el diseño arquitectónico configura espacios convergentes físico-virtuales (Ríos-Llamas, 2022) que permiten la presencia simultánea del ser humano desde diferentes aproximaciones reales y simbólicas, fenomenológicas e imaginarias.

Figura 15
Conceptualización del metaverso.



Fuente: Benavides (2024, p. 89).

1.5 El proyecto de investigación

Las realidades del mundo contemporáneo exigen que la investigación sea un componente esencial para el desarrollo de cualquier relación del ser humano en el espacio habitado.

Al respecto, la sociedad del aprendizaje (learning society) hace referencia a una estructura en la que la obtención de conocimiento no se limita espacialmente a los establecimientos de educación, ni se restringe temporalmente a procesos formativos secuenciales (UNESCO, 2005), dado que la creciente complejidad del mundo demanda un aprendizaje continuo para una sociedad del conocimiento (knowledge society), representado en “necesidad de aprender a aprender, aprender a ser, aprender a desaprender, aprender a vivir, aprender a convivir, aprender a servir y aprender a disfrutar a lo largo de toda la vida” (Zuluaga et al., 2013).

Figura 16

La investigación formativa y el aprendizaje.



Fuente:(Zuluaga et al. 2013).

El proyecto arquitectónico, como un proceso investigativo, ha sido tratado de tiempo atrás por teóricos de la educación en esta profesión, tanto que existen variadas propuestas acerca de métodos entendidos como procedimientos enseñables, aprehensibles, repetibles y comunicables, para resolver desde el campo científico la ansiedad; pasando por la depresión, o incluso hasta un problema de diseño, a partir solo de la inspiración (Rodríguez, 1989). Esta situación genera la incógnita sobre si la proyección en Arquitectura puede idearse y ejecutarse como un proceso de investigación, que finalmente genere conocimiento controlado y sistémico (Jiménez, 2003).

Son variados los métodos propuestos para tratar el proyecto arquitectónico desde el punto de vista formativo o desde una concepción de carácter investigativos que, si bien puede y debe estar acompañada de intuición, especulación, imaginación y creatividad, pretende resolver un problema espacial, funcional, estético o emocional. Iniciar el proceso con la problematización para conceptualizar y lograr lanzar una hipótesis que permita planificar una contextualización al determinar funciones, escalas, estructuras, formas, materiales, tecnologías para lograr representar la posible solución, es solo una de tantas propuestas de hacer Arquitectura con el suficiente rigor que permita considerarla como un procedimiento fundamentado.

En ese sentido, el asunto es de tal importancia, que Barney manifiesta cierta preocupación por la cantidad de nuevos arquitectos que son formados “como si todos fueran a crear obras de arte. No se enseña, sino que se asesora” (Barney, 2011, citado por Martínez, 2013, p. 60). Dentro de estas conjeturas y teniendo en cuenta que la presente obra no pretende generar una metodología proyectual, se presenta a continuación una aproximación metodológica del proceso investigativo que se aplica al proyecto de investigación en Arquitectura, con el fin de proponer una postura alternativa de la secuencialidad tradicional de los diferentes componentes del diseño, basada en una aproximación dialógica fundamentada en las diferentes formas de simultaneidad y discontinuidad que se presentan a partir de la experiencia profesional.

Desde el punto de vista de la secuencialidad que se propone a nivel metodológico, el proceso de diseño se lleva a cabo a través de las siguientes fases: valoración previa, problematización, diagnóstico situacional, proyectación, ejecución, seguimiento y ajustes, para nuevos desarrollos.

Figura 17

Fases del proceso de diseño.



Fuente: Elaboración propia (2024).

1.5.1 Valoración previa

El asunto de diseñar en Arquitectura debería ser la solución a un problema y este debería tratarse con el rigor de un proceso científico, que debe ser deducible y demostrable, evitando el vacío que genera la indigna calificación de nuestro trabajo como la elaboración de un muñeco o un sketch (Martínez, 2013). Como todo proceso científico, en el ejercicio de la Arquitectura se requiere partir de un prediagnóstico en el que se aborda la problemática a través de una pregunta acerca de las posibilidades para lograr una adecuada habitabilidad o uso de un espacio. El camino correcto para responder de la mejor forma es el método científico (Tamayo, 1999), en la medida que faculta la generación de dinámicas intelectuales y creativas a partir de la abstracción, estimación del conocimiento previo y valoración de la iniciativa desde un punto de vista de viabilidad económica y voluntad del usuario o del contratista para la realización del proyecto.

1.5.2 Problematicación

La identificación práctica de la problemática debe confluir en la formulación teórica de los conflictos centrales con sus respectivos elementos conceptuales clave, sus causas internas sobre las que el diseñador tiene injerencia directa y sus causas externas que condicionan el proceso de diseño, sin que el arquitecto las pueda modificar. La adecuada formulación del problema sirve de base para el planteamiento de objetivos orientados al ejercicio arquitectónico y complementados con los conocimientos a aplicar para asegurar la utilidad social del proyecto. También actúa como soporte para la elección del enfoque metodológico y los instrumentos de recolección y análisis de la información, la aplicación de dichas herramientas, la interpretación y priorización de las bases conceptuales y condicionantes del entorno; la experimentación y diseño.

La importancia de la problematicación radica en que relaciona las necesidades o requerimientos presentes en un contexto específico con los aspectos teóricos conceptuales representados en líneas argumentativas, relevancia y pertinencia, causas y afectaciones. Al realizar el planteamiento del problema, como uno de los aspectos iniciales, es vital la conducción hacia un proceso de análisis de funciones a desarrollar en el espacio o los espacios a resolver (Zantonyi, 1993).

1.5.3 Conceptualización

En esta fase se lleva a cabo la recopilación y el análisis de la información relacionada con la problemática y temática del trabajo, el tipo de proyecto, las tendencias arquitectónicas, que pueden servir de orientación y las leyes y normas generales que lo soportan. Se efectúa la organización y sistematización de la información recopilada y la definición de aspectos clave en cuanto a teóricas, conceptos tendencias de diseño y normas que fundamentan el proyecto.

Una de las formas utilizadas habitualmente para definir y estructurar las teorías y conceptos, enfoques y tendencias que fundamentan el trabajo, corresponde a su representación

gráfica por medio de mapas mentales, esquelas o mentefactos, por medio de los cuales se describe la ubicación sistémica del objeto de estudio que permite llegar a este desde una visión general del entorno arquitectónico o urbanístico y terminar con la definición concreta de elementos y características del proyecto objeto de estudio de acuerdo con las fuentes teóricas.

A manera de ejemplo, si la representación se realiza por medio de un mentefacto, este debe contener una aproximación al tipo de proyecto que se pretende realizar visto como sistema, y a su alrededor debe reflejar a) el o los suprasistemas en los cuales está contenido el tipo de proyecto, b) los sistemas o tipos de proyecto que hacen parte del suprasistema, pero que son diferentes al sistema o tipo de proyecto que se pretende realizar, c) las características del sistema o tipo de proyecto a realizar y d) los subsistemas o elementos del proyecto que se pretende abordar como base para la formulación.

1.5.4 Contextualización

Desde muchas posiciones se argumenta la imperiosa necesidad de considerar al proyecto arquitectónico profundamente articulado a las características naturales, la cultura, las condiciones sociales, económicas y políticas, así como los adelantos tecnológicos disponibles y que conforman el contexto en el cual se implantará la obra producto del proceso de diseño.

El calentamiento global y el debate sobre la sostenibilidad obligan a pensar la Arquitectura como un ejercicio lógico, conexo con la realidad ambiental para construir construyendo y no destruir al construir. Por su lado, las intersubjetividades del ser humano exigen la aproximación dialógica desde diversas percepciones y motivaciones e intereses. Además, no es correcto pensar en diseñar edificaciones sin abordar el análisis tectónico- constructivo adecuado para el entorno y sus particulares características, denominado como la “sustancia”, por el investigador mexicano (Yáñez, 1994).

Esta fase comprende la recopilación y el análisis de la información asociada a las condiciones del municipio (en

escalas de aproximación macro y meso) y el sector a intervenir (escala de aproximación micro), se define su estado actual en cuanto a los conflictos de uso y las potencialidades, se efectúa la clasificación cuantitativa o cualitativa de la información recopilada y la definición de los elementos estructurantes que determinan los aspectos positivos y negativos más importantes del lugar de intervención. Se complementa con matrices diagnósticas de correlación de variables o herramientas analíticas similares, tales como matrices FODA o matrices de potencialidades y conflictos.

1.5.5 Proyección

En esta fase, a partir de los elementos estructurales de las fases anteriores, se determinan los objetivos estratégicos (a partir de la fase de conceptualización) y las estrategias de diseño (a partir de la fase de contextualización). Después de identificar los factores más relevantes del diagnóstico, se procede a su sistematización para la fase propositiva mediante la implementación de matrices propositivas a partir de las potencialidades y conflictos o de matrices analíticas de formulación de estrategias (MAFE), utilizando las fortalezas y oportunidades para eliminar o mitigar los efectos negativos de las debilidades y amenazas. A continuación, se determinan los elementos básicos de la fundamentación del diseño: el modelado y la experimentación, la lógica proyectual, el esquema básico y su posterior evolución a los planteamientos definitivos del diseño el cual puede ser complementado con detalles arquitectónicos, constructivos o urbanísticos, según el caso. Cada aspecto se somete a retroalimentación, ajuste y reformulación, para finalmente obtener el proyecto definitivo en cada uno de sus componentes.

1.5.6 Ejecución

La ejecución corresponde a la materialización de la obra arquitectónica y, generalmente, se lleva a cabo una vez se hayan culminado las fases anteriores. No obstante, casos como el de la construcción de Brasilia han demostrado no solo la genialidad del arquitecto, en este caso Oscar Niemeyer, sino también la simultaneidad de proceso proyectual y constructivo, en la

medida que muchas de las edificaciones emblemáticas de la capital brasileña fueron diseñadas y construidas prácticamente al mismo tiempo.

1.5.7 Seguimiento

El seguimiento comprende la verificación, control y vigilancia del cumplimiento de la ejecución del proyecto en cada uno de sus componentes y faculta la realización de estrategias y actividades de orden preventivo y correctivo, la optimización de la efectividad y el fortalecimiento del proyecto arquitectónico.

1.5.8 Ajuste

Los ajustes son indispensables para asegurar el mejoramiento continuo y se llevan a cabo durante todo el proceso a través de la retroalimentación de cada fase y actividad, de la sistematización de aciertos y desaciertos y de la incorporación de modificaciones tendientes a optimizar el ejercicio de la Arquitectura en cada proyecto.

1.6 La lógica/dialógica arquitectónica

En lo que respecta a la lógica/dialógica arquitectónica, la intención de ejercer la Arquitectura bajo el esquema aparente de una profesión liberal, donde el diseñador o proyectista es autónomo en el proceso de su creación, nos devuelve al pensamiento humanista en cuanto la teoría epistemológica parte del arte. Se considera entonces que el producto es una obra única, idea que, al no hacerla comparable con un ídem, la separa del concepto en el que se considera a la Arquitectura como un ejercicio que busca ser eficiente, o sea, una Arquitectura lógica y la incorpora a ejercicios que pueden generar diferentes emociones y sensaciones sin la obligación de un uso estrictamente definido, es decir, una Arquitectura dialógica.

Este tema de la lógica en Arquitectura ha sido definido “como la ciencia del pensamiento cultural que se dedica al estudio de las leyes que rigen dicho pensamiento”, según el profesor León Távara, que se apoya en que una propuesta sin significado es absurda, dado que no resiste un análisis crítico (Távara, 2016).

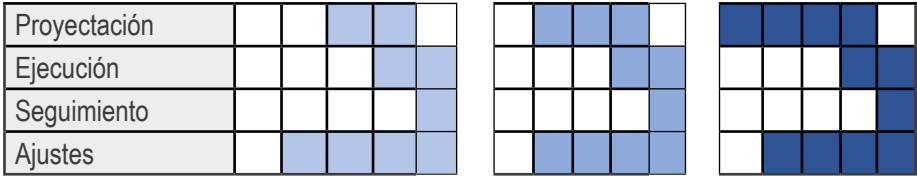
Dentro de la lógica arquitectónica, el modelo deductivo parte del argumento de la unidad formal como el elemento que configura un proyecto. Esta premisa invita a evitar la improvisación en el diseño, a mostrar coherencia entre los componentes que lo conforman, evitando generar signos contradictorios, ya que, al ejecutar su construcción, el ensamble lógico de cada uno de sus componentes los hace inseparables. Un buen ejemplo del razonamiento deductivo en el área arquitectónica son los cinco puntos para una nueva Arquitectura de Le Corbusier.

Por su lado la dialógica invita a la alteración de la secuencialidad, a la combinación de aspectos disímiles y aparentemente incompatibles, a la simultaneidad de fases y acciones del proceso proyectual. Estos planteamientos divergentes terminan por despertar las siguientes incógnitas: ¿El diseño, como expresión de sensibilidad, tiene una explicación conceptual o fundamento contextual?, ¿la conceptualización condiciona al diseño o es condicionada por la contextualización?, ¿es correcto basarse en la espontaneidad inspirativa a la hora de crear Arquitectura desde la experiencia previa?

De acuerdo con lo enunciado, la secuencialidad del proceso se encuentra condicionada al grado de experiencia del arquitecto en su formación y desarrollo profesional, teniendo en consideración que en el marco de poca experiencia priman los aspectos lógicos de la secuencialidad, mientras que a medida que se adquiere mayor experticia toma relevancia la dialógica de la simultaneidad.

Tabla 1
Lógica/dialógica del proceso del ejercicio de la Arquitectura

Fases	Experiencia														
	Escasa					Mediana					Alta				
	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5
Valoración															
Problematización															
Conceptualización															
Contextualización															

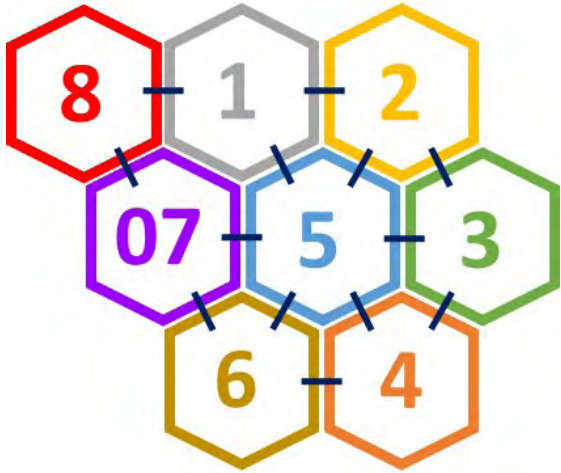


Fuente: Elaboración propia (2024).

De esta manera, las fases metodológicas secuenciales adquieren cualidades de simultaneidad y discontinuidad en las que convergen relaciones de interdependencia y complementariedad dialógica.

Figura 18

Simultaneidad y discontinuidad del proceso de diseño.



Fuente: Elaboración propia (2024).

1.7 Enfoques estratégicos de la Arquitectura

1.7.1 La complejidad y transdisciplinariedad de la Arquitectura

La expresión “sistema” es muy antigua. Tal vez desde que Immanuel Kant en su Crítica a la razón pura, teorizó acerca de cómo el mundo es un grupo de sistemas continuos que están interactuando; más tarde, se define la Arquitectura como el arte

de construir sistemas (Montaner, 2008). Un sistema, según la RAE, es un “conjunto de elementos que relacionados entre sí contribuyen a determinado objetivo”, de donde el sistema es un escenario de múltiples variables en el que se pretende un objetivo específico, siguiendo distintos procedimientos.

Los sistemas se han utilizado por la ciencia como técnicas de análisis basados en metodologías e instrumentos que permiten obtener conclusiones confiables; de manera que la forma como se diseña y construye una edificación cabe dentro de lo que se entiende como una dinámica sistémica de diferentes componentes, que abarcan desde el diseño de la cimentación hasta los acabados de cada espacio.

La semiología, como la ciencia que estudia los símbolos que sirven de base a la comunicación entre humanos, profundiza y contribuye al proceso de agrupación de símbolos en un sistema que a su vez genera sistemas de comunicación. De manera similar, incentivado por Charles William Morris, Ludwing von Bertalanffy planteó la necesidad de observar los sistemas como una relación de variables complejas en donde la variación de cualquier elemento cambia todo el sistema, y no solo como una serie de componentes particulares caóticos en su funcionamiento. De allí la diferencia entre sistemático y sistémico, donde el primero pretende comprender el problema desde la comprensión de sus partes y el segundo intenta comprender el problema desde la compleja relación de patrones de sus componentes (Bertalanffy, 1976).

Así las cosas, el ejercicio del diseño arquitectónico al incluir una enorme cantidad de variables, se convierte en una acción compleja que cabe dentro de lo sistémico y el facilismo con que los teóricos de la profesión reducen la disertación del acto arquitectónico a un problema puramente morfológico, dejan de lado el responder por la diversidad de requerimientos que exige el buen ejercicio de este arte.

De manera antagónica al reduccionismo, surgen los modelos teóricos para intentar descubrir el verdadero significado del ejercicio arquitectónico mediante la comprensión de la

complejidad sistémica aplicada a la Arquitectura. De esta forma, se logró plantear un método de análisis para definir - desde un punto de vista lógico- la razón de ser de una edificación como un proceso de carácter objetivo y no como un capricho inspirado en la subjetividad de arquitecto diseñador.

1.7.2 Arquitectura y complejidad

El término complejidad está relacionado con la condición de complejo. El origen etimológico procede del latín *complexus* como conjugación en pasado del vocablo *complecti*, cuyo significado es enlazar. De allí que se entienda complejidad como un concepto de interrelación entre varios elementos.

La Teoría de la complejidad de Edgar Morín debe ser observada desde la epistemología, como un conjunto de entidades hipotéticas con dilucidaciones tanto causales como funcionales (García, 2006). Desde la perspectiva del observador común, la complejidad está relacionada con los sistemas complejos y se entienden como una serie de operaciones sencillas que, al interrelacionarse entre cada una de ellas, se hacen complejas y no se muestran claras a primera vista. Es necesario estudiar su comportamiento individual y en conjunto para comprenderlos.

Actualmente, se encuentra en boga la aplicación de la teoría en diferentes campos, lo que ha producido una serie de nuevas teorías y sub teorías relacionadas entre sí, generando de manera dinámica una gran cantidad de conceptos tales como la auto semejanza, el indeterminismo, la no-linealidad, el azar y el caos, entre otras.

Al tratar la complejidad desde un acercamiento a la realidad sin simplificarla, se ha encontrado una enorme afinidad con la naturaleza y el ser humano a través de las ciencias que los estudian. Estos dos elementos, básicos en la Arquitectura, han obligado a introducir el ejercicio de la complejidad en temas como la conducta de las formas en el comportamiento espacial.

Robert Venturi, fue uno de los primeros teóricos que resaltó la complejidad de la Arquitectura desde su posición dialéctica con el modernismo. Mediante el análisis profundo de variados

ejemplos en su historia, demuestra cómo la forma en Arquitectura es compleja y sentencia “La Arquitectura es necesariamente compleja y contradictoria, por el hecho de incluir los tradicionales elementos vitruvianos de comodidad, solidez y belleza” (Venturi, 1966, citado por Santamarina, 2019, p. 184), aduciendo que es definitivamente complejo solucionar proyectualmente esos tres requisitos sin generar tensiones.

A través de la historia, la Arquitectura ha acogido los conceptos y las ideas de las ciencias naturales. La estrecha relación de la actividad proyectual y constructiva con la naturaleza y su comportamiento se potenció con el diseño asistido por computador, al agregar al ejercicio arquitectónico elementos de carácter paramétrico y algorítmico, lo que amplía la posibilidad de acercarse a una visión más científica de lo natural, incrementando así la complejidad de la misma.

De hecho, cualquier composición arquitectónica genera en su análisis posiciones tanto ambiguas como contradictorias, lo que conlleva el reconocimiento del paso de lo simple a lo complejo, dejando de lado antiguos preceptos o modelos para explorar nuevas metodologías que obligan a repensar la dicotomía del espacio al insertar el ejercicio de la Arquitectura en el campo de la ciencia y su intrínseca complejidad (Castellanos, 2015).

Las nuevas técnicas y materiales de construcción, los exigentes requerimientos de sostenibilidad, la interrelación dinámica de los procesos complementarios como los cálculos técnicos, la domótica o la inmótica, exigen reflexionar sobre la complejidad del proceso contra lo pintoresco del simplismo.

La complejidad de las dinámicas presentes en el territorio exigen una interpretación sistémica de la Arquitectura en la medida que esta se interrelaciona y complementa con múltiples disciplinas y profesiones desde aspectos relacionados con el diseño, la construcción, el urbanismo y la planificación; todo ello enmarcado en nociones paradigmáticas derivadas de la complejidad tales como emergencia y autoorganización, autosimilitud y fractalidad; en correspondencia con innovaciones tecnológicas como la parametrización en diferentes escalas de

aproximación al territorio (Bernasconi, 2014).

De acuerdo con Mosquera (2007), el campo disciplinar de la Arquitectura debe contemplar transformaciones en las representaciones que configuran las relaciones espaciotemporales, en el espacio conscientemente habitado y debe dar respuesta a los cambiantes requerimientos del entorno; para lo cual debe ser vista a través de los sistemas complejos adaptativos, de las diversas dinámicas asociadas a las potencialidades y conflictos de uso del territorio:

desde un punto de vista de la totalidad (ontológica y epistemológica) que nos permita investigar cómo se refleja en los diferentes componentes del territorio y de los hechos arquitectónicos, las categorías global/local y local/global y la relación ser humano – naturaleza – universo. Hablamos, entonces, de un sistema socio ambiental relativizado, en la medida que asumimos la unidad del ambiente natural y antrópico como un todo que refleja lo que, de manera individual o colectiva, el ser humano ha construido-deconstruido y formado-deformado. (p.10)

De esta manera, lo complejo de la Arquitectura es fundamentalmente un desafío del proceso de enseñanza - aprendizaje sobre la descripción e interpretación disciplinar, sobre la posibilidad de incrementar la concepción de nuevas estructuras teóricas que posibiliten una amplia y diversa interpretación de la realidad (Obón, 2017).

1.7.3 Arquitectura como transdisciplina

Es necesario asumir los complejos procesos en los que está inmerso el quehacer del arquitecto y para ello es necesario tener en cuenta que “La Arquitectura depende, al menos en parte, de otras disciplinas y profesiones para aportarle los conocimientos necesarios para el diseño, la planificación, la construcción y la gestión del entorno construido (y en parte natural)” (UNESCO-UIA, 2002, p. 19).

De acuerdo con Mosquera (2009), la Arquitectura es una disciplina:

cuyo objeto de estudio es el espacio-tiempo-consciente, representado en el arte de generar objetos y transformar espacios, como formas sociales de representación y comunicación, las cuales, a partir de una reflexión ética, humanística y social, permiten optimizar la realización de las diversas actividades humanas, al mismo tiempo que proporcionan placer estético y emocional, desarrollan espacios, objetos y ambientes armónicos (configuraciones principalmente espaciales de representación social) y hacen más atractivas y útiles las áreas de convivencia, de trabajo y recreación, en una respuesta coherente con las necesidades del entorno. (p. 47)

A partir de la concepción anterior, la Arquitectura se admite como una manifestación íntimamente ligada a todas las actividades sociales del ser humano y al desarrollo incesante de las disciplinas científicas. Esta reflexión precisa abordarla desde una noción articuladora a partir de la cual se logra establecer su interacción con diferentes fuentes teóricas como la antropológica, la Ecología, la Física, la Sociología, la Psicología y otras ramas del conocimiento científico, tanto de las ciencias sociales como de las ciencias humanas.

Así, la aproximación humanística de la Arquitectura está relacionada con el concepto de estudio de lo humano o de lo concerniente con el ser humano y se sustenta epistemológicamente en aquellos saberes que tengan en éste su objeto de estudio, tales como la Antropología o saber que permite estudiar al hombre y su historia como ser individual; la Sociología, en cuanto se enmarca en el estudio del hombre dentro de sus comportamientos en sociedad; la Psicología, la Economía y la política, las cuales se inscriben dentro de los conocimientos propios de las ciencias sociales. A su vez, los hechos arquitectónicos se apoyan en aquellos saberes como la Filosofía y la Historia, correspondientes a los conocimientos propios de las ciencias humanas.

Particularmente, la articulación de la Arquitectura dentro del campo de conocimiento de las ciencias sociales reconoce la

necesidad de partir de la forma, la función y el significado de los hechos arquitectónicos como objeto de análisis científico y su representación en lo que respecta a materia-espacio simbólico y sustento del espacio construido-habitado. Por ello, la Arquitectura puede ser considerada como campo cognoscitivo que debe ser visto a través de la semiótica como transdisciplina epistemológica, en torno a su reciprocidad con el mundo natural; el lenguaje natural; el lenguaje escrito y el lenguaje de los objetos construidos.

Por otra parte, el hecho de que todo elemento arquitectónico se reconoce a partir de su forma y su función como objeto de análisis científico y se representa en lo que es materia simbólica y sustento del espacio construido, hace necesario comprenderlo desde la interacción de la ciencia (entendida como la manera de desarrollar conocimiento) y la técnica (asumida como el desarrollo del quehacer continuo de algo o su oficio).

Estos dos conceptos se convierten entonces en el sustento y razón de reflexión de los conocimientos de la tecnología (que no es más que el conocimiento y reflexión del hacer), de aquellos saberes que giran en torno a las ciencias o disciplinas que construyen el conocimiento humano y toman de ellas sus principales argumentos y criterios para generar su propia reflexión. En ese sentido, las ciencias sociales y humanas contribuyen a argumentar todo aquello que gira en torno al ser humano; las ciencias exactas, naturales y la técnica, para sustentar aquello que gira en torno a la tecnología y el saber propio de la estética, para aquello que gira en torno de la belleza, el gusto y el deleite.

La responsabilidad de la formación en Arquitectura trasciende la formación disciplinar, involucra la responsabilidad de formar estudiantes capaces y conscientes de la necesidad de autorregular sus procesos de aprendizaje con competencias básicas para la investigación-acción-participación que les permitan evolucionar en su desempeño profesional, en la asimilación de nuevas y complejas exigencias sistémicas de sostenibilidad ambiental, inclusión social, apropiación territorial, competitividad a escala humana, gobernabilidad e innovación

tecnológica, para la creación de correlaciones que favorezcan la redefinición de arquitectos hacia un estado más competitivo; la configuración de sinergias basadas en los valores y riquezas de carácter cognitivo, cultural, simbólico, social, cívico, institucional, psicosocial y humano, las cuales permitirán a los futuros egresados, insertarse de forma competitiva y sostenida en el desarrollo territorial integrado en el ámbito regional, nacional e internacional.

De este modo, el carácter transdisciplinar de la Arquitectura nace de la noción del conocimiento como un sistema abierto y evolutivo, de la complejidad de las relaciones entre sujetos y saberes, de la necesidad de responder a las insuficiencias metodológicas, conceptuales e interpretativas de las disciplinas por medio de una integración dialógica. La perspectiva transdisciplinar sobrepasa los límites disciplinares, parte de una visión integral de los fenómenos y conflictos que se ha de investigar y tiene en cuenta los seres involucrados (Hurni y Wiesmann, 2003), articulando ciencias y conocimientos para dar respuesta a los problemas que vive la sociedad actual de una forma más integral y participativa.

Desde una mirada conceptual, la transdisciplinariedad se refiere a lo que se da simultáneamente más allá de toda disciplina, para el conocimiento del mundo presente desde la unidad de la comprensión (Nicolescu, 1999) y, por lo tanto, busca la apertura de la Arquitectura a aquellas otras disciplinas que la cruzan en los procesos de diseño. Esta perspectiva crea condiciones para que exista diálogo recíproco de conocimientos y saberes que sobrepasa la influencia de las ciencias exactas y toma en consideración saberes propios de las humanas como el arte, la literatura, la poesía y la experiencia interior” (Morín, 1994). Además, la interpretación de la realidad está mediada por la percepción que el ser humano como ente individual y colectivo se forma del mundo, surge a partir de la fenomenología del filósofo alemán Edmund Husserl y de la psicología de la Gestalt (Merleau, 1997) para convertirse en fenomenología de la percepción.

Dado el reconocimiento de los diversos saberes que giran en torno a la Arquitectura, es fundamental interpretar su objeto de estudio y sus metodologías de aproximación al conocimiento, con el fin de poder sustentar las áreas de conocimiento propias del arquitecto. Para ello, es imperativo dejar de considerarla como una práctica aislada y hacer énfasis en sus correlaciones con el resto de la vida social para lograr un equilibrio necesario para el ciudadano. Equilibrio que, de no existir, puede agudizar los conflictos de uso del espacio habitado, puede poner en peligro la función social de las relaciones humanas y puede generar crisis en la estructura general del sistema territorial. Es allí, precisamente en la convergencia e interacción de diversas corrientes de pensamiento (como condición *sine qua non*), donde se produce adecuadamente la creación arquitectónica.

De acuerdo con Obón (2017), la interpretación de la Arquitectura desde la transdisciplinariedad permite derribar los límites y las líneas divisorias existentes con diferentes campos de conocimiento para evidenciar su multidimensional y sistémico en lo que respecta a sus múltiples facetas:

Constructo físico-biológico-antropológico, dispositivo atractor, emergencia organizacional, artefacto reductor de incertidumbre, máquina traductora de flujos, constructo mental, herramienta socializadora, artefacto regulador-corrector-moralizador, estrategia cristalizada, banco de memoria, orden y, simultáneamente, desorden, cambio permanente. (p. 346)

De acuerdo con lo enunciado, surgen cuatro tareas primordiales:

1. Asegurar la adecuada interpretación y aprovechamiento del carácter transdisciplinar de la Arquitectura y que exigen prioritariamente fundamentar su quehacer en el respeto por el conocimiento, en una permanente actitud de contraste de conceptos, de formulación de problemas reales y posibles de resolver de una manera innovadora y útil a la sociedad, en la capacidad para trabajar en equipos transdisciplinarios dedicados a generar espacios de reflexión teórica y epistemológica

para confrontar ideas, en el plano del cuestionamiento crítico, lógico y/o empírico.

2. Establecer que en todo el proceso descriptivo, analítico, interpretativo, comunicativo y aplicativo esté presente el diálogo de saberes y la concertación de intereses respecto a hechos significativos que representan la realidad, como lo es la interpretación de los códigos gráficos y semióticos que expresan la forma y las ideas individuales y colectivas de los arquitectos en particular y de los miembros de los grupos sociales en general.
3. Interpretar la heterogeneidad, interacción e interdependencia de los procesos y conflictos presentes en el contexto espacio temporal que habitamos, como base para la formulación de propuestas arquitectónicas encaminadas a asegurar un uso adecuado y consciente del territorio, en función de su proyección al medio y de la satisfacción de las necesidades reales de la comunidad.
4. Considerar el ejercicio de la Arquitectura, no solo como un método lineal, secuencial o lógico, sino fundamentalmente como un proceso de diseño abierto, dialógico e impredecible, con capacidad de adaptación y autoorganización. En este, la capacidad estética y la sensibilidad de los arquitectos deben estar permeadas por las experiencias producto de su interacción con la sociedad y el entorno.

1.7.4 La sostenibilidad de la Arquitectura responsable

Una de las ramas asociadas al diseño arquitectónico es la sostenibilidad ambiental, la cual surge de la crisis ecológica global, proveniente a su vez por el acelerado proceso de urbanización, la aglutinación de las dinámicas productivas en áreas específicas, del aumento de la complejidad en infraestructuras de soporte, la globalización de los servicios, la información y la tecnología; lo cual ha traído consigo la destrucción sistemática del entorno natural y consecuencias devastadoras en termino de salud, pobreza y seguridad alimentaria, entre otros (Flórez y Mosquera, 2013).

El carácter depredador de la especie humana frente a la naturaleza y sus efectos negativos en la degradación de ecosistemas estratégicos, han incidido paulatinamente en la transformación de la relación ser humano naturaleza, en la perspectiva del ejercicio de la Arquitectura y la minimización de impactos negativos en el medio ambiente, en la recuperación de una relación equilibrada y armónica que permita el aumento de la posibilidad de vivir y convivir en el territorio.

Ciertamente, el respeto por lo ambiental ha estado apoyado, no solo por las comunidades ancestrales sino por una creciente concientización ecológica; por concepciones emergentes del espacio habitado desde una aproximación física y biológica, social y antropológica, económica y política, cultural y tecnológica; por la complejidad y la interdisciplinariedad aplicadas a los diversos campos del conocimiento (Mosquera, 2006); aspectos que conjuntamente promueven la sostenibilidad de las manifestaciones humanas.

Desarrollo que satisface las necesidades de las generaciones actuales sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades, así definieron el concepto de sostenibilidad en el documento “Nuestro futuro común”, a partir del informe Brundtland presentado en la conferencia mundial de Naciones Unidas sobre medio ambiente y desarrollo en Río de Janeiro en 1987 y posterior al cual se ha llegado a diferentes acuerdos sobre el mejoramiento del bienestar humano en armonía con los ecosistemas naturales (Castillo et al., 2017).

Tratado en muchas ocasiones como un término de moda, en Arquitectura lo sostenible se nombra de diferentes maneras: Arquitectura sostenible y sustentable, Arquitectura verde, Ecoarquitectura, Arquitectura ambientalmente consciente o Bioarquitectura. Todas estas definiciones buscan mostrar aquella Arquitectura que va detrás de optimizar el uso de los recursos naturales, las energías renovables y minimizar el uso de aquellos materiales o métodos que en la construcción atentan contra el medio ambiente y su conservación.

Los aspectos que unen las diversas acepciones que promueven la sostenibilidad coinciden en la necesidad de proponer e implementar una gran diversidad de procedimientos orgánicos, bioclimáticos, polivalentes, adaptativos y modulares, entre otros, que permitan articular armónicamente los avances en los procesos de desarrollo amigables con el ambiente con las dinámicas proyectuales y constructivas propias de cualquier edificación o infraestructura, en pro de disminuir emisiones de CO₂ a la atmósfera, efecto invernadero o el deterioro de la capa de ozono. Esta sensibilidad emerge en el diseño arquitectónico y su estrecha relación con el contexto (Solá et al, 2002) y busca responder adecuadamente a las expectativas y necesidades humanas desde el entendimiento y respecto del lugar de intervención, la utilización razonable de los elementos naturales (Palacio, 2016) y de alternativas que promuevan la economía circular y el ahorro energético.

El tema es tan complejo que incluye no solo la valoración contaminante de cada material utilizado sino también aspectos asociados a consumo y producción energética limpia, tratamiento y disposición final de residuos tanto sólidos como líquidos. Por lo tanto, es esencial considerar una multiplicidad de determinantes ambientales relacionadas con al área de intervención tales como la ubicación, el clima y lo biótico, la normatividad y las pautas culturales. Además, los indicadores de eficiencia energética toman cada vez más valor en el proceso constructivo y en la operatividad de la edificación, tanto así que las proyecciones energéticas condicionan la formulación de procesos tecnológicos alternativos con enfoque adaptativo y regenerativo que contribuyen a la sostenibilidad de diversas maneras.

Dentro de las estrategias de diseño es posible resaltar la incorporación de variables e indicadores relacionados con iluminación natural y eficiencia lumínica, protección solar y control térmico, coeficiente de sombreado y áreas para enfriamiento, ruido y aislamiento acústico, ventilación natural y refrigeración por evaporación, fuerza eólica y enfriamiento con agua helada, captación y almacenamiento de agua de la atmósfera, reciclaje

y potabilización de agua lluvia, automatización y robotización de vivienda (domótica) e inmuebles de mayor complejidad (inmótica).

También es importante considerar los materiales de construcción y su ciclo de vida, los impactos directos y residuales de su producción, transporte e instalación, razones por las cuales se debe priorizar la elección de elementos constructivos renovables presentes en el área de intervención, con lo cual no solo se disminuyen costos de producción y traslado, sino también se responde a la cultura local. Se reconocen como materiales con bajo nivel contaminante al Bambú, la madera procedente de bosques tramitados con responsabilidad, la piedra de cantera, la piedra reciclada, los metales reciclados, reciclables, renovables, no tóxicos como la lana, ladrillos y paneles elaborados con papel, la tierra pisada, el adobe, el corcho, el coco, la fibra vegetal y un extenso etcétera.

En lo que respecta a la disposición del residuo resultante del proceso constructivo, los proyectos arquitectónicos deben estar orientados a su disminución, reciclaje y reutilización. De igual forma, deben contemplar tratamientos de residuos (ubicación, clasificación, almacenamiento y disposición) de los materiales usados en las edificaciones.

Un aspecto interesante que ha venido destacándose en el tema de la sostenibilidad arquitectónica es el de la certificación como edificación sostenible. Las edificaciones que cumplan con determinados requisitos podrán ser objeto de este tipo de reconocimiento por parte de alguna de las variadas instituciones que las otorgan. Comúnmente se obtiene de manera voluntaria y en ciertos lugares es de carácter obligatorio y tiene incidencia en el valor de los impuestos tanto de licencias como predial.

Las más reconocidas certificaciones son la estadounidense LEED, las europeas PassivHaus y VERDE, la británica BREEAM, la española GBCe y la alemana DGNB. Cada una tiene sus objetivos y por tanto sus variables de calificación. Las certificaciones se otorgan en diferentes calidades o categorías. Contar o no con una certificación de sostenibilidad puede

afectar la edificación -como ya mencionamos- en cuanto a los impuestos, así como en el mercado inmobiliario, muchas veces por responsabilidad del adquiriente o por aspectos como los costos en el consumo energético.

Como se puede evidenciar, lejos de ser una tendencia la Arquitectura sostenible se ha convertido en una necesidad básica que debe ser aplicada de inmediato y en todos los ejercicios proyectuales, constructivos y operativos de la Arquitectura. Para ello, es necesario priorizarla desde la enseñanza a partir de la consciencia y desde los instrumentos y herramientas (tradicionales y tecnológicos) para llevarla a la práctica, diseñando responsablemente, tanto que hoy ya es una especialidad del oficio, con múltiples orientaciones a la ecogestión, ecodiseño, ecoconstrucción y ecooperatividad del hecho arquitectónico, así como a la adaptabilidad de las dinámicas humanas frente a las condiciones naturales y a la regeneración de los ecosistemas estratégicos.

La sostenibilidad asegura y fortalece la responsabilidad de la Arquitectura, la transformación del diseñador en generador de alternativas y regulador de procesos amigables con el ambiente, en términos de un uso eficiente y eficaz, adaptativo e interactivo entre los componentes naturales y los elementos que materializan las obras arquitectónicas como prerequisites para la configuración armónica del hábitat.

1.7.5 Neuroarquitectura, Arquitectura y contexto

Dentro de la creciente complejidad de los campos de acción de la Arquitectura, se evidencia una tendencia en constante crecimiento y evolución, relacionada con la forma como la neurociencia impacta en el espacio habitado y, por ende, en el proceso de diseño. Se trata de la Neuroarquitectura y su relación con los enfoques emergentes del ejercicio proyectual.

Dado que esta corresponde a amplio campo del conocimiento; en la presente obra se optó por hacer un acercamiento que permita visualizar los cambios o perspectivas que la Neuroarquitectura puede ejercer en la aproximación al espacio y al contexto, así

como en la respuesta que puede brindar la digitalización del diseño.

En el rango biológico, se considera privilegiado al ser humano por su misma esencia. Esa condición le permite modificar su entorno acomodándolo a sus necesidades para existir e interrelacionarse. Vale entonces comprender el entorno del hombre como el contexto, no solo el ecológico sino aquel que contempla los elementos físicos que utiliza para modificar espacios, así como sus relaciones con ellos y con los demás seres, con los que comparte un lugar.

Desde la Psicología; Jean Piaget estudió a profundidad la construcción del conocimiento, llegando a plantear que el poder cognitivo y la inteligencia están estrechamente ligadas al medio físico y social (Piaget, 1977). En paralelo, y a partir del estudio de la disonancia cognitiva, León Festinger consideró que el contexto puede influir en la manera en que procesamos la información y por ende generar cambios en nuestras creencias que, a la postre, definen una forma de conducta. Así las cosas, parece claro que el aspecto genético, las características de la personalidad y hasta las experiencias de vida, afectan la conducta humana. Lo relativamente nuevo es que hoy el entorno espacial también es considerado un elemento primordial en la forma como las personas sienten, piensan y actúan (Festinger, 1975).

Se ha planteado, a través de la historia del arte, un debate acerca de la invención y la investigación. Algunos teóricos consideran la invención como la creación de algo nuevo, llámese servicio o producto; lo que requiere de acciones específicas tales como identificar el inconveniente o la oportunidad e investigar para a partir de nuevas ideas proponer prototipos, creando opciones alternativas a lo existente. De otro lado, se define entre otras concepciones a la investigación como otro proceso que puede ser sistemático, para auscultar temáticas, con el fin de llegar a nuevos conocimientos que permitan resolver problemas concretos. Estos procedimientos permiten avanzar en la tecnología, aunque el uno, al final, hace parte del otro (Chueca, 1999).

Un ejemplo de lo anterior se observa en el medioevo, cuando la iglesia cristiana, en sus escenarios de investigación tales como la Abadía de Cluny, concluyó que las condiciones espaciales del recinto de reunión denominado iglesia, influía en la intensidad de la creencia. El movimiento románico parecía buscar en espacios oscuros, fríos y lúgubres, lugares para incentivar el principio del temor a Dios. Tal vez, el avance del islam obligó a los monjes de Cluny, comandados por el abad Suger de Saint-Denis, quien la historia considera como el padre de la Arquitectura gótica, a cambiar el concepto espacial de las iglesias. Las volvieron majestuosas, enormes y claras; con tendencia a reforzar el mensaje religioso a través de la luz, utilizando el vidrio y los colores para mostrar con esplendor historias bíblicas, dándole vida al gótico medieval.

Dentro del concepto de Arquitectura gótica, el manejo de la luz para contar historias mediante el uso de vitrales tuvo enorme éxito en la intención de deslumbrar al feligrés. Era evidente que los colores y las formas de los vitrales relajaban al fiel, proporcionándole paz y tranquilidad, que desde el manejo espiritual proveían esperanza y alegría mediante la percepción de la belleza, que a veces conlleva a la inspiración (Suger y Panofsky, 2004).

Las sensaciones y emociones que producían los vitrales propuestos por el Abad Suger, fueron comprobadas de manera científica en nuestra era por el profesor David Snodgrass de la Universidad de Berkeley, quien publicó en el 2015 un estudio denominado “Los efectos de los vitrales en el estrés y la ansiedad” (Koop & Hamlin, 2015). Un par de años más tarde, otro estudio de la Universidad de Michigan denominado “Los efectos de los vitrales en la satisfacción de vida”, comprobó que las personas que habitan espacios con vitrales, se concentran mejor y son más productivos; lo cual fue ratificado por el profesor Williams, en un artículo de la Revista Art Therapy (Williams, 2018).

Ya en el siglo XX, Le Corbusier, en ese majestuoso documento denominado “La carta de Atenas”, había propuesto el uso adecuado de la Arquitectura con el fin de optimizar la salud

mental. Para ello, el diseño propuesto debería representar un funcionalismo estético, enfocado en mejorar la calidad de vida de los usuarios para hacerlos sentir más saludables y felices (Le Corbusier, 1933).

En épocas más próximas, Louis Khan, en su libro “Forma, espacio y orden” inicia el concepto de Arquitectura biofílica y propone una conexión más evidente entre la Arquitectura y la naturaleza, que intrínsecamente conlleva un orden y una forma, potenciando el uso de la luz natural para hacerlos más saludables (Kahn, 1964.). Sobre este movimiento también se refirieron Christofer Alexander y Edward O. Wilson.

En el ejercicio de la Arquitectura, se ha pretendido desde siempre que la experiencia de quienes utilizan sus espacios sea de relajación y hasta placer estético y emocional (Mosquera, 2009). Al mismo tiempo, solo de manera reciente emerge un nuevo concepto denominado Neuroarquitectura, el cual pretende de la mano con la ciencia, específicamente la neurociencia, comprender cómo las sensaciones, las emociones y hasta las conductas del ser humano son afectadas por el entorno espacial.

En el siglo XIX, Ramón y Cajal (1888) proponen la “doctrina de la neurona” y en ella se apalanca el desarrollo de la neurociencia, entendida como la ciencia que estudia los componentes que rigen la morfología cerebral y las redes de conexión neuronal de los seres vivos. En esa búsqueda, para dar respuesta a una amplia gama de interrogantes acerca del sistema nervioso en aspectos tales como su estructura, bioquímica, patología, así como su desarrollo ontogénico y filogenético, han surgido un grupo de disciplinas científicas dedicadas a su estudio utilizando biología celular y molecular, así como herramientas analíticas de la genética y la genómica para buscar nuevas bases biológicas de la cognición y la conducta humana, mediante lo que se conoce como neurociencias.

Utilizando tecnologías como, por ejemplo, la electroencefalografía, la resonancia magnética, la tomografía axial computarizada y análisis de datos con modelos estadísticos, es posible hoy en día obtener información concreta de cómo los espacios producto de

un diseño arquitectónico influyen en la salud mental y, por ende, en la calidad de vida de los usuarios intentando comprender cómo las percepciones, las sensaciones, las emociones y hasta las conductas del ser humano, son afectadas por el entorno espacial; dejando abierta la posibilidad de proyectar y construir espacios saludables o en su defecto insalubres.

Para hacer referencia específica a la Neuroarquitectura, es necesario iniciar por hacer referencia al doctor Jonas Salk, científico que, en su afán por conseguir la vacuna para la Poliomielitis, estuvo encerrado en su laboratorio; un sótano de la Universidad de Pittsburgh durante mucho tiempo sin poder lograr su objetivo. Cansado, se fue de vacaciones a Europa y allí se instaló en el convento de San Francisco en Asís, Italia. Las condiciones espaciales de la construcción religiosa, le inspiraron para detectar elementos que le ayudarían a lograr su preciada inoculación. De vuelta a los Estados Unidos y después de regalarle al mundo su vacuna, en 1965 quiso materializar su experiencia en el convento europeo y para plasmar la revelación que lo impulsó a relacionar las neurociencias con la Arquitectura, contactó al arquitecto Louis Khan a quien solicitó diseñar una edificación que albergara el Instituto de Investigación de Biología Molecular, Genética y Neurociencia que lleva su nombre, en La Joya, California. (Worktech Academy, s.f.).

El vocablo “Neuroarquitectura” fue acuñado por Steven Holl. Este arquitecto estadounidense argumenta en su libro “ El horizonte de la Arquitectura “ que el diseño arquitectónico puede tener un impacto significativo en la forma en que pensamos, sentimos y actuamos (Holl, 2014). Por ejemplo, los espacios bien diseñados, a partir de una adecuada luminosidad, pueden ayudar a reducir el estrés, mejorar la concentración y promover la creatividad o, en su defecto, todo lo contrario, afectar negativamente el cerebro y la mente del ser humano (Holl, 2018).

Otra figura importante dentro del avance de la Neuroarquitectura es el premio Pritzker: Frank Gehry, quien posterior a su experiencia con el diseño del Guggenheim de Bilbao y la Casa Danzante de Praga, decide fundar el Gehry Lab en la

Universidad de California con el fin de investigar a profundidad la relación entre el cerebro y la Arquitectura. Sus estudios han logrado demostrar que los espacios arquitectónicos afectan de manera significativa la atención, la memoria, la creatividad y en general el estado de ánimo de las personas.

Los resultados de los estudios de Gehry, están plasmados en múltiples publicaciones, algunas de las cuales son: "Neuroarchitecture: Designing for the Human Brain" (2003), "Frank Gehry on Architecture and Cognition" (2009), "The Power of Architecture: How Buildings Can Shape Our Minds, Moods, and Behavior" (2014) y "The Architecture of the Mind: How Neuroscience Can Help Us Design Better Buildings" (2017).

El significado de la Neuroarquitectura, como ya se mencionó, parte de la neurociencia; una especialidad científica de la Medicina que se dedica al estudio integral del sistema nervioso y mediante el uso de tecnología de punta, puede medir cualitativa y cuantitativamente de forma electrónica, la actividad al interior del cerebro (Malato, 2020), logrando descifrar como afectan las diferentes sensaciones a esa caja negra. Teorías recientemente comprobadas como "Embodied cognition", que en castellano significa cognición corpórea, demuestran como la naturaleza de razonamiento humano está directamente relacionada con todo el cuerpo y con el entorno donde actúa, o sea que el cuerpo y la mente están constantemente intercambiando información. No solo pensamos con el cerebro, el cuerpo también piensa (Foglia & Wilson, 2013).

En ese mismo sentido, se desarrolla una segunda teoría denominada cognición extendida (TEC, por sus siglas en inglés), que se atribuye a los filósofos Andy Clark y David Chalmers. En ella, se demuestra que no solo pensamos con el cerebro sino con el cuerpo. Además, pensamos con los espacios que habitamos y con los que nos rodean, de tal forma que es posible concluir que los límites del pensamiento no solo están en nuestra mente sino en el entorno que ocupamos, que la Arquitectura y sus espacios, hacen parte de nuestros procesos cognitivos (Clark & Chalmers, 1998).

En consecuencia, la Neuroarquitectura tiene como objeto, apoyada en múltiples estudios académicos y científicos, crear conciencia sobre los efectos de los espacios creados por los arquitectos en la salud mental y fisiológica de los usuarios. Es claro, que un lugar, dependiendo de sus circunstancias físicas y dadas sus condiciones multisensoriales, puede enfermar o curar.

Aunque esta corriente arquitectónica es relativamente nueva, los neuroarquitectos se están interesando en buscar escenarios que permitan determinar los efectos de la neurociencia en el diseño espacial. Lo anterior, tomando en consideración cómo los científicos han determinado que uno de nuestros cerebros -tal vez el más antiguo- el reptiliano, o sea aquel que responde por nuestra supervivencia; ese que identifica el posible dolor estimulando el córtex insular no solo se activa por el dolor físico, sino que también lo estimulan sensaciones como el aburrimiento, la ausencia o posible ausencia de socialización y la falta de estética. Todos ellos, son identificados neurológicamente como dolores del cuerpo y definitivamente alteran el equilibrio emocional, llegando a producir estrés (Baumgartner, 2022).

Dadas las muestras evidentes de su incidencia en la salud mental de los usuarios de estos espacios, el tema del diseño creativo ligado al conocimiento científico de la cognición, se ha popularizado tanto que en el 2003 se creó en Estados Unidos la Academia de Neurociencias para la Arquitectura (ANFA); una institución que pretende incentivar la investigación de los espacios y sus condiciones para mejorar el impacto que estos producen en el comportamiento humano. A su vez, en América latina, en el año 2023, se crea el capítulo ANFALATAM cuyo objeto es promover la investigación y el desarrollo de la Neuroarquitectura en el continente a través de cursos, talleres y conferencias, que permitan capacitar a los arquitectos en los fundamentos de la Neuroarquitectura, mediante la promoción de la salud y el bienestar de los usuarios de los espacios arquitectónicos.

Está comprobado, en múltiples investigaciones enfocadas en

los espacios dedicados al aprendizaje, que la morfología tiene alto impacto en ese proceso. Las formas de la volumetría tanto exterior como interior, afectan significativamente los estados de ánimo y, por ende, las emociones incrementan la capacidad de recordar, la agilidad creativa y la concentración; o, en su defecto, influyen de manera negativa. De hecho, las formas angulares o aristas estimulan la creatividad, mientras las redondas o curvilíneas ayudan la concentración y la relajación (Finkel & Rosé, 2012).

Otro aspecto importante en los procesos de aprendizaje, es la temperatura de los espacios académicos. Altas temperaturas afectan la concentración y la asimilación de nuevos conocimientos, dado que el organismo debe esforzarse más para mantener el cuerpo en temperaturas aceptables, generando somnolencia y hasta fatiga. Cuando las temperaturas son muy bajas, también se perturba la capacidad de concentración y de aprendizaje, por la necesidad de estabilizar la temperatura interna, afectando el sistema nervioso en temas de ansiedad y alta tensión (Koolstra & Van den Berg, 2007).

La iluminación también impacta de manera significativa en la función de aprender. Niveles de luminosidad adecuados facilitan la concentración para asimilar nueva información, así como poder recordar lo aprendido. Los espacios oscuros pueden inducir a la fatiga y la somnolencia, dificultando la capacidad de concentrarse (Tan & Li, 2011).

De otro lado, el color impacta de forma significativa el proceso de aprendizaje. Cada color puede influir en el estado de ánimo y, por consiguiente, en las emociones que definitivamente afectan la capacidad de concentración, la creatividad y la memoria. Está demostrado que el rojo y el naranja, estimulan el estado de ánimo y la creatividad, mientras el verde y el azul ayudan a concentrarse y a relajarse (O'Neill & Green, 2012).

De esta manera, es claro que la Neuroarquitectura es un área disciplinar que, aunque está en la etapa inicial de su desarrollo, posee la capacidad de revolucionar el significado multisensorial en el diseño de nuevos espacios. Los neuroarquitectos pretenden

crear edificaciones más saludables, productivas y amables para los usuarios; generar un impacto positivo en la calidad de vida de las personas y comprobar que un proyecto arquitectónico con perspectiva sensorial, es aquel que tiene como objetivo proyectual plasmar emociones, incitar los sentidos y transmitir un mensaje saludable.

Finalmente, a partir de los diferentes componentes y aspectos tratados en el presente capítulo, se puede resaltar que las transiciones preconcebidas o aleatorias, voluntarias o impuestas por las condiciones espacio temporales del entorno, no son necesariamente lineales o lógicas a lo largo del tiempo; por el contrario, obedecen a la articulación con otros campos disciplinares del conocimiento, a la combinación de aspectos y dinámicas aparentemente disimiles, tradicionales y emergentes, lógicos y dialógicos, permeados por la creciente complejidad y aproximaciones transdisciplinares del proceso de habitar.

The background is a complex, abstract digital composition. It features a dark, almost black, space filled with a dense network of glowing lines in shades of orange, yellow, and teal. These lines form a grid-like structure that recedes into the distance, creating a sense of depth and perspective. The lines are not perfectly straight, giving it a dynamic, almost organic feel. There are also some blurred, out-of-focus elements, suggesting motion or a high-speed digital environment. The overall effect is one of a futuristic, high-tech digital landscape.

CAPÍTULO II

ESCENARIOS DIGITALES

ESCENARIOS DIGITALES

El capítulo inicial permitió constatar el progresivo y ostensible uso de la tecnología en las actividades humanas cotidianas y, por supuesto, en el campo de la Arquitectura, tanto desde el proceso formativo como en las diversas manifestaciones del ejercicio profesional. Dichas transformaciones favorecen la satisfacción de demandas globales, exigen constantes dinámicas innovadoras asociadas a los diversos sistemas apropiados por la Arquitectura tales como el económico, ambiental y social, entre otros, con su respectiva condición de cambio constante. Adicionalmente, se evidenció la necesidad de ubicar los conceptos aplicados al diseño en dichos contextos, con el ánimo de aprovechar asertivamente la convergencia de una multiplicidad de escenarios proyectuales, enfoques y tendencias, con procesos de diseño que, gracias a su transformación tecnológica, ahora se operan en entornos digitales.

Por su lado, el presente capítulo pretende destacar la trayectoria de las herramientas de diseño en lo que respecta a su automatización y practicidad, accesibilidad y carácter intuitivo, como aspectos que permiten agilizar procedimientos proyectuales y constructivos y que se materializan en innumerables técnicas digitales. Posteriormente, se realiza una compilación de dichas herramientas digitales con el fin de presentar su incorporación en el ejercicio de diseño y la forma como es posible efectuar su combinación con el fin de aportar a las dinámicas propias y complejas del acto de habitar. A continuación, se analiza la viabilidad, confiabilidad y pertinencia en la utilización de las tecnologías proyectuales frente a los requerimientos de la sociedad contemporánea.

2.1 Influencia de la era digital en el diseño arquitectónico

En el transcurso del tiempo, las manifestaciones arquitectónicas se han transformado en el marco de diversos enfoques y estilos que pueden ser fácilmente estudiados por medio de

sus manifestaciones físicas. Muchos profesionales de la Arquitectura han utilizado dichas tendencias y han plasmado su legado, lo cual se refleja en un reconocimiento local o global que les permite perdurar y reflejar sus variaciones proyectuales y estilísticas.

La segunda mitad del siglo XXI dirige la atención a la tecnología y, de allí, a la era digital, dado que los adelantos derivados de dicha actividad permean las actividades cotidianas y especializadas del ser humano (Abondano, 2018). En ese sentido, el ejercicio de diseño arquitectónico, urbano y territorial, evidentemente ha sido permeado por las herramientas, metodologías y procesos que incorporan nuevas maneras de idear y concebir los productos esperados. Al mismo tiempo, los desarrollos tecnológicos digitales generan múltiples interrogantes y controversias relacionadas con su utilización en la forma de proyectar, aun cuando el tiempo transcurrido sólo abarca algunas décadas y queda mucho camino por recorrer.

La prevención de algunos y el escepticismo de otros, entra en confrontación con nuevas generaciones de diseñadores que apropian fácilmente mecanismos e instrumentos recientes. Una de dichas confrontaciones radica en la baja articulación de saberes tradicionales y conocimiento científico tecnológico, en la medida que los primeros son fundamentales para discernir sobre las orientaciones emergentes del campo proyectual. De la misma forma, las disparidades presentes y posibles también tienen la capacidad de opacar o incluso ignorar enfoques novedosos que buscan recuperar o reinterpretar aspectos cotidianos del diseño que se encuentran fundamentados en formas y figuras geométricas elementales, de tal manera que surgen insuficiencias en la integralidad del abordaje necesario para la concepción de la obra arquitectónica, entendimiento del pasado, presente y futuro del diseño.

A su vez, la utilización de herramientas tecnológicas no especifica ni exige una reacción de apatía o renuncia frente a las acostumbradas dinámicas de recopilación y análisis de la información, a los métodos tradicionales de enseñanza-

aprendizaje y al acostumbrado proceso de diseño que ejercen los arquitectos. Por ejemplo, la utilización de papel y lápiz en el perfilamiento y reproducción de ideas, elaboración de bocetos y mapas mentales, diagramas y cuadros continua vigente y hace parte de las actividades cotidianas de muchos arquitectos; sin embargo, no se puede desconocer que la innovación tecnológica y sus respectivos medios e instrumentos permiten simplificar las tareas, se pueden aplicar fácilmente, reducen significativamente el tiempo usado para el diseño y se adaptan al desarrollo procedimental del proceso.

Es por eso que el diseñador debe encontrarse en permanente disposición y capacidad de aprovechar los cambios, cada vez más vertiginosos y aplicarlos a su ejercicio profesional con el fin de estar vigente en un mundo laboral enmarcado en una competitividad creciente y en la facilidad progresiva en el acceso a la tecnología digital de vanguardia.

Navarrete (2014) hace referencia a la forma como el incremento de la industrialización en el siglo XX y de la innovación tecnológica desde inicios del siglo XXI genera retos emergentes asociados a la digitalización, el compromiso social y lo ecológico, de tal manera que las dinámicas asociadas al ejercicio de proyectar exigen, de manera inminente, la revisión de la fundamentación teórica, normativa y procedimental, así como la incorporación de una visión interdisciplinar.

Se asume entonces que las transformaciones y exigencias referidas pueden servir de base para complementar el proceso de diseño, optimizar sus diversos campos de acción, ampliar los límites del entendimiento, proponer e implementar metodologías y técnicas y genera enfoques alternativos en la manera de proyectar la obra arquitectónica.

Es obvio que, para el arquitecto que está iniciado su desempeño profesional, surtirán dudas y dificultades para discernir sobre la manera de orientar sus necesidades y enfrentarse a los procesos novedosos de elaboración del diseño arquitectónico en el mundo globalizado e interconectado. Por lo tanto, el acceso y la obtención de información sobre mecanismos y herramientas tecnológicas

debe estar acompañado de documentación relacionada con ejercicios analógicos que posibiliten una adecuada interpretación de los acontecimientos destacados en diversos momentos de tiempo, aun cuando algunas transformaciones históricas en los procedimientos proyectuales no han sido reconocidas en cuanto a su utilización y versatilidad.

Guerra (2014) hace referencia a la producción analógica como un ejercicio fundamentado en dinámicas que permiten relacionar, comparar por aproximación o equivalencia, sin invalidar las diferencias, dado que, al destacar las similitudes son más perceptibles las divergencias; lo que confluye en mayor capacidad de abstracción y de comunicar lo aprendido.

La aproximación analógica comprende la correlación existente en diferentes circunstancias y perspectivas espacio temporales, permite una comprensión dialógica sobre las contradicciones y divergencias objeto de estudio, ofreciendo al mismo tiempo similitudes y puntos de encuentro. Así las cosas, una diferencia característica de cierta época frente a otras épocas permite resaltar y relacionar diferentes aspectos necesarios para entender su origen, en la medida que la separación y diferenciación de terminologías posibilita el surgimiento de nuevos criterios y su aplicabilidad actual en el diseño. De otro lado, una similitud alrededor de diferentes periodos de tiempo corresponde a la implementación de procedimientos y técnicas, acordes con los adelantos técnicos y tecnológicos para el diseño de un dispositivo o edificación orientado a solucionar problemáticas específicas.

Siguiendo con la fluctuación de los aspectos que contribuyen a la transformación de los procesos civilizatorios, es claro que los procedimientos proyectuales ejercen un importante rol en la fundamentación del ejercicio de la Arquitectura, en la forma como diversos diseñadores se han adaptado a cada momento histórico y cómo dichas circunstancias modificaron el resultado de la obra arquitectónica.

Lo anterior, permite concebir que al arquitecto le corresponde explorar y atreverse a recorrer un largo recorrido lleno de

diversas rutas de aprendizaje y de inmensas posibilidades de aplicación del conocimiento adquirido, para poder lograr hechos arquitectónicos representativos. Esta sumersión en la forma de apropiación de destrezas en el desarrollo del diseño es definida por Fox (2009) como un procedimiento integrador que permite desplegar habilidades de reflexión, predicción, creatividad e innovación; asociar diferentes condicionantes; transformar amenazas en oportunidades y construir procesos secuenciales para la obtención de resultados proyectuales.

De esta forma, la acción de proyectar se transforma en un medio para adquirir conocimientos capaces de impactar positivamente en los aprendizajes relacionados con el ejercicio del diseño, para establecer diversas alternativas según los requerimientos y necesidades y para anticipar, revelar o predecir lo que puede pasar con los resultados finales. Fox (2009) destaca algunos interrogantes relacionados con lo que se necesita saber frente a un elemento que aún no existe, con el hecho de que al diseñar se plantea una “apuesta de futuro” de un aspecto que no ha sido concluido, con los enigmas que trae consigo cualquier fase del diseño.

Es necesario destacar que todos los cuestionamientos surgidos al momento de proyectar deben ser usados a favor de los resultados a los que se quiere llegar, ya que no es suficiente unir el conocimiento previo y posible de incorporar. Se requiere configurar nuevas posibilidades de identificación de condicionantes y conflictos que pueden ejercer como detonantes de representaciones creativas con capacidad de ser incorporadas a su proceso de adquisición de nuevos saberes, experiencias y destrezas de diseño.

Es por ello, que la implementación de la innovación tecnológica en los procesos de diseño arquitectónico puede ser favorable si permite la generación de alternativas de desarrollo, disminución de recursos y tiempo, en comparación con los procedimientos tradicionales característicos de otras épocas. Miret (2018) considera que la digitalización adquiere mayor relevancia gracias a *“aquellas que fueron herederas de la cibernética, los sistemas*

y la crítica teórica post-moderna emergente durante los 60's, 70's y 80's" (p. 13). Tales prácticas son ampliadas a lo largo de las últimas tres décadas y han influido significativamente en los desarrollos de la llamada Arquitectura contemporánea y la correspondiente utilización de instrumentos tecnológicos en el ejercicio proyectual.

Según Olmos (2013), la llegada en los años 80 (del siglo pasado) de la plataforma CAD, incluyó la expansión de los componentes digitales en el diseño; sin embargo, no condujo a modificaciones estructurales en la mente y la concepción de los diseñadores, dado que las problemáticas se afrontan desde aproximaciones analógicas en las que los tableros bidimensionales se han incorporados a los computadores

Es evidente que las herramientas digitales no son operativas si no cuentan con operarios que las guíen, controlen y adapten a la búsqueda de soluciones a problemáticas generales o específicas del diseño arquitectónico. Frente a esta condición, el proceso de enseñanza aprendizaje no solo debe estar enmarcado en los principales postulados compositivos y constructivos, sino también en la actualización permanente de parámetros, normas e indicadores, así como de herramientas tecnológicas proyectuales que faciliten y asistan los componentes de diseño y construcción.

Sandoval (2014) considera que los instrumentos usados en la concepción del proyecto arquitectónico abarcan técnicas y conocimientos que contribuyen a generar productos virtuales de objetos, elementos o espacios; por lo que los lápices y los computadores son instrumentos de diseño mientras que las herramientas constituyen el ambiente proyectual, que permite la generación de procedimientos acordes con las características del contexto en el que se desenvuelve el arquitecto y cuyos resultados serán plasmados a través de documentos físicos o digitales.

Es importante considerar que cualquier herramienta de diseño no es estática, en la medida que evoluciona por medio de complementos que posibilitan su adaptación o transformación

de acuerdo con las dificultades, adelantos técnicos o tecnológicos, como por ejemplo la axonometría usada por Aldo Rossi tanto para la configuración formal del proyecto como para su representación o la implementación de sistemas de anexión como parámetro de diseño de Le Corbusier (Sandoval, 2014).

En lo concerniente al uso de herramientas e instrumentos digitales, existen posiciones divergentes cuyas orientaciones niegan o aceptan su utilización e implementación, como por ejemplo, la exigencia de ampliar la interpretación sobre la forma en que se debe enseñar en entornos virtuales (Siemens, 2024; Zapata, 2015), la consideración de las ayudas digitales como estrategia válida para el fortalecimiento de los procesos formativos (Ortegón y Delgado, 2021), la importancia del desarrollo de competencias digitales en los docentes para un adecuado respaldo en la utilización de las TIC (Velandia, 2009; Engen, 2019). Por consiguiente, Ortega (2009) evita caer en tales contradicciones y propone un diálogo armónico enmarcado en la reciprocidad del saber que permita reconfigurar los criterios de valoración y evolución del campo disciplinar de la Arquitectura, de su complejidad e interdisciplinariedad.

En conclusión, se dispone actualmente de diversos métodos y técnicas, que permiten una concepción de la Arquitectura desde una aproximación convergente e integradora de aspectos clásicos y emergentes, técnicos y tecnológicos, lo tradicional y lo nuevo, que permita aprovechar cánones y reglas pretéritas, dinámicas actuales y proyecciones futuras en torno al fortalecimiento disciplinar y profesional de la misma.

2.2 Flexibilidad, adaptabilidad y versatilidad digital

En el componente anterior se pudo evidenciar la utilidad de los procesos, instrumentos y herramientas que hacen parte vital del ejercicio proyectual y que provienen de los avances tecnológicos, dado que no solo agilizan el desarrollo proyectual sino también contribuyen a la organización de procedimientos y actividades de manera integral según las necesidades y condiciones del proceso como un todo.

El computador hace las veces de interfaz en la proyectación arquitectónica, ya que ofrece mecanismos para la instrumentalización dentro de un ambiente digital que permite el procesamiento de la información ingresada por el diseñador y procesada por el software utilizado. No obstante, es necesario destacar que dicho proceso no exime al arquitecto de realizar bosquejos y de dibujar los diferentes avances del proyecto, los cuales aportan a la representación digital, razón por la cual se considera, como lo manifiesta Lynn (1977), que la Arquitectura es una de las disciplinas que más se encuentra implicada en la generación de configuraciones espaciales desde la virtualidad.

Podríamos detenernos a definir un poco la fascinante virtualidad. Desde la filosofía, autores como Gilles Deleuze y Feliz Guattari en su libro “Mil mesetas: Capitalismo y esquizofrenia”, introducen el concepto de los “Rizomas” y la multiplicidad, para justificar la naturaleza no lineal y multifacética de lo virtual (Deleuze y Guattari, 1980). De igual manera, Jean Baudrillard arguye que, en el postmodernismo, la representación de la realidad y la misma realidad se han fundido generando la denominada hiperrealidad, en el que las copias no tienen original (Baudrillard, 1981). Como complemento, también es conveniente hacer relación al concepto de Lévy, en donde lo virtual no es lo que se opone a la realidad, sino aquella particularidad de la existencia que transforma y amplifica la realidad física (Lévy, 1995).

En temas específicos de la virtualidad en el diseño y la Arquitectura, la Teoría de los rizomas fue complementada por Raquel Pelta, quien planteó que el diseño y la tecnología contemplan estructuras y jerarquías que la mencionada teoría no tiene en cuenta y por tanto la limita (Pelta, 2010). Unos años más tarde y analizándola en la Arquitectura digital, Pirela Rivas plantea la necesidad de reconocer la multiplicidad de estructuras y procesos ordenados dentro de la complejidad de lo digital, para tener un enfoque más equilibrado (Pirela, 2012).

Obviamente, luego del proceso de diseño se concreta el proyecto en su realización física y también en ese momento, la digitalización juega un rol significativo en la medida que habilita

la asimilación de aspectos limitantes y crea mediaciones frente a las necesidades que condicionan y modifican la realización del proyecto, de tal forma que este se pueda volver realidad y su proceso constructivo de respuesta efectiva a los parámetros y criterios de diseño.

La implementación de arquetipos digitales faculta la transición del diseño a la ejecución y es allí cuando el modelado producto de la concepción virtual debe ser materializado de manera física en función de operatividad y el significado asignado con anterioridad. Por tanto y partiendo de la afinidad del arquitecto por la abstracción de lo real, la materialización del proyecto es considerada como “abstracciones de las realidades que podrían existir” (Baixas, 2006, p. 39), además de considerar que un gran número de diseños no culminan en su realización física.

Según el mismo autor, de forma involuntaria el diseñador se encuentra permanentemente enfocado en la construcción de lo que proyecta y, por lo tanto, se puede considerar como *Voluntad de lo real* (Baixas, 2006). En ese sentido, es conveniente considerar que, aunque el entorno urbano es el contexto más inmediato para la realización de las obras arquitectónicas, también surgen otros escenarios para materializar las manifestaciones sociales y culturales del ser humano, como por ejemplo el suelo rural, el suelo suburbano y el suelo periurbano; éste último con grandes posibilidades para el ejercicio profesional de la Arquitectura, dado su papel estratégico en la amortiguación del crecimiento urbano y en la articulación de la ciudad con el campo (Vásquez y Mosquera, 2023).

De esta manera, las realidades relacionadas con el proceso de habitar, no solo comprenden a la ciudad como único entorno, sino múltiples formas de configuración de entornos habitados por el ser humano y que se encuentran interrelacionados con las vivencias y experiencias, sentimientos y emociones, evocaciones y expectativas (Baixas, 2006). Lo anterior, ratifica las necesidades asociadas a la afectividad por los dispositivos y objetos que hacen parte de la cotidianidad de cada persona. Según Chig (1995):

De forma constante nuestro ser queda encuadrado en el espacio. A través del volumen espacial nos movemos, vemos las formas y los objetos, oímos los sonidos, sentimos el viento, olemos la fragancia de un jardín en flor. En sí mismo carece de forma, su forma visual, su cualidad luminosa, sus dimensiones y su escala derivan por completo de sus límites, en cuanto están definidos por elementos formales. Cuando un espacio comienza a ser aprehendido, encerrado y conformado y estructurado por los elementos de la forma, la Arquitectura comienza a existir. (p. 108)

De acuerdo con Ching (1995), la percepción humana responde a los componentes formales a través de los sentidos y es por ello, que las texturas, colores, proporciones y dimensiones son fundamentales al momento de crear el proyecto arquitectónico. Al mismo tiempo, se puede lograr mayor diversidad de probabilidades en el proceso de asegurar la correspondencia entre lo planteado en un plano y lo ejecutado en la configuración de la obra si se este se lleva a cabo en un entorno digital, ya que la geometrización paramétrica permite un obtener un sinnúmero de posibilidades y modificaciones, configurar formas no convencionales y lograr mayor complejidad de elementos interactuantes.

Sigue existiendo entonces la incertidumbre sobre el mejor uso o más óptimo para las herramientas digitales en la Arquitectura, así que Baixas (2006) plantea como se ven afectados los fundamentos de la Arquitectura por el uso de estas herramientas. El primero es el *proyecto* o el acto de *proyectar*; el cual lo formaliza como un término genérico debido a que consta de distintas fases y porque hay diversos modos de proyectar.

Dentro de las fases que se han aplicado en las últimas décadas en la formulación de un proyecto arquitectónico es importante tener en cuenta que su inicio es de carácter programático-topológico-dimensional y su formalización es usualmente realizada por medio de papel y lápiz, y complementada por medio de maquetas de trabajo, como herramientas que posibilitan un

vínculo cercano entre el diseñador y sus ideas. Tal dinámica implica aproximaciones de ensayo y error que representa cierto tiempo y esfuerzo, mientras que la incorporación de herramientas digitales en este proceso brinda mayor cantidad de exploraciones en un tiempo significativamente más reducido.

Otro momento que ha sido permeado es el de *construcción*, en la medida que las herramientas virtuales posibilitan adelantos en este componente. En ese sentido, a pesar de que aún prima la construcción por medio de procesos constructivos tradicionales, es posible generar configuraciones más complejas, ágiles y eficientes gracias a la utilización de programas especializados que facilitan el despiece y ensamblaje de elementos constructivos, frente a las limitaciones que ofrecen las formas tradicionales de edificar.

Seguidamente y de acuerdo con Baixas (2006), el *proceso*, correspondiente a la determinación evolutiva de los proyectos arquitectónicos presenta indudablemente mayor efectividad al contar con datos unificados y articulados en un ambiente digital que optimiza la toma de decisión en el desarrollo del ejercicio proyectual. Por ejemplo, programas computacionales tales como Building Information Modeling (BIM) y su articulación con Archicad y Revit, habilitan la organización y operativización del proceso proyectual gracias a las simulaciones que simultáneamente articulan el diseño con los procesos constructivos de las edificaciones.

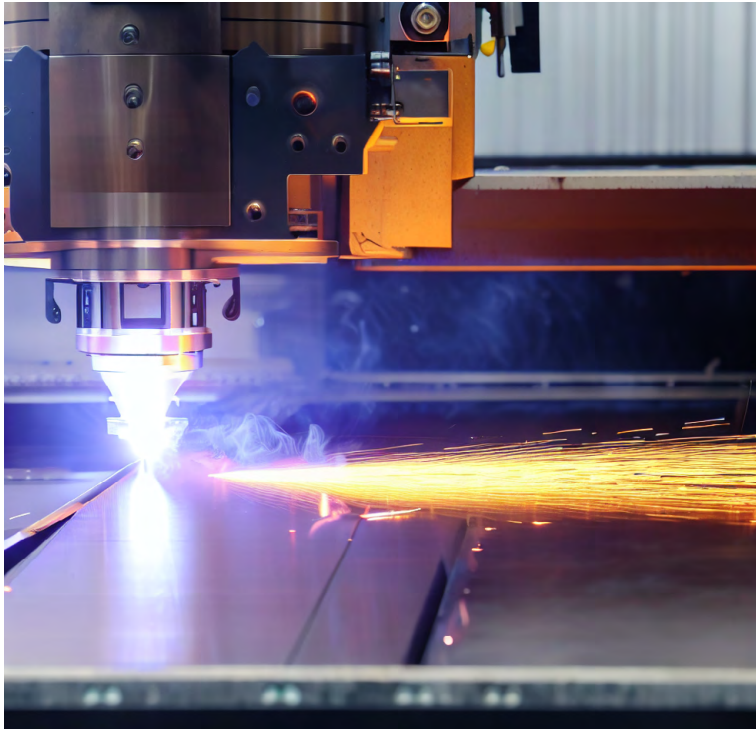
Un aspecto adicional y no menos importante, corresponde al *espacio-tiempo*; el cual representa las transformaciones generadas por los avances tecnológicos y las nuevas interpretaciones de las obras producto de la automatización y parametrización que, de manera vertiginosa, se incorporan en el diseño arquitectónico y en todas las esferas de la vida humana para flexibilizar la generación de respuestas y la toma de decisiones frente a una necesidad o la búsqueda de respuesta a un conflicto.

Finalmente, *la industria*, entendida como uno de los componentes finales del proceso de diseño también es influenciada y

modificada por la innovación tecnológica, dado que sus cambios internos están asociados a la automatización, fabricación en serie, encadenamiento productivo, impresión en el sitio y aprendizaje autónomo, entre otros aspectos, que optimizan el rendimiento de materiales, disminuyen tiempos y residuos, como es el caso de los sistemas de Manufactura Asistida por Computadora (CAM, por su sigla en inglés) y máquinas que operan con Control Numérico Computarizado (CNC, por su sigla en inglés).

Figura 19

Sistema de corte de plasma CNC.



Fuente: Chatgpt-Dall-E (2023).

Los sistemas Computer Aided Manufacturing (CAM) implican la utilización del computador y las tecnologías computacionales en el apoyo de las etapas de elaboración de productos, las cuales incluyen planear, producir, maquinar, calendarizar, administrar y controlar la calidad. Por su lado, el Computer Numerical Control

(CNC), corresponde a la implementación del computador en el control y monitoreo del movimiento de las máquinas o herramientas involucradas en la producción. Por lo tanto, el proceso que incorpora ambos sistemas CAM y CNC posibilita automatizar la materialización del diseño arquitectónico.

De acuerdo con lo expuesto, las transformaciones que han sufrido los procesos de diseño con ayuda de herramientas tecnológicas digitales responden a la digitalización de la vida cotidiana y a la subrogación de la realidad por la virtualidad, lo que ha generado un innegable atractivo por *lo virtual* y que actualmente son un componente habitual de la *voluntad de lo real* de los diseñadores gracias al servicio variado y polifacético que brinda la tecnología digital (Baixas, 2006). Por ello, el ejercicio de la Arquitectura es permeado cada vez por cuestionamientos relacionados con la forma en la que se genera el diseño con ayudas digitales, la manera de concretar los modelados generados con ayuda de parámetros y sistemas de información en escenarios reales.

Estos interrogantes exigen el uso adecuado de los instrumentos y medios virtuales para lograr su ejecución real. Por lo tanto, el contenido relacionado con la abstracción proyectual y concebido de forma acostumbrada dentro de ambientes neutrales ideales enmarcados en ejes cartesianos, se transforma gracias a otras aproximaciones del proceso de diseño, como un escenario permeado por fuerzas y movimientos que superan la neutralidad de la espacialidad carente de materia, de tal forma que el diseño arquitectónico permite ser modelado a manera componentes inmersos en un flujo dinámico permanente (Lynn, 1977).

Pinochet (2009), considera que las herramientas tecnológicas brindan la posibilidad de procesar y modelar configuraciones geométricas inalcanzables por medio de procedimientos tradicionales, lo cual toma importancia en la orientación del proceso proyectual a la materialización de la obra; mientras que Fraile (2012) sugiere que los “modelos de ayer ya no son adecuados, los materiales tradicionales se han vuelto obsoletos para plasmar las formas complejas de los nuevos planteos arquitectónicos y los diseños se han transformado en abstractos

y experimentales” (p 2). De esta forma, el diseño arquitectónico pasa de un desarrollo secuencial a una evolución dinámica que admite transformaciones y probabilidades desde una aproximación permeada por mayor flexibilidad y versatilidad.

La maleabilidad que permite el ejercicio profesional de proyectar, representa un valor agregado en la capacidad de diversos procedimientos para la incorporación y manipulación de numerosos condicionantes del entorno, del usuario y del mismo arquitecto, lo cual agiliza su facultad de asimilar los avances tecnológicos y los convierte en un aliado estratégico de la Arquitectura. No obstante, se generan interrogantes asociados al devenir de la disciplina, al proceso de enseñanza-aprendizaje por medio de software de diseño provenientes de diversas profesiones que exigen no poner “énfasis en la producción de una forma determinada, sino más bien en el proceso que la genera” (Pinochet, 2009, p. 35).

Figura 20

Apropiación al espacio urbano con uso de herramientas digitales.



Fuente: Chatgpt-Dall-E (2023).

Es conveniente considerar que el diseño arquitectónico no solamente está representado en la visualización de un elemento proyectado, sino también en la ubicación de su emplazamiento y su articulación con el entorno, razón por la cual el contexto debe ser igualmente abordado por medio de lo virtual en todos sus componentes urbanísticos, constructivos y de mobiliario (Schumacher, 2008) y en todas las escalas de aproximación al territorio, con sus múltiples condicionantes y variables. Al respecto, el entorno urbanizado brinda diversas probabilidades de análisis de información, tanto de los aspectos materiales mencionados como de representaciones inmateriales asociadas a los sentidos y al rol que ejerce en la estructura urbana, las cuales generan delimitaciones, ponderaciones y valoraciones (Fraile et al., 2016) representadas en una cantidad significativa de datos que pueden ser manipulados fácilmente en entornos virtuales.

Evidentemente, la manera como los sistemas y procesos CAM y CNC otorgan al diseñador la habilidad para concebir y plasmar en la realidad una pieza concebida con ayuda de herramientas digitales, implica modelar y simular propiedades gráficas que facilitan la comprobación de la aplicabilidad y pertinencia de la exploración virtual en la materialización de las ideas. De la misma manera, estas condiciones han incidido en el aumento de la complejidad de los mecanismos y procedimientos de “corte (...), sustracción de material (...), prototipado rápido (...), y “precisiones de décima de milímetro, dando lugar al nacimiento de la automatización y de la robotización de la producción arquitectónica” (Fraile, 2012, p. 6). Así las cosas, con la evolución industrial se origina una nueva dimensión de la práctica arquitectónica que concierne al componente constructivo y que implementa procedimientos de prefabricación y ensamble o de impresión en el sitio, y que también atañe a la gestión de la obra en lo que respecta a disminución en el costo de ejecución, dada la optimización del proceso de facilidad de transporte, acopio y manipulación.

En conclusión, es innegable que la revolución tecnológica permite asumir al ejercicio proyectual como un proceso adaptativo y

evolutivo que ofrece al arquitecto innumerables opciones para el manejo adecuado de categorías de análisis proveniente de su campo disciplinar y de otras áreas del conocimiento que aportan a la visión transdisciplinar de la Arquitectura y de su pertinencia social, cultural y ambiental.

2.3 Dispositivos y herramientas de diseño

En esencia, el diseño arquitectónico implicar recopilar, clasificar, analizar y sintetizar una multiplicidad de condicionantes que refuerzan la creatividad y habilidad del arquitecto para dar respuesta efectiva a desafíos técnicos, éticos y estéticos que están presentes en el transcurso de su desempeño profesional. En ese sentido, la representación visual de las ideas es un aspecto fundamental de la proyectación. Como sostenía Le Corbusier “Prefiero dibujar antes que hablar. Dibujar es más rápido y deja menos espacio a las mentiras” (ArchDaily Colombia, 2015, 30 de julio). Por lo tanto, es evidente que el diseñador se distingue por modelar sus concepciones desde una aproximación visual, permitiendo recoger las ideas que emergen con o sin previo aviso, de manera, espontánea o dinámica, de tal forma que muy importante el manejo de técnicas de dibujo que sirvan de plataforma para las representaciones de dichas intenciones.

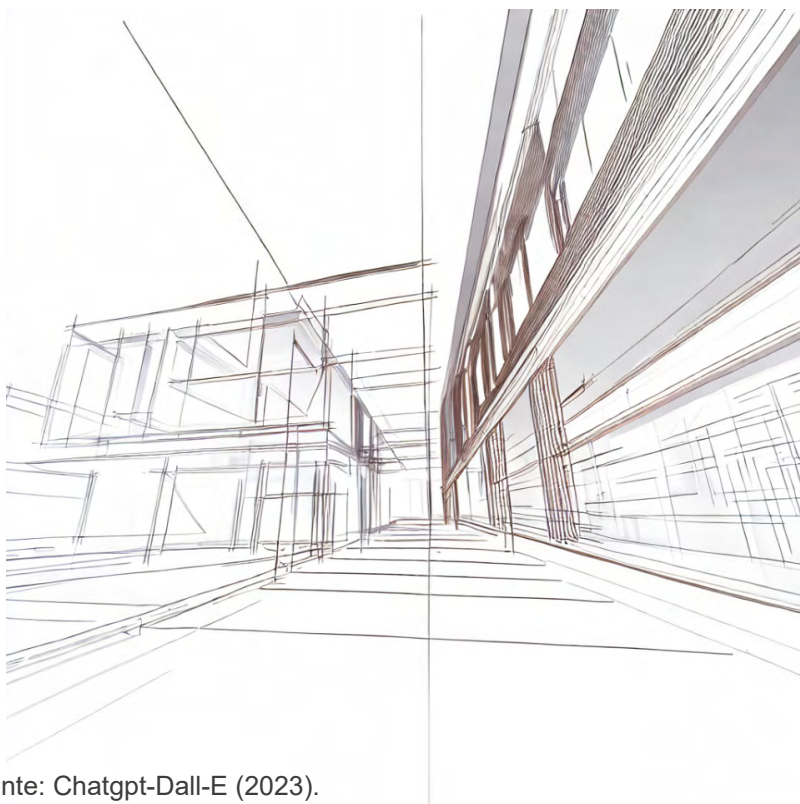
En el transcurso del tiempo, los adelantos representativos de los procesos civilizatorios están asociados a la utilización de mecanismos e instrumentos disponibles en cada época para el desarrollo de los quehaceres habituales con menos recursos y esfuerzos. Es por ello imprescindible para el diseñador usar los medios y técnicas que le permitan forjar iniciativas favorables para los diferentes tipos de usuario.

Claramente, lápiz y papel, en sus diferentes manifestaciones han interpretado un rol incuestionable en el ejercicio de la Arquitectura, en la reproducción de ideas, aspiraciones y soluciones a los requerimientos de los usuarios, desde el planteamiento de los bosquejos y esquemas iniciales, que muchas veces surgen de forma inconsciente hasta la organización y consolidación de los resultados a través de su conocimiento. En cualquier caso, todos los planteamientos proyectados por el diseñador corresponden

a producciones virtuales orientadas a transformarse en configuraciones espaciales y constructivas (Picón, 2009) o incluso en representaciones socioculturales.

Teniendo en consideración la gran magnitud de acontecimientos históricos relacionados con las manifestaciones arquitectónicas, para el desarrollo de la presente obra se tienen en cuenta momentos trascendentales en la transformación de las representaciones gráficas que dieron pie a dichos proyectos. Uno de ellos es la respuesta que se dio en la edad media a la imagen de dos dimensiones por medio de la perspectiva, como un método representativo ya existente en la pintura y el dibujo, pero que fue utilizado para mostrar a los usuarios una visualización más demostrativa de los proyectos arquitectónicos.

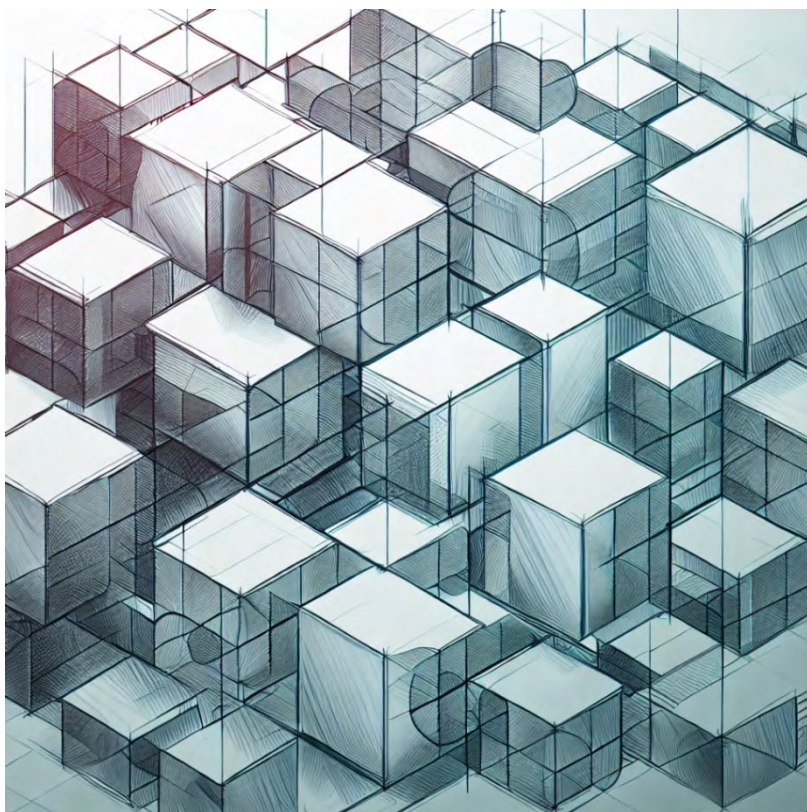
Figura 21
Perspectiva.



Fuente: Chatgpt-Dall-E (2023).

Cabe destacar que, en sus orígenes, la perspectiva no fue aprobada ni acogida por diversos arquitectos; quienes sostenían que las líneas fugadas imposibilitaban la aplicación exacta de las dimensiones de la edificación, además de conducir la engaño para persuadir a los clientes (Valdivia, 2006). Bajo este argumento subyacía también el miedo del arquitecto medieval a perder un protagonismo soportado en asertividad y dominio constructivo frente al conocimiento científico (Taut, 1920).

Figura 22
Axonometría.



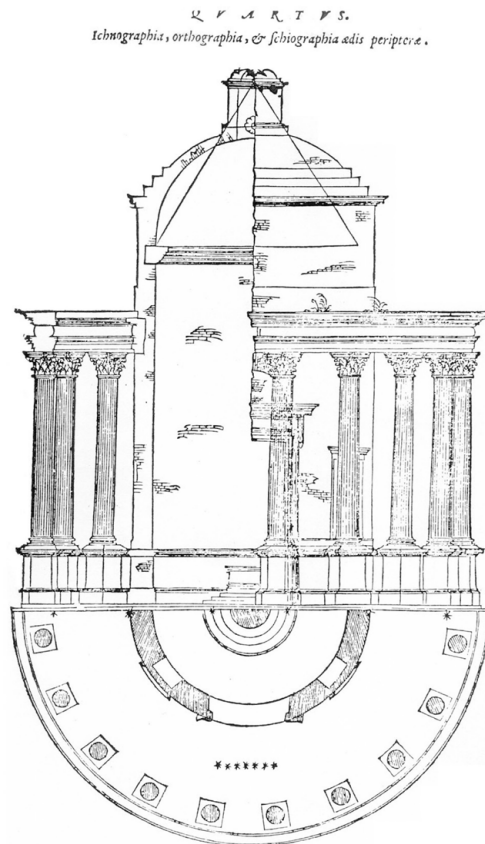
Fuente: Chatgpt-Dall-E (2023).

Seguidamente, la axonometría desarrollada en el Siglo XVII permitió la resolución de las inconsistencias asociadas a la *dimensión real de la edificación en la representación espacial*, lo que permitió según Valdivia (2006), diferenciar el propósito

de la perspectiva de servir a la imaginación del usuario desde una aproximación visual frente al carácter de instrumento de diseño de la axonometría. Lo anterior, provocó el reforzamiento de la proyección ortogonal representada por medio de métodos tradicionales de la delineación arquitectónica, simbolizados en plantas, cortes y elevaciones. De acuerdo con el mismo autor, Palladio fue uno de los reconocidos arquitectos que trasformaría esta forma de proyectar como uno de los principios y patrones básicos que evadían la utilización de perspectiva. De igual, forma Bárbaro (1569), también demostró como planta, corte y alzado hacen parte de un orden de ilustraciones que formalizan ideas generadoras de proyectos arquitectónicos.

Figura 23

Planta, corte y alzado de un templo.



Fuente: Bárbaro (1569).

El retorno a los cánones esenciales de la Arquitectura habilitó en Palladio la fascinación por la organización de sus obras con ayuda de diferentes patrones tipológicos apoyados en programas existentes de representación arquitectónica y que Rudolf Wittkower resalta en el libro *“Principios Arquitectónicos en la era del humanismo...”* (...) como método proyectual que opera a manera de matriz genética (Miret, 2018, p. 5), comprende la tipificación de la creación de villas y permite automatizar los procedimientos de su construcción. Por lo tanto, se puede asumir como la senda que, al buscar la solución a los requerimientos de técnicas para facilitar y agilizar el proceso de diseño, originó la concepción de sistema tipológico.

Figura 24

Esquematización del plano patrón del cual derivan las Villas de Palladio.

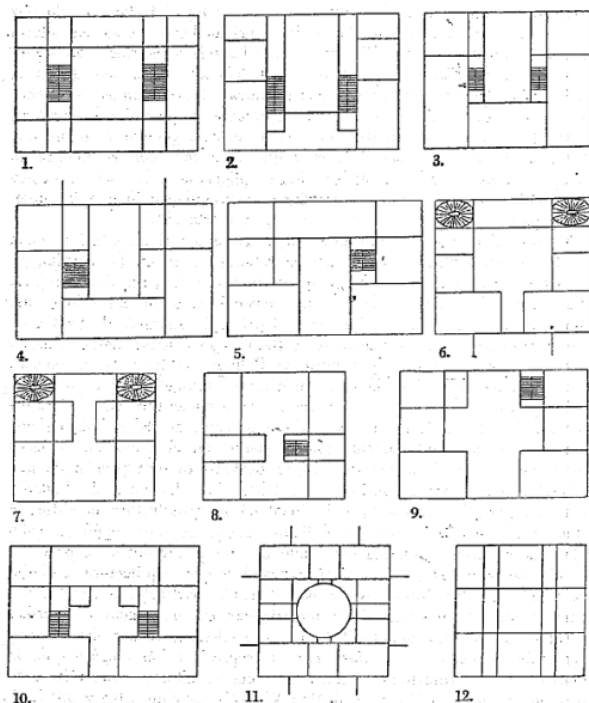


Figura 8.

1. Villa Thiene en Cicogna. 2. Villa Sarego en Miega. 3. Villa Poiana en Poiana Maggiore. 4. Villa Badoer en Fratta, Polesine. 5. Villa Zeno en Cesalto. 6. Villa Cornaro en Piombino. 7. Villa Pisani en Montagnana. 8. Villa Emo en Fanzolo. 9. Villa Malcontenta. 10. Villa Pisani en Bagnolo. 11. Villa Rotonda. 12. Modelo geométrico de las Villas de Palladio.

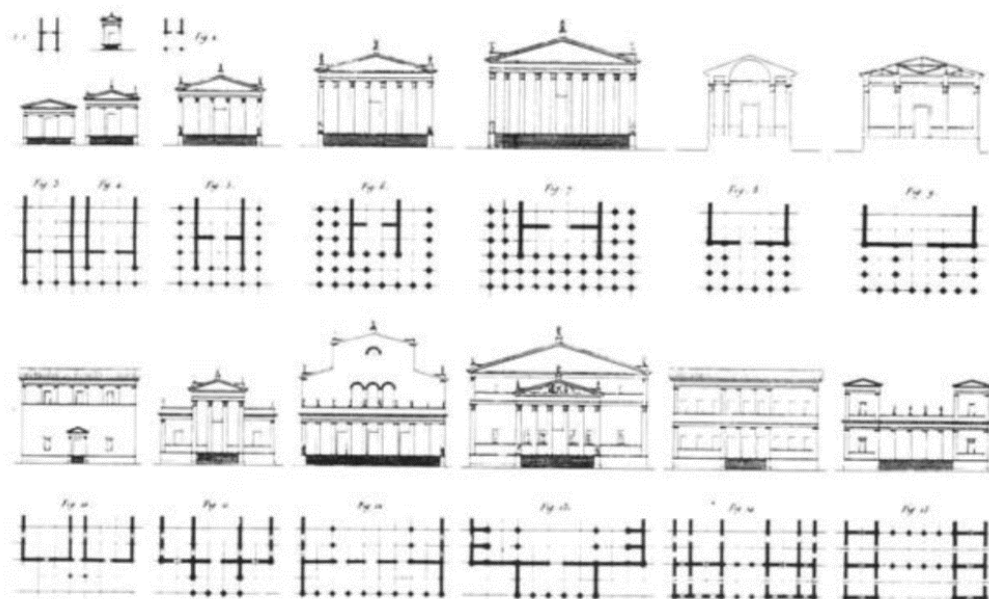
Fuente: Wittkower (1958, p. 75).

De forma similar, Jean-Nicolas-Louis Durand en su libro *Compendio de lecciones de Arquitectura: parte gráfica de los cursos de Arquitectura*, propone un repertorio tipológico que respondía a los requerimientos de descifrar y regular los habituales procedimientos operativos del momento (Sandoval, 2014), lo que posibilitó determinar los sistemas tipológicos a manera de herramientas que facilitan el desarrollo metodológico y el perfeccionamiento de la estandarización del proceso de diseño en diversas edificaciones.

Según Celedón (2016), Durand comprendió la importancia del estudio, la comparación y la clasificación de los patrones arquitectónicos clásicos para identificar los componentes cardinales del diseño arquitectónico y los criterios universales para su desarrollo. De esta manera, el diseñador podía comparar diversas representaciones tipológicas y definir los componentes adecuados que respondieran a cada intervención específica.

Figura 25

Tipologías en “Compendio de lecciones de Arquitectura”.

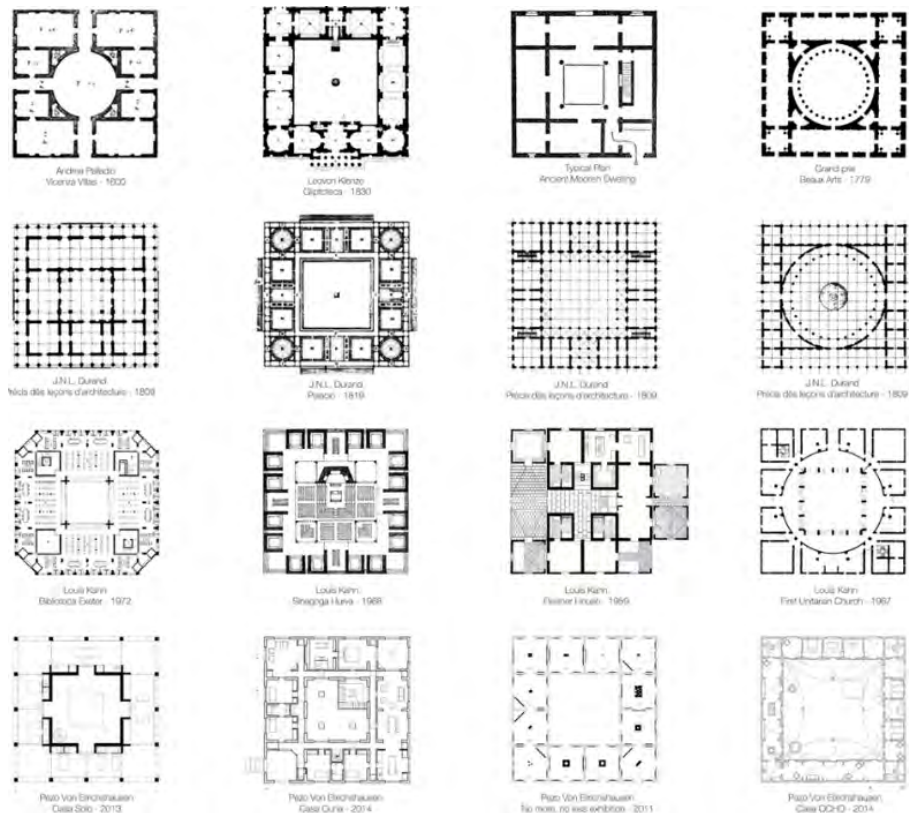


Fuente: Durand (1981).

Las relaciones tipológicas han sido de gran ayuda para la interpretación de los procesos y transformaciones proyectuales a partir de un orden preestablecido y han dado pie a investigaciones como Supra Orden, la cual evidencia las probabilidades operacionales del orden por medio de la recopilación de plantas que permiten reivindicar la presencia de expresiones arquitectónicas comunes y atemporales en diferentes proyectos que maniobran mediante bases arquitectónicas, estructuradas en una grilla isotrópica autonomía disciplinar como referencia fundamental de la práctica contemporánea.

Figura 26

Serie retrospectiva Pezo Von Ellrichshausen.



Fuente: Supra Order en Maiztegui (2021).

Es interesante destacar que, hoy en día, las tipologías son un recurso cotidiano para el ejercicio de la Arquitectura, del cual

se valen no solo arquitectos sino también sus usuarios para identificar, analizar y categorizar representaciones cercanas a sus expectativas formales y funcionales. Acá valdría la pena diferenciar los términos tipo y tipología. Generalmente, es aceptado definir en Arquitectura el término tipo; una característica formal o funcional común en algunas edificaciones, entre tanto la tipología, podría entenderse como la forma de establecer categorías acordes con las similitudes encontradas en ellas. Visto de otra forma, los tipos en Arquitectura son variedades, modelos o patrones de edificaciones y la tipología es el proceso de estudio, análisis y categorización de esos tipos (Salazar, 2013). En ese sentido, la interacción del arquitecto con el cliente puede reforzada por medio de ayudas visuales que posibilitan un acercamiento ágil para la definición de criterios de diseño en sus diferentes componentes.

Figura 27

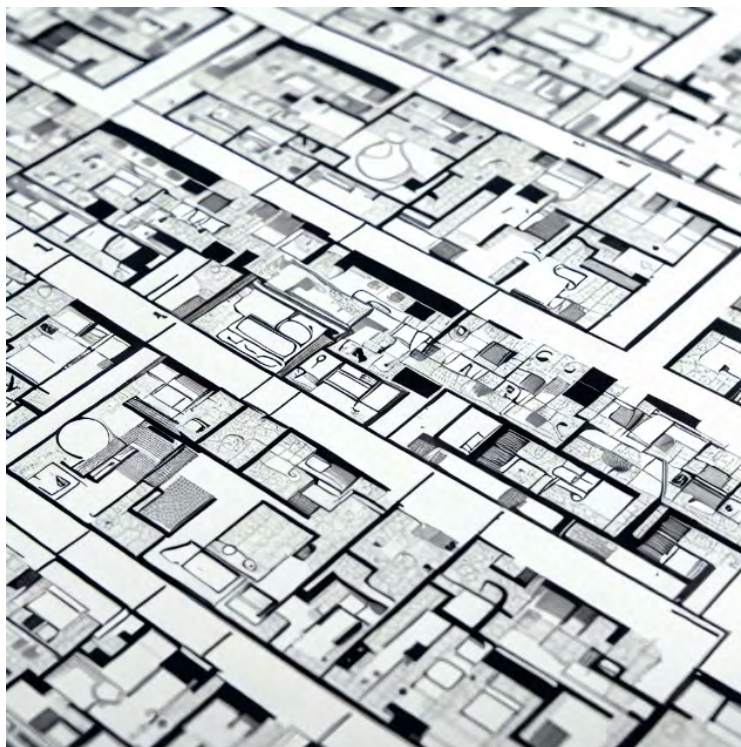
Tipos de vivienda en fachadas.



Fuente: Chatgpt-Dall-E (2023).

Figura 28

Tipos de viviendas en plantas.



Fuente: Chatgpt-Dall-E (2023).

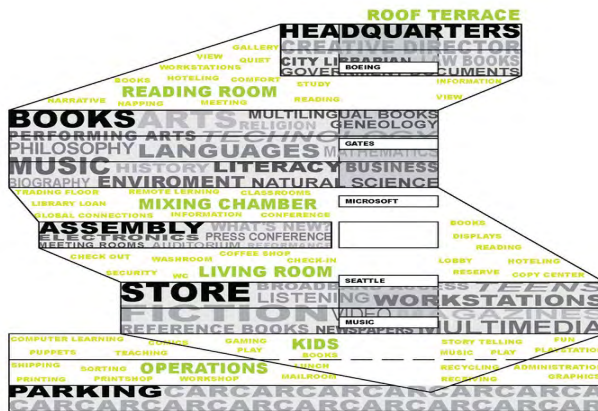
Una vez entrado el siglo XX con sus correspondientes adelantos y aportes a los procesos civilizatorios, resalta el surgimiento del diagrama como aspecto que transformo radicalmente la forma de proyectar, en la medida que habilita y facilita la innovación en la organización de los procedimientos primarios del diseño arquitectónico, agiliza el manejo de un volumen creciente de información y deja de lado enfoques teóricos fundamentados en la representación (Der Maas, 2011).

Si bien el diagrama corresponde a una gráfica que representa esquemáticamente una idea y ya había sido usado en diferentes épocas, su implementación en el ejercicio de la Arquitectura lo acreditó como instrumento que permite generar, analizar y

contrastar los elementos y unidades que hacen parte del diseño, además de facilitar a que el diseñador pueda enfocar su interés, lo cual lo convierte en catalizador de sus imaginaciones. “Este descubrimiento llevó a arquitectos y urbanistas a instrumentalizar el diagrama y a integrarlo en el proceso de diseño” (Der Maas, 2011, p. 35). En las siguientes ilustraciones se presenta un ejemplo de diagrama que simultáneamente ejemplifica al objeto y hace referencia a su funcionalidad interna.

Figura 29

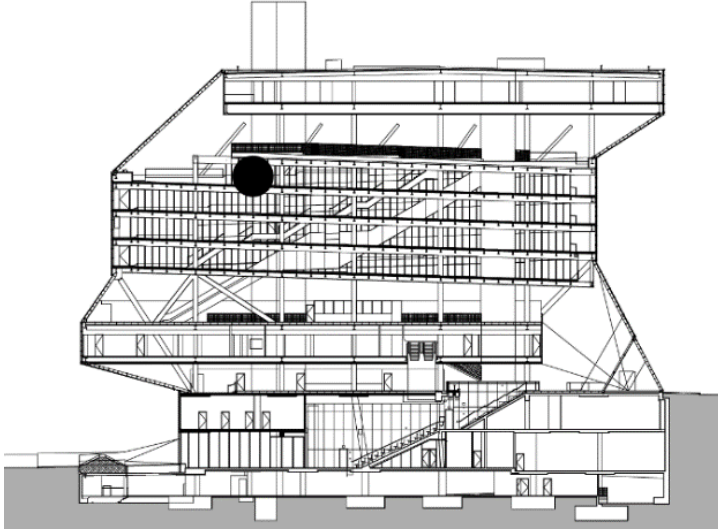
Diagrama que ejemplifica al objeto y a su funcionalidad.



Fuente: OMA, LMN (2004).

Figura 30

Corte de la Biblioteca Pública de Seattle



Fuente: Pressbooks (s.f.).

Figura 31

Fotografía de la Biblioteca Pública de Seattle.



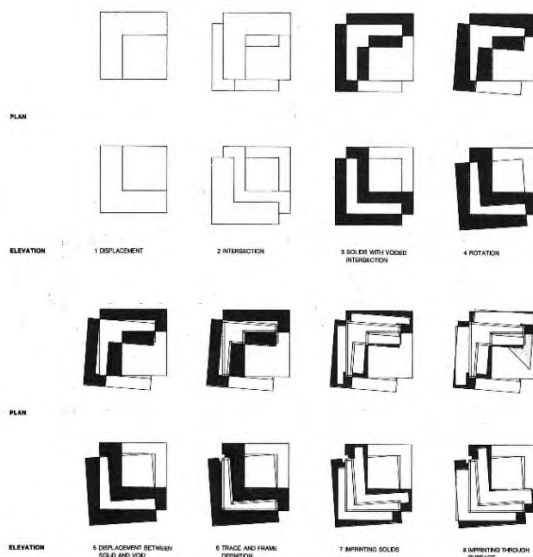
Fuente: Pressbooks (s.f.).

El diagrama también puede ser explicado como un esbozo reduccionista que contribuye a la explicación del proyecto arquitectónico, cuyo enfoque metodológico otorga la posibilidad de regir todas las fases de su elaboración, lo que lo convierte en un instrumento eficaz, en un método “(...) receptivo a la información no arquitectónica. Se integra en la perspectiva de conceptualizar un proyecto mediante el uso de imágenes, metáforas, modelos y signos, desdibujando la separación entre análisis y creación” (Der Maas, 2011, p. 35).

Como sistema de relaciones existentes en los proyectos arquitectónicos, el diagrama habilita una mayor comprensión de sus interacciones sin tener que acudir a la representación detallada de toda su estructura y deja abierto un gran abanico de oportunidades para el desarrollo de las siguientes fases, de tal forma que opera como lo hacen los analistas de sistemas, quienes se enfocan en la interrelación de los múltiples elementos en la creación y mejora de cualquier herramienta informática (Remes, 2015).

Figura 32

Diagrama de relaciones morfogenéticas. Casa Guardiola, Cádiz.

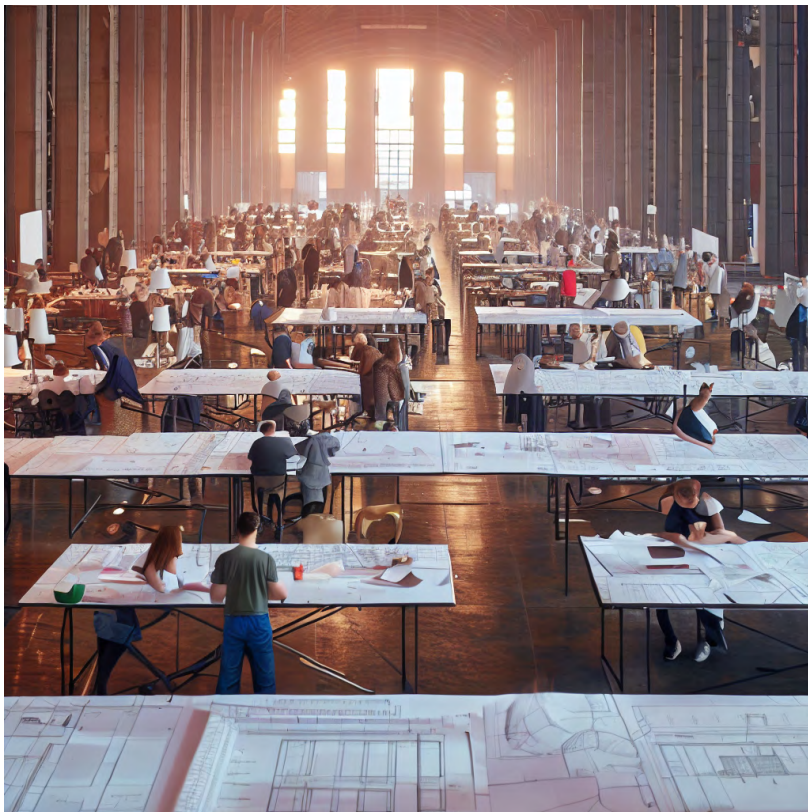


Fuente: Eisenman (1988).

Peter Eisenman, como arquitecto reconocido por usar el diagrama en el análisis de relaciones, plantea una sintaxis de relaciones formales estructurales morfogenéticas para la creación y manipulación formal (Remes, 2015). También asume el proceso de diseño como un proyecto y considera que la labor del diseñador relacionada con el control de su desarrollo le permite controlar las demás etapas de creación proyectual, aspectos que impulsaron a las siguientes generaciones de arquitectos a trasegar nuevos caminos de exploración proyectual algorítmica (Miret, 2018). Cabe resaltar que las innovaciones algorítmicas se encuentran estrechamente asociadas a la matemática y a la informática, lo cual abrió la ruta para profundizar en la era digital.

Figura 33

Taller de dibujo antes de los sistemas CAD.



Fuente: Chatgpt-Dall-E (2023).

Dado que el siglo XXI permitió avanzar en la implementación de las Tecnologías de Información y Comunicación (TIC) y sus diversas herramientas, estas fueron paulatinamente incorporadas a las actividades habituales y cotidianas, especialmente por parte de los jóvenes, quienes experimentan la necesidad de “interactuar cotidianamente con las tecnologías” (Erazo y Muños, 2007, p. 724). Lo anterior, ha conllevado al uso de las TIC en los procesos de enseñanza aprendizaje y de la Arquitectura en particular (Higuera y Mosquera, 2022), sin que esto signifique que se deba prescindir de la utilización de papel y lápiz o de técnicas tradicionales de representación gráfica, las cuales siempre deben estar presentes en el ejercicio de la profesión.

Figura 34

Trabajo colaborativo con técnicas tradicionales.



Fuente: Chatgpt-Dall-E (2023).

En este contexto florece la incorporación de los medios y herramientas digitales como apoyo a la representación arquitectónica, de la mano de nuevas demandas relacionadas con la respuesta a prioridades estéticas y a diversidad de condicionantes asociadas a la implementación del tratamiento matemático y la geometría fractal, de la incorporación analógica de formas biológicas.

Teniendo en consideración que, en el transcurso del tiempo, bien sea como profesión o disciplina, la Arquitectura ha demostrado sus capacidades adaptativas frente a los movimientos vanguardistas asociados a la forma de representar gráficamente ideas y proyectos, las transformaciones en la esfera de la digitalización han fortalecido los escenarios de diseño a través de desafíos relacionados con su articulación con campos afines del conocimiento que también se orientan a la configuración del hábitat.

Figura 35

El computador como medio de representación digital.



Fuente: Chatgpt-Dall-E (2023).

Del mismo modo, dentro las especulaciones subyacentes a la introducción de innovación tecnológica en el quehacer de la Arquitectura, se encontraba la discusión acerca del rol que podría ejercer el computador como herramienta de diseño; sin embargo, es evidente que este logró atravesar los límites de la representación y se ha convertido en una prolongación fundamental en el ejercicio creativo, en un medio primordial en la generación de datos y todo tipo de información requerida para configuración de formas complejas (Pinochet, 2009).

Obviamente, la utilización de herramientas e instrumentos tecnológicos empieza con el apoyo que prestan los sistemas de Diseño Asistido por Computador (CAD, por sus siglas en inglés), usados desde la segunda mitad del siglo pasado para disminuir tiempos y agilizar las actividades de representación. En el marco de sus estudios doctorales en el Massachusetts Institute of Technology, Sutherland planteó en 1963 el sketchpad (cuaderno de bocetos, en inglés), al cual se distingue ampliamente como la “primera interfaz gráfica interactiva de la historia, y su influencia monumental en el desarrollo de la computación interactiva es ampliamente reconocida” (Cardoso, 2012, p. 52).

En ese entonces, las industrias aeronáutica y automotriz advirtieron las potencialidades de este adelanto tecnológico en el proceso proyectual, mientras que su implementación en el diseño arquitectónico tardó más de una década. En ese sentido, la aplicación de este sistema digital generó una disminución significativa del valor y del tamaño del computador personal. El surgimiento del software AutoCAD en los años 80 del siglo pasado inició el uso de herramientas comerciales en el proceso de diseño mediado por computador y facultó la concepción de nuevas generaciones de profesionales formados y respaldados por una variada gama de servicios que ofrecen múltiples posibilidades de diseño de edificaciones y objetos, así como oportunidades de incrementar la efectividad de los arquitectos instruidos en su manejo. Seguidamente, a fines del siglo XX, la personalización del computador facilita la implementación de los sistemas CAD como una interfaz que operativiza los procedimientos habituales en la proyectación arquitectónica. Al respecto, en el marco del creciente uso de los adelantos tecnológicos, estos se han

convertido en un aliado estratégico que apoya a los diseñadores y permite potencializar sus habilidades proyectuales, algunas veces por medio del reemplazo circunstancial de la mano y las técnicas tradicionales por las pantallas de los computadores.

Actualmente, la incorporación de la digitalización en diversas áreas (Rodríguez & Silva, 2006), ha convertido al CAD en un gran movimiento que soporta las dinámicas investigativas computacionales del ejercicio de la Arquitectura. Dicha tendencia se respalda, a su vez en representaciones gráficas y geométricas de diversos tipos, aplicaciones de modelación en dominios digitales, diagnósticos digitales de escenarios tangibles y creación material de ambientes digitales. (Bonnet, 2019)

Hoy en día los sistemas CAD cuentan con infinidad de aplicaciones que responden a las exigentes pretensiones de la productividad industrializada y sin ellos resulta imposible responder a dichos requerimientos (OCW-UV, 2016), tanto en el campo arquitectónico, como los procesos de diseño de todas las áreas del conocimiento y la producción industrial. Se considera que Frank Gehry, con el museo Guggenheim de Bilbao inaugurado a fines del siglo pasado, originó una transformación significativa en el ejercicio de la Arquitectura, al concebir una compleja edificación que demandó robustas estaciones de trabajo y software especializado (Pinochet, 2009), usado hasta ese momento en la ingeniería aeroespacial.

Si bien lápiz y papel dejan de lado su acostumbrado aspecto elemental se convierten respectivamente, en puntero y monitor del computador, no se debe relegar su naturaleza ni sus propiedades dentro de la fundamentación básica del dibujo arquitectónico; a la vez que estos atributos se consolidan dentro de una interfaz digital que ofrece más versatilidad, rapidez y agilidad para configurar formas de cualquier complejidad.

Figura 36

Museo Guggenheim por Frank Gehry.



Fuente: Chatgpt-Dall-E (2023).

Claramente, la creciente combinación de información con atributos físicos y digitales que se incorpora actualmente y de manera habitual en el proceso de diseño, se encuentra relacionada tanto con la representación como con otras formas de innovación y transmutación en el arte de proyectar. Surgen nuevas aproximaciones de abstracción soportadas en el manejo y la priorización de múltiples variables que posibilitan la interpretación de los componentes clave del proceso de diseño, construcción y operación de una obra arquitectónica, de concebir y explorar diversas proyecciones de cualquier idea mediante la utilización de software de modelado avanzado (Pinochet, 2009). De esta manera, el avance de la tecnología globalizada, que se mueve entre el arquetipo de la complejidad y la llamada modernidad líquida, afecta de manera drástica la forma como se percibe la creación de espacios arquitectónicos

(Baugman, 2010).

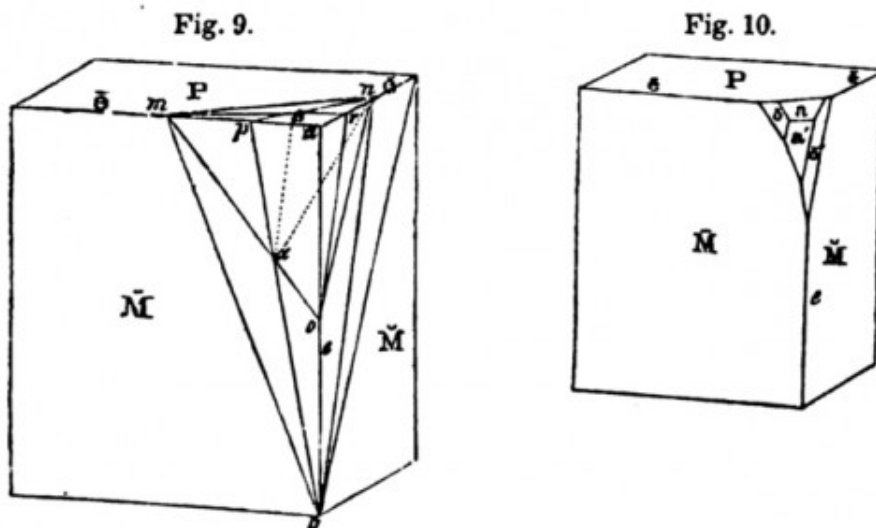
Por su lado, Rhinoceros es un software desarrollado en 1990 por la empresa Robert McNeel & Associates y que también ha generado un aporte relevante en el campo del diseño gracias a sus capacidades avanzadas en la modelación 3D y la configuración de geometrías con alto grado de complejidad por medio del plugin Grasshopper que permite proceso de diseño generativo, de tal forma que ha presentado un crecimiento vertiginoso en su aplicación, tanto en programas de Arquitectura como en empresas de diseño y construcción.

2.4 Diseño paramétrico

El concepto *paramétrico* se aplica en diversos campos del conocimiento, pero es originario de la matemática y ya desde 1837 James Dana publica un manuscrito acerca de figuras de cristales, en cuyo texto propone una secuencia lógica para direccionar al lector en el dibujo de una serie de cristales por medio de un enunciado soportado en parámetros (Davis, 2013).

Figura 37

Dibujo de figuras de cristales basado en parámetros.



Fuente: Dana (1837).

Navarrete (2014) es otro autor que, de manera similar a Davis puntualiza el término desde una aproximación ponderada, pero situada en correspondencia directa con las matemáticas y arguye que los parámetros corresponden a datos que se consideran esenciales en el proceso de análisis o valoración de cualquier circunstancia, a variables que posibilitan la identificación matemática en un conjunto de componentes de su valor numérico o características particulares. De esta manera, la evolución de la articulación de los parámetros con las matemáticas generó la condición de apoyar y agregar otros caminos orientados a una apreciación multidisciplinar para la organización del conocimiento y la interpretación del entorno, de acuerdo con las condiciones cambiantes del territorio.

Según García & Lyon (2013), la función del parámetro es la de evidenciar cualidades, categorías y representaciones concretas, de tal manera que “un mismo modelo paramétrico puede entregar diferentes resultados según varíen los parámetros que lo controlan” (p 20). Así las cosas, la capacidad de producir innumerables alternativas depende de los datos y las indicaciones brindadas para resolver expectativas, inconsistencias y conflictos, así como para ampliar la cantidad de respuestas, derivaciones o productos. Tal aproximación se constituye en el eje esencial de todo procedimiento o arquetipo en la medida que contempla una etapa de valoración inicial o prediagnóstico que permite obtener las determinantes requeridas para llevar a cabo una acción concreta -en este caso- de producto, de diseño.

Surge de esta forma, de acuerdo con Davis (2013), el cuestionamiento sobre el momento preciso en el que los arquitectos comenzaron a implementar lo paramétrico en su ejercicio profesional; sin embargo, en el marco de las dificultades inherentes a dicha pesquisa lo importante no es identificar con exactitud el inicio etimológico, histórico y técnico en el que diversos arquitectos han hecho uso de la parametrización, sino abordar las múltiples posibilidades de aplicación en el diseño arquitectónico, dado que es precisamente la combinación de estos dos términos, la que produce nuevos paradigmas en los actuales procesos proyectuales, y reconocer que el “diseño

paramétrico, posibilita la relación de variables y datos, a partir de criterios preestablecidos, pudiendo manipular sus propiedades” (Fraile et al., 2016, p. 2).

Por su lado, la utilización de parámetros se incorpora en la proyectación con una orientación clara a la mejora y optimización del producto de diseño, en la medida que es el cliente, con el acompañamiento del arquitecto, el que define las variables o características sobresalientes que se deben aplicar (San Román, 2014). En ese sentido, según Woodbury (2010), la parametrización del diseño está representada en la articulación de aproximaciones de forma, estructura, funcionamiento o significado, las cuales son susceptibles de ajuste y modificación en el transcurso de la evolución del proyecto.

De acuerdo con lo expuesto, el uso del diseño paramétrico corresponde a una permanente transformación del papel del arquitecto y de su relación con el usuario, de la evolución del proceso proyectual desde el modelado inicial hasta la consolidación del resultado según las necesidades cambiantes del entorno y del cliente, como aspecto que, a su vez, desencadena enormes probabilidades de aumentar el número de rasgos y características a implementar.

Se define también al diseño paramétrico como una nueva forma de abstraer una imagen o un concepto a partir de procesos algorítmicos basados en la matemática y la geometría, teniendo como base la naturaleza. Para lograr mayor precisión en la respuesta espacial a todo nivel, se apoya en sistemas como BIM (Building Information Modeling) y PBD (Performance Based Design), para generar nuevas formas de proyectar en la disciplina arquitectónica. De otro lado, otros autores infieren que los procesos paramétricos asociados al diseño se han convertido en parte integrante de sus fines creativos. Al respecto, Kaled (2016) enuncia:

Este término implica la representación de un objeto creado a partir un sistema de operaciones asociadas, que son controladas por límites y variables impuestos por el diseñador. Colocando esta definición en perspectiva,

se podría afirmar que todos los diseñadores e incluso artesanos trabajan de esta manera debido a que aun en los procesos ahora creativos más básicos se tienen en cuenta un sinnúmero de parámetros a relacionar, como lo serían las formas, materiales, colores, dimensiones, procesos de fabricación, normativas, presupuestos y plazos de entrega. (p. 44)

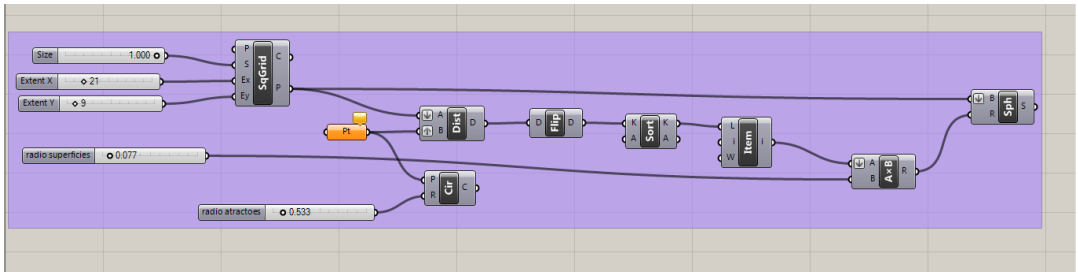
Definitivamente, independiente de la fundamentación de los motivos que dan pie al ejercicio arquitectónico, el profesional debe encauzar sus esfuerzos a la definición, ponderación y jerarquización de variables que tendrán mayor incidencia en la resolución del problema o necesidad del usuario. Por tanto, la parametrización del proceso de diseño se convierte en un componente estratégico de su desarrollo procedimental, de la creatividad y recursividad del arquitecto; así como en un instrumento que amplifica las capacidades para lograr mayor cantidad de respuestas con menos insumos y tiempos, que genera condiciones para asegurar efectividad profesional.

Dicho de otra manera, el diseño paramétrico es un avanzado proceso digital que combina recursos y condicionantes del proyecto arquitectónico con minería de datos e inteligencia artificial, todo ello contenido en una herramienta que se alimenta de aspectos relacionados con volúmenes, límites espaciales, texturas, colores y temperaturas, para, a partir de algoritmos, como los del Plug-in del programa Rhinoceros llamado Grasshopper, permitir experimentar con un conjunto ordenado y finito de operaciones para acceder a múltiples posibilidades de respuesta al problema planteado (Rhinoceros, s.f.).

Frente a los crecientes requerimientos de los usuarios y del mercado, las empresas que fabrican software ofrecen paquetes para actualizar versiones anteriores y permitir acceso a nuevas soluciones. En lo que respecta a Rhino, el plugin Grasshopper no corresponde a un paquete de actualización sino a un accesorio enfocado al diseño paramétrico que facilita la edición algorítmica de una manera gráfica más versátil.

Figura 38

Interfaz gráfica de Grasshopper con algoritmos.



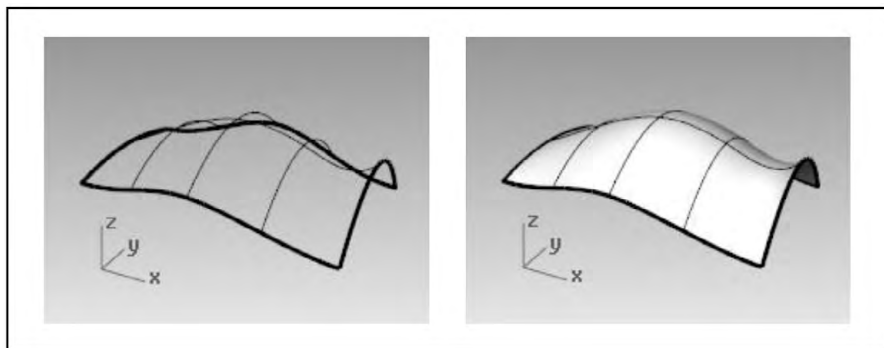
Fuente: Matallana (2020).

De manera similar a las superficies regladas que usó el arquitecto Antonio Gaudí, Rhino cuenta con herramientas que permiten la creación y edición de gran diversidad de objetos y superficies representados por medio de membranas digitales definidas matemáticamente de una forma infinitamente delgada y flexible, que posibilita niveles complejos en la formulación de propuestas formales en escenarios virtuales. A su vez, la curva representa otro tipo de objeto asociado a la representación de superficies. De acuerdo con McNeel & Associates, (2014):

En terminología de Rhino, la palabra curva incluye líneas, polilíneas (segmentos de líneas rectas unidas entre sí de extremo a extremo), arcos, elipses, círculos o curvas de forma libre que generalmente son suaves. (p. 11)

Figura 39

Superficies Rhino en visualización alámbrica (izquierda) y modo sombreado derecha).



Fuente: McNeel & Associates (2014).

Retomando los aspectos básicos de la representación gráfica, la línea como elemento esencial visual del dibujo correspondiente a una secuencia de puntos es adaptada a las herramientas digitales mediante un uso que agrega características de dirección (vector) o de jerarquía (escala). Por su lado, el punto, como componente primario que, a través de su agrupación dispersa o agrupada define gradación de tono, volumen, contorno, luz y sombra, como prerequisite para la generación de configuraciones sólidas, texturas y sombras.

En concordancia con los aspectos fundamentales del diseño, el software se concibe con la facultad de adaptación frente a las múltiples posibilidades de uso, manipulación y transformación de dichos componentes que despliega el arquitecto en su ejercicio formativo y profesional.

Figura 40
Cualidades de los puntos.



Fuente: Pixabay (2020)

Figura 41
Representación gráfica con puntos.



Fuente: Chatgpt-Dall-E (2023).

En el caso de Rhino, este facilita la particularidad de que puntos y líneas, superficies y sólidos sean un aspecto primordial de la parametrización por medio de diagramas que simulan sus comportamientos y son usados para estructurar las variables complementadas con funciones matemáticas de carácter vectorial y escalar.

Por su lado, las llamativas morfologías hiperorgánicas son producto de una serie de teorías puestas en práctica desde el mundo digital. La morfogénesis digital, el scripting, el diseño emergente, los L-system, el diseño generativo y los algoritmos genéticos, son algunas de las propuestas que se han puesto en boga en tiempos de la generación de la forma (Sanroman). Estas nuevas herramientas computacionales están cambiando la forma de proyectar en Arquitectura, en la medida que se articulan con el diseño paramétrico, entendido como un sistema con la capacidad de proyectar de forma automática, a partir de la introducción de determinadas variables, la mejor opción de la distribución espacial o de la estructura de la edificación.

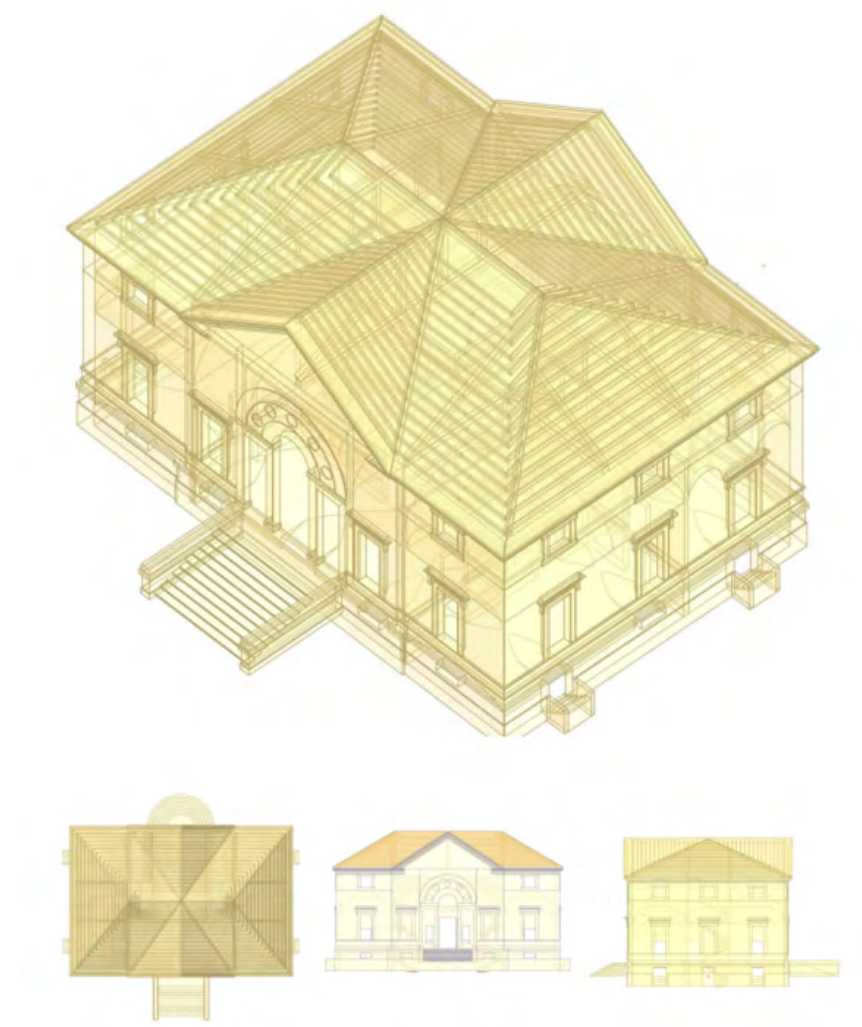
El proceso para generar un diseño paramétrico inicia con la preparación del procedimiento paramétrico, es decir, la definición de condiciones de partida o relación entre las partes, por medio de lo cual se establecen los parámetros y se selecciona la utilidad requerida; seguidamente, se ejecuta el programa y se construye el diseño para, finalmente, proceder a interpretar y seleccionar los resultados a utilizar (Davis, 2011). Renombrados arquitectos, como Toyo Ito, Zaha Hadid o Rem Koolhaas, se han apoyado en el diseño generativo para lograr los diseños que los han llevado a la fama. En ese sentido, es innegable que, al implementar el diseño paramétrico en el ejercicio de la Arquitectura, las posibilidades creativas se multiplican creando una relación dinámica entre el arquitecto y la capacidad computacional a la que este pueda acceder.

La parametrización también permite reinterpretar los procesos de diseño de arquitectos representativos como es el caso de Andrea Palladio, identificando su concepción inicial como proceso algorítmico soportado en parámetros que permiten

generar configuraciones arquitectónicas dentro de una misma tipología, de tal forma que el diseño paramétrico puede ser usado para analizar obras significativas de la Arquitectura y obtener diversos resultados y servir de base para proyecciones futuras (Ullauri, 2022).

Figura 42

Modelo paramétrico de Villa Poiana de Andrea Palladio.



Fuente: Ullauri (2022, p.107).

Como se puede observar, estos nuevos desafíos de la tecnología digital obligan a quienes desean permanecer en la vanguardia del diseño y la comunicación visual a relacionarse con estas herramientas si pretenden ser parte de este nuevo paradigma de la ciencia. Para ello, se requiere entender la problemática, las coyunturas y las oportunidades mediante la definición de conceptos y el reconocimiento de contenidos esenciales más allá de la comprensión superficial de cómo obtener resultados instantáneos.

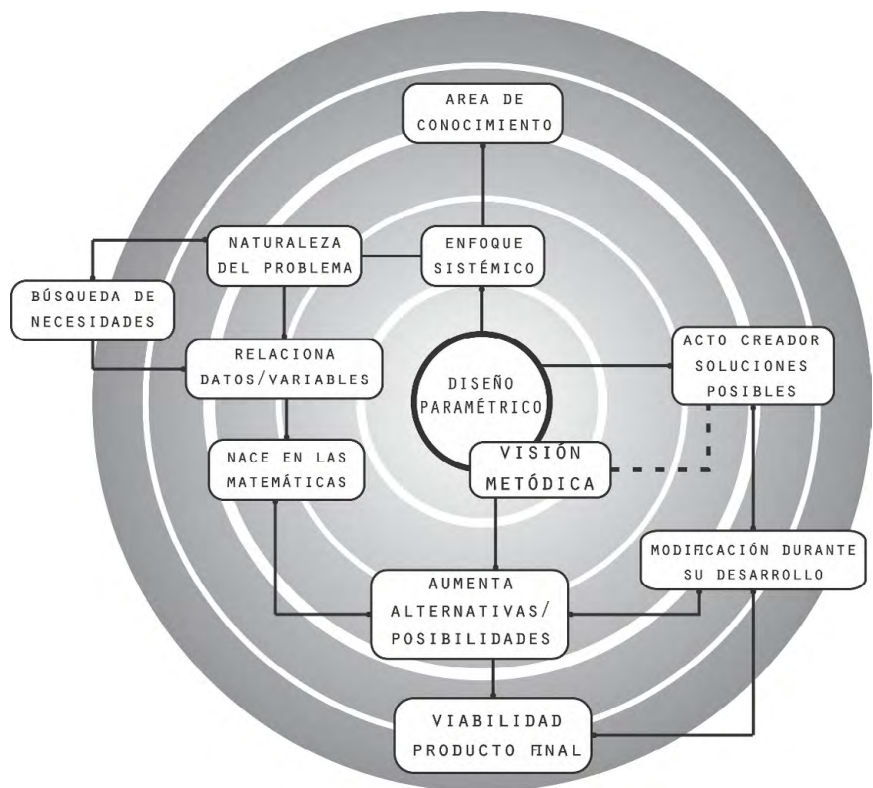
El diseño paramétrico propone sustanciales mejoras en el ejercicio del oficio por parte del arquitecto, pero la asociación de diferentes disciplinas que lo tornan de por sí complejo exige integrar los criterios de diseño como variables para ofrecer respuestas integrales. Hasta el momento se considera como una experimentación de nuevas formas de diseño en donde el resultado final ha de observarse, más que como un modelo tridimensional virtual, como un sistema de información precisa para lograr su real ejecución (Navarrete, 2014). De acuerdo con lo expresado, ante lo importante que puede llegar a ser el diseño paramétrico para el conjunto de la sociedad, es necesario construir el soporte conceptual de esta nueva forma de ejercer la profesión.

A manera de consolidación de una declaración particular, el *Diseño paramétrico* se puede delimitar desde nociones integradoras y desde un enfoque sistémico que permitan interrelacionar requerimientos físicos y digitales a utilizar por parte del arquitecto, así como desde una aproximación metodológica del proceso, en la medida que permite garantizar el desarrollo del proyecto y el cumplimiento de los objetivos planteados con mayor cantidad de resultados.

Tal y como lo menciona Fraile (2012), el diseño paramétrico se concibe como un elemento estratégico que posibilita la liberación de nociones tradicionales durante el ejercicio proyectual; que no solamente se manifiesta en una reinterpretación histórica, sino que sienta las bases para actos creativos e innovadores, ya que implica un cúmulo de diversas respuestas como aspecto

fundamental para la comprensión de la Arquitectura y la configuración de enfoques emergentes en la disciplina.

Figura 43
Síntesis del diseño paramétrico.



Fuente: Matallana (2018).

2.5 BIM (Building Information Modeling)

Aunque la sigla BIM traduce literalmente sistema de información para el modelado de construcción, la comunidad académica lo ve como una metodología de trabajo que se basa en tecnologías computacionales que gestionan la información para diseñar, construir, utilizar, mantener y hasta demoler una edificación, apoyada en la comunicación y la colaboración integral (Azhar et al., 2015).

Entonces se debe ver a la metodología BIM como un

método de trabajo dentro de un ambiente de colaboración integrado, inter y transdisciplinar entre arquitectos, ingenieros, técnicos, constructores, promotores inmobiliarios, gerentes de mantenimiento y los mismos usuarios, que hacen que los procesos de diseño y construcción mediante un modelo virtual sean más eficientes.

El sistema exige introducir información de todo tipo, en aspectos tales como físicos, energéticos, morfológicos, funcionales, y económicos, vinculando de manera integral toda esa información y ofreciendo respuestas más allá de lo geométrico (3D), de tiempo (4D), de costos (5D), ambiental (6D) y de mantenimiento (7D).

Ante el mito de que BIM es un software, es claro que esta tecnología o metodología -depende como se mire- se apoya en varios programas como Revit de Autodesk, Naviswork, Dynamo, Archicad o Bentley. Otras percepciones consideran que estos programas de software solo dan su mejor producción cuando se trabajan bajo la metodología BIM.

Frente a su inobjetable eficiencia, la metodología ha venido siendo exigida en licitaciones públicas de edificaciones y próximamente en obras de infraestructura en España y otros países europeos, lo que nos indica que en un futuro no muy lejano metodologías como esta o mejoradas van a ser indispensables para la ejecución de obras arquitectónicas o urbanas.

En el campo de la academia, ya existen publicaciones especializadas en compartir conocimiento científico alrededor de la metodología. Por ejemplo, el Journal BIM & Construction Management, con ISSN: 2659-6962, es una revista en español asociada al Centro de Formación Permanente de la Universidad de Sevilla en España, unidad sin ánimo de lucro cuyo objetivo es el de estimular la implementación de BIM y LEAN en España y en los países de habla hispana.

La metodología BIM ha permeado todos los campos de acción de la Arquitectura y la Ingeniería, como por ejemplo en diseño y construcción de edificaciones (Chica et al., 2023) y obras viales,

(Muñoz y Llamo, 2022), así como en el proceso de formación en Arquitectura (Fernández, 2023).

En conclusión, esta metodología pretende gestionar toda la información del o los edificios en una base de datos ligada a un único modelo tridimensional, de manera que, si cualquier información de la base de datos varía, el modelo se actualiza automáticamente logrando optimizar tiempos, costos, calidad y rentabilidad del proyecto, lo cual la hace verdaderamente eficiente. Queda claro entonces, que, en estos tiempos de cambio, todo profesional comprometido con los procesos de diseño y construcción debería conocer y gestionar BIM, so pena de quedar en evidente desventaja frente a sus colegas.

Figura 44

Building Information Modeling.



Fuente: Diseñado por Freepik

2.6 Inteligencia artificial, educación y Arquitectura

Cuando se hace referencia a esa sigla tan presente, conocida como IA (Inteligencia Artificial), el referente es una máquina que aprenda, compare y decida sola, desde el ejercicio desarrollado de la automatización. Entre muchas enunciaciones de IA es factible definirla como ese aparato que intenta asemejar las capacidades humanas de aprender, deducir y buscar soluciones. Su enorme competencia para almacenar información, le permite, mediante un ejercicio de comparación algorítmica, resolver múltiples problemas (Minsky y Simón, 1969).

Las primeras intenciones de crear una IA, se dan en la Segunda Guerra Mundial. Al matemático británico, Alan Turing, le encargaron descifrar los mensajes en clave que los alemanes emitían gracias a la máquina denominada *Enigma* creada por el ingeniero alemán Arthur Scherbius y que permitía cifrar y descifrar mensajes; razones por las cuales era utilizada por la armada alemana y por todas las fuerzas militares alemanas durante la Segunda Guerra. El reto de Turing fue resuelto a fines de 1939 mediante la creación, conjuntamente con el matemático británico-estadounidense Gordon Welchman, de la maquina *Bombe*; por medio de la cual se consiguió descifrar exitosamente las transmisiones de *Enigma*. Más tarde y continuando con sus investigaciones, hacia la mitad de siglo XX, publicó un artículo donde se preguntaba ¿Las máquinas pueden pensar? A partir de allí, propuso el test que lleva su nombre y que permite establecer si una máquina es capaz de pensar como un ser humano (Turing, 1950).

A partir de ese suceso, en el verano de 1956, en la ciudad de Hanover, Nuevo Hampshire (Estados Unidos), por iniciativa de un grupo de investigadores se realizó una reunión en la Universidad de Dartmouth, con el objetivo de discutir entre los selectos invitados la verdadera factibilidad de construir una máquina inteligente. A esa conferencia, por invitación directa del profesor de matemáticas John McCarthy, asistieron renombrados científicos como Marvin Minsky, Nathaniel Rochester, Claude Shannon, Julian Bigelow, D.M. Mackay, Ray Solomonoff, John

Holland, Nathaniel Rochester, Oliver Selfridge, Allen Newell y Herbert Simon, quienes después de amplias discusiones y queriendo diferenciar los términos “autómata” y “cibernética” de su inquietud científica, establecieron que ese esfuerzo se denominaría inteligencia artificial (Christofher, 2024).

Para que una máquina logre reconocer la voz humana e interpretarla o pueda observar con visión artificial e incorporar esas destrezas en un robot, es necesario que ella aprenda apoyada en técnicas matemáticas y algoritmos, que le permitan procesar la información recibida para llegar a una conclusión y con ella tomar decisiones. Al respecto, y teniendo en consideración los avances científico tecnológicos de las últimas décadas, la IA se configura en una disciplina que está mutando de forma acelerada y cada día incide más en la forma como los humanos vivimos (Russell & Norvig, 2023).

Inicialmente, el espectro de la IA se dividió, de forma generalizada, en aprendizaje profundo y aprendizaje automático; aunque es claro que el avance investigativo en este campo es cada día más extenso, sistemático y complejo. De allí, que recientemente han surgido nuevas formas o tipos de IA que permiten comprender mejor sus variables funcionales desde diferentes perspectivas.

De una parte, en la Universidad de Michigan el profesor Arend Hintze, realizó una clasificación de las IA a partir del nivel de complejidad y la capacidad de predicción que pueda tener el instrumento. Inicia su codificación con las *máquinas reactivas*, identificadas como aquellas sin la capacidad de utilizar los datos de la memoria para tomar decisiones. En orden de complejidad, define la segunda clase como IA de *memoria limitada*; en la cual las máquinas, aunque sí pueden aprender de los datos de la memoria para tomar decisiones, están condicionadas a breves periodos de acción. La siguiente escala, *teoría de la mente*, la define como aquella que evoluciona de forma constante en su capacidad de resolver problemas y dentro de ella, las clasifican en niveles de inteligencia artificial estrecha, general y super inteligencia artificial. Finalmente, en la cúspide de su clasificación coloca a la autoconsciencia, entendida

como aquella que el nivel de evolución sensorial de la máquina alcance para entender las emociones además de identificarlas. Estos dos últimos, se configura como la nueva evolución de las IA (Hintze, 2016).

De otro lado, a partir de los enfoques desde lo humano y lo racional, Russel y Norving (2023) consideran que la IA atendía cuatro tipos a saber: Sistemas que piensan como el ser humano, que imitan la forma como pensamos; sistemas que actúan como el ser humano, como por ejemplo el robot que emula la actuación, pero no el pensamiento humano; sistemas que piensan racionalmente como aquellas que basándose en modelo computacionales elaboran un proceso para percibir, razonar y actuar y sistemas que actúan racionalmente acorde con conductas inteligentes y reaccionando a las mismas.

En el aspecto educativo, la IA ha incursionado en actividades básicas como el aprendizaje y la investigación, impactando también en la forma como se dirige desde la administración la pedagogía en el mundo. Un grupo de investigadores dirigidos por Andrés Pedreño, realizaron un estudio de carácter científico que recoge, mediante un amplio conversatorio, la influencia de la IA en la educación superior; aspectos cruciales sobre la incidencia de IA en la educación y sus desafíos en temas como la gestión universitaria, la investigación, la calidad y el tratamiento a futuro, con su debida regulación, así como su impacto en la sociedad desde la ética (Pedreño et al., 2024).

Empresas que lideran la IA y dentro de ella los Chatbots, como *1MillionBot*, han desarrollado modernas plataformas y herramientas de IA, como *E-tutor* y *Millie*, que individualizan y hacen más eficaz la práctica educativa. Casos como estos, confirman no solo la viabilidad, sino la importancia de involucrar la IA en la educación en general (Intel, 2024).

La IA, es un tema que sufre una constante evolución, y aunque se reconoce su inmenso potencial para transformar la forma en que afecta la vida de los humanos, su futuro es incierto. En el ámbito de la Arquitectura, la IA está cambiando radicalmente la manera de diseñar, edificar y operar nuevos espacios físicos. Según Yu-

Tung Liu, profesor de University de Taiwan y Chairman del Far East International Digital Architectural Design Award (FEIDAD Award), por estos tiempos modernos los humanos tendremos que acceder y emerger de tres tipos de espacios: el mental, el físico y el virtual digital. Las novedades tecnológicas facilitan la creación de contextos espaciales nuevos y es así como, nuevos espacios generan una Arquitectura nueva.

Para ingresar en el campo del espacio virtual desde la Arquitectura, es posible hacerlo accediendo a la fantasía del metaverso a través de MTF (Metaverse File Transfer), un protocolo que permite la transferencia de archivos digitales entre disimiles mundos virtuales, en donde muy seguramente, se generará el nuevo diseño arquitectónico emancipado de las limitaciones que exige la materialidad física y sus altos costos (Cutieru, 2022).

En el ejercicio de la Arquitectura, al día de hoy se cuenta con una amplia variedad de herramientas de IA para diseñar, construir y operar las edificaciones de forma más simple y eficiente (Structuralia, 2024). Con este tipo de apoyo, al arquitecto se le facilita la manera de escoger materiales menos contaminantes y más eficientes, tanto en economía como en su respuesta a fenómenos naturales como el clima y los movimientos telúricos.

En el campo del diseño, podremos mencionar como las comunes, el software de diseño generativo que basado en algoritmos produce bocetos de edificaciones personalizados. Dentro de estos, los más utilizados son: AI SpaceFactory, Autodesk Generative Design y Morpholio (Borgues, 2024; Basulto, 2024).

En el área de la simulación, que se utilizan para suponer cómo se comportaría una edificación ante determinadas circunstancias, encontramos ANSYS, Dassault Systèmes Simulia, Autodesk CFD. En la optimización de materiales y de la energía, se destacan Altair HyperWorks, Bentley Systems OpenPlant y ANSYS Discovery Live. Las herramientas mencionadas solo son algunas de las más utilizadas. Cada día, los desarrolladores ofrecen al mercado nuevos instrumentos que van a facilitar y hacer más eficiente el desarrollo profesional de los arquitectos.

Ya en el tema operativo, a pesar de haber incursionado como una moda, es cada vez más frecuente ofrecer los avances de la domótica. Se refiere este tema a la automatización de los sistemas de una casa o edificación como el aspecto térmico, la iluminación, la ventilación, la seguridad, así como la operación remota e inalámbrica de los electrodomésticos para mejorar el confort, la eficiencia energética y aspectos tan importantes como la seguridad. La domótica nace en la década de los setenta, cuando estos procedimientos de automatización del hogar y la oficina comenzaron a implementarse en los espacios usados por los ricos y famosos, por sus costos (Materials, 2018). Estos avances tecnológicos, cada vez son más accesibles y populares.

En conclusión, la inteligencia artificial plantea desafíos y exige reflexiones críticas sobre la forma como se debe realizar su incorporación en el proceso de enseñanza aprendizaje y adaptar la organización de las actividades formativas frente las nuevas realidades que brinda la IA (Gómez, 2024).

2.7 Desafíos de la digitalización en el ejercicio de la Arquitectura

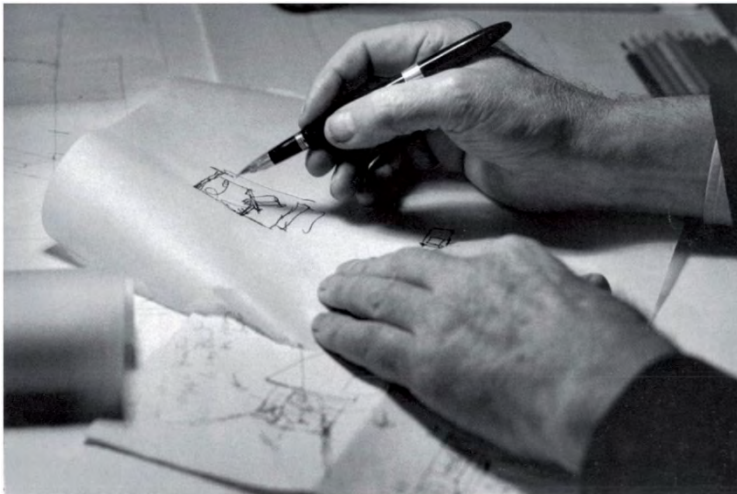
Acorde con la delimitación temporal expuesta en el primer capítulo, algunos de los profesionales contemporáneos de la Arquitectura, formados bajo la fundamentación clásica de la lógica que Vitruvio propuso hace aproximadamente 2.000 años en su 'Tratado sobre Arquitectura' en el que establece que toda estructura debe cumplir tres (3) principios básicos de firmeza, utilidad y belleza, complementada con aportes planteados por diferentes arquitectos de la edad media; consideraron inicialmente como indebida la utilización de medios digitales para la proyectación, dado que la relacionaban con un escenario que redundaría en el decaimiento o la disminución de la importancia de la disciplina.

Actividades que implicaban el uso obligado de la mano en la diagramación de bocetos y esquemas, la utilización de lápices como herramienta de diseño y la realización de maquetas de trabajo y del proyecto final, transitaban paulatinamente a los instrumentos de representación tridimensional que facilitan

la concepción y visualización del proyecto en múltiples aproximaciones, escalas y detalles constructivos. En este punto es conveniente resaltar que aún muchos arquitectos consideran a la mano y al lápiz como parte esencial del proceso de diseño que fortalece la creatividad, la imaginación y las conexiones cerebrales indispensables para la creación de propuestas innovadoras.

Figura 45

Le Corbusier dibujando en su estudio de París, 1959. Photo of René Burri.

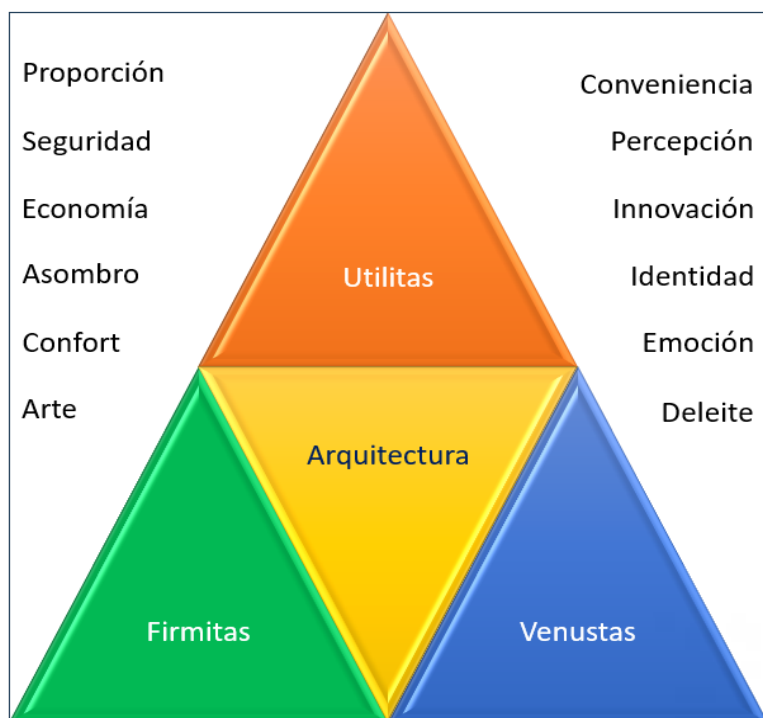


Fuente: Ruegg (1999, p. 47).

Otro aspecto a destacar corresponde al hecho de que muchas personas consideran que puede existir contradicción en los derechos de autor de un diseño o proyecto arquitectónico realizado con la utilización de herramientas tecnológicas. Al respecto, es evidente que el funcionamiento de un medio digital resulta efectivo gracias al diseñador que lo opera en el marco de una formación académica universitaria que le faculta la habilidad de articular armónicamente conocimiento aplicado, competencias y habilidades propias de la Arquitectura; de su experiencia profesional y de la apropiación de tendencias alternativas que hacen parte de la transformación disciplinar.

Figura 46

Triada vitruviana y complementos



Fuente: Elaboración propia (2024)

La necesaria combinación de enfoques tradicionales y emergentes en la proyectación formal y la cambiante forma de concebir modificaciones en la percepción de la obra arquitectónica, producen intervalos en la gestión del conocimiento asociada a las dinámicas proyectuales y el reforzamiento de saberes propios del diseñador que se encuentran en permanente actualización y evolución de sus particularidades convencionales. Por lo tanto, se ratifica la propiedad intrínseca del diseño arquitectónico que implica la articulación de conocimientos para la resolución de conflictos, la satisfacción de necesidades relacionadas con el proceso de habitar, la consideración de percepciones que se dan en el entorno y la diversidad de comportamientos de los usuarios.

De esta manera, los cambios en las formas de pensamiento,

las necesidades humanas y las recientes transformaciones tecnológicas con su impacto en todas las esferas y actividades del ser humano han producido modificaciones sustanciales, no solo en el proceso de enseñanza aprendizaje de la profesión, sino en la respuesta a las demandas tecnológicas de las nuevas generaciones de arquitectos y usuarios.

Para definir el resultado obtenido por el proceso de diseño, referido como el producto final del proyecto arquitectónico, según Correal (2007) “el proyecto se ha convertido en un instrumento de acción de la gran parte de arquitectos profesionales, sin más consideraciones que los procesos técnicos para su elaboración. El valor de la invención ha ido, cada vez más, en franco retroceso” (p. 55).

Un ejemplo de ello, radica en que muchos de los ejercicios asociados a las obras arquitectónicas que se adelantan actualmente han adquirido una dinámica de manejo sistemático desde un punto de vista eminentemente técnico y constructivo, sin contemplar en profundidad la esencia del diseño como aspecto que permite la generación de múltiples argumentaciones fundamentadas, atmósferas y escenarios, propósitos y finalidades, de tal manera que se pierde la noción de concebir nuevo conocimiento teórico y conceptual. Por estas razones, Correal (2007) supone que existe cierta regresión en la concepción de corrientes o tendencias novedosas, oscilación entre estilos clásicos y movimientos emergentes, contradicciones estilísticas que acogen o riñen contra las dinámicas investigativas y las innovaciones tecnológicas, lo que dificulta las opciones de configuración de nuevos saberes y su consecuente aplicación sostenida con miras al fortalecimiento de la enseñanza-aprendizaje y el ejercicio profesional de la Arquitectura.

Al mismo tiempo, Correal sugiere una serie de oportunidades frente al mencionado estancamiento de la profesión y manifiesta que las prácticas propias del proceso proyectual “conducen inevitablemente a una producción de conocimiento, fruto de las acciones que el sujeto realiza en términos de operaciones

proyectuales, en la construcción del objeto u obra de Arquitectura” (Correal, 2007, p. 56).

Este planteamiento sirve de base para plantear que los procesos investigativos pueden ser una herramienta fundamental en la integración de aspectos teóricos y prácticos, en la construcción de argumentos y fundamentos con sentido crítico en la articulación de la digitalización y el ejercicio proyectual. Asimismo, las dinámicas investigativas deben ser vistas como un instrumento que contribuye a optimizar los resultados proyectuales, aportando diversas perspectivas para capitalizar los aprendizajes de las experiencias y reforzar las interpretaciones del diseñador.

Las investigaciones de carácter multi, inter y transdisciplinar incrementan las probabilidades de lograr más efectividad en todo el proceso proyectual, desde la fundamentación inicial hasta la sustentación de los criterios de diseño y ejecución, permiten articular e interpretar diferentes saberes y haceres, áreas y campos del conocimiento, con sus respectivos procedimientos metodológicos y técnicas operativas, que muchas veces se manejan, académica y profesionalmente, de manera fragmentada (Fragoso, 2008).

El tratamiento de transdisciplinar que amerita la Arquitectura reconoce la evolución dinámica de la forma en que esta debe responder a las múltiples y cambiantes condicionantes del diseño. En ese sentido, la articulación de la investigación transdisciplinar con la innovación tecnológica habilita la identificación de dos orientaciones sobre la manera en que se aplican las herramientas digitales en el ejercicio proyectual, la postura representativa y la postura no-representativa (Miret, 2018).

La primera se inclina al uso de herramientas digitales para la representación de lo conocido y se usa frecuentemente con funciones publicitarias o de mercadeo. Por ejemplo, el render caracterizado por un alto contenido y sentido visual, produce una figuración hipotética de una edificación o espacio, mejora la realidad y se soportan en ella para ofrecer escenarios alternativos a materializar en la obra arquitectónica.

Figura 47

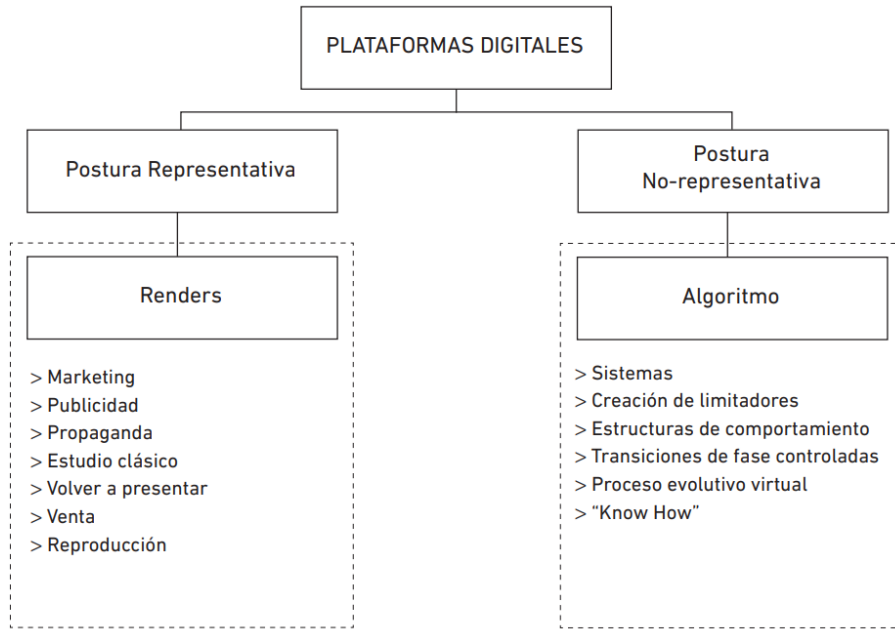
Representación para satisfacción por contemplación visual.



Fuente: Chatgpt-Dall-E (2023).

La postura no-representativa se relaciona con la transformación de la manera como se aborda el ejercicio de diseño y constituye un punto de vista abierto que brinda múltiples perspectivas en la aplicación de las plataformas digitales, ya que “Se trata de operar “desde atrás” de la forma, desde atrás de la Arquitectura” (Miret, 2014, p. 31). Lo anterior, supone la consideración de dinámicas proyectuales habituales no siempre explícitas; la posibilidad de transformar la manera de diseñar, de comprender las diversas y cambiantes condicionantes del proyecto.

Figura 48
Posturas digitales.



Fuente: Miret (2014).

Desde una posición metodológica, Correal (2007) hace referencia a otro modo de plantear el uso de las herramientas digitales, a partir de los obstáculos que presenta el diseñador frente a la obtención y manejo de una gran cantidad de datos y conocimientos necesarios para la concepción del proceso investigativo que subyace el resultado final diseño:

En 1963 el arquitecto inglés Christopher Alexander publica “La síntesis de la forma y el Diseño”, donde plantea un aproximación científica al proceso de diseño con apoyo de modelos matemáticos, a partir de los mejores argumentos del funcionalismo y bajo la premisa de la falta de respuestas formales claras por parte de los arquitectos, debido a la creciente complejidad funcional de los nuevos edificios y por ende, la falta de comprensión de los problemas arquitectónicos por parte los arquitectos mismos (p. 54).

Las diferentes posturas confluyen en que los procedimientos de diseño arquitectónico deben ser establecidos desde enfoques científicos, desde la reconsideración de la Arquitectura como oficio y transdisciplina generadora de conocimientos como campo de acción, cuyas herramientas brindan soluciones a los conflictos relacionados con el proceso de habitar. Al comprender que estas posturas no se consideran excluyentes, podrían dar lugar a una tercera, que acepta lo digital para potenciar lo proyectual y también para representar lo diseñado

Al mismo tiempo, frente a la inevitable evocación en la que frecuentemente cae el arquitecto por las manifestaciones de tiempo pretéritos, “La falta de fe en la Arquitectura actual, que justificaría en parte el refugio en estas reconstrucciones de la Arquitectura del pasado reciente, parece una patología característica de nuestra sociedad” (Hernández, 2008, p. 163). Y es que, de manera consciente o inconsciente, el diseñador busca plasmar nuevamente estilos característicos de otras épocas con ayuda de la recuperación, renovación y restauración.

Lo anterior hace alusión a la escasa convicción que actualmente y en algunos casos, existe con relación a procesos de diseño innovadores, a la resistencia frente a los cambios significativos que demandan la reinterpretación de cánones clásicos y modernos, la configuración de nuevos estilos. También se refiere a las contradictorias, pero posibles formas que ofrece la digitalización para la valoración, recuperación y fortalecimiento de la memoria individual y colectiva.

Al concebir los procesos de diseño desde una esencia variable es conveniente mencionar nuevamente a León Batista Alberti y su obra literaria denominada *De re ædificatoria*, por medio de la cual plantea que las obras arquitectónicas se construyen inicialmente a nivel mental; seguidamente a través de representaciones formales y espaciales y posteriormente, mediante su materialización, de tal forma que el diseñador no solo realiza la acción de articular lo técnico y lo matérico, sino también concibe la manera de construir y hacer realidad la obra arquitectónica, lo que lo convierte en un “pensador” que forja la

idea central de la obra arquitectónica, más allá de un “hacedor” que formaliza el proyecto (Miret, 2014).

Desde estos discernimientos, el rol de la digitalización en el proceso de diseño adquiere relevancia, en la medida que facilita el manejo y control de atributos de orden técnico y material que hacen parte fundamental del proyecto y que Alberti traduce, desde una aproximación paramétrica, en lo que imagina el arquitecto sobre cómo debe ser su obra arquitectónica, de acuerdo con su postura de autor de la idea (Miret, 2014, p. 2).

Lo enunciado exige la concepción e implementación de nuevas estrategias pedagógicas de enseñanza aprendizaje de la Arquitectura que den cabida a la creciente utilización de medios digitales para el desarrollo del proceso de diseño, aun cuando todavía existe cierta prevención frente a tendencias orientadas a un manejo primordialmente visual o a prácticas que caen en la “repetición y representación de imagerías seductoras” (Miret, 2018, p. 10).

De esta manera, se concibe que, a pesar de sus aparentes contradicciones, las posturas enunciadas anteriormente no son excluyentes. En ese sentido, las aproximaciones que emergen para la implementación de las herramientas digitales en el diseño arquitectónico deben ofrecer mayor profundidad en la comprensión e interpretación de la complejidad y multiplicidad de configuraciones orgánicas hasta hace poco inverosímiles o impracticables, las cuales pueden ser concebidas por medio de plataformas de diseño y a través de ejercicios proyectuales de aprendizaje individual y colaborativo, significativo y constructivista, que permitan involucrar a los futuros arquitectos en paradigmas investigativos emergentes con sentido crítico, objetivo y consciente.

El taller de diseño y los espacios integradores de aprendizaje se consolidan como el escenario académico de investigación formativa por excelencia para incursionar y profundizar en la complejidad y transdisciplinariedad de la Arquitectura, resignificar sus experiencias y articular conocimientos transversales de lo artístico y lo científico, lo político y lo económico, lo social y lo

cultural, lo ético y lo estético, lo racional y lo emocional.

En el trabajo investigativo realizado por Bianchi (2003), se determina el rol que ejerce los medios digitales en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Arquitectura y se identifica su alcance sobre las dinámicas proyectuales el proceso pedagógico, lo cual permite establecer los aspectos procedimentales, articuladores y de apropiación que permiten articular los procesos pedagógicos y el uso de las herramientas digitales.

Tabla 2

Herramientas digitales en el taller de diseño arquitectónico

Aspecto	Proceso pedagógico	Uso de herramientas digitales
Procedimental	Interacción con los medios digitales desde el comienzo del proceso formativo	Potencia la intuición e imaginación a través de una lectura virtual de la idea
	Incorporación de la informática en todas las etapas del proyecto	Fortalece la creatividad como parte de todo el proceso y no solo de la presentación final
	Realización de algunas etapas con uso básica del computador	Permite realizar correcciones en poco tiempo desde una concepción integral del proyecto
Articulador	Articulación de medios analógicos y digitales con aumento de la complejidad	Facilita el estudio de múltiples alternativas a partir de modelos simples
	Implementación de herramientas digitales como elemento motivacional	Requiere de un manejo autosuficiente de programas y conocimientos técnicos
Apropiación	Exploración de múltiples posibilidades sintácticas que permiten llegar más allá de la representación proyectual	Permite llegar rápidamente a la propuesta, sin dejar de lado la aproximación a detalles de diferente índole
	Conocimiento ágil y articulación dinámica de las herramientas de diseño	Juega un rol importante en la velocidad de configuración de las propuestas de diseño
	Retroalimentación expedita con visualización inmediata de cambios y avances	Faculta el acoplamiento de la digitalización al proyecto para evitar obstáculos en el proceso creativo

Fuente: Elaboración propia a partir de Bianchi (2003).

Como se pudo evidenciar a lo largo del presente capítulo, la implementación de los medios tecnológicos en el proceso de enseñanza aprendizaje de la Arquitectura debe ser evaluada sistemáticamente para asegurar su utilidad como herramienta de diseño, desde una postura que defina, de manera razonable y ponderada, la factibilidad y gradualidad de su implementación desde el inicio de la carrera. De esta manera, se puede lograr mayor efectividad en las posibilidades de concepción y representación de los medios digitales como mecanismo para favorecer la creatividad y la capacidad investigativa, así como a la eficiencia y eficacia del proceso de diseño.

CAPÍTULO III

APLICACIONES DE LA TECNOLOGÍA DIGITAL EN EL PROCESO PROYECTUAL



APLICACIONES DE LA TECNOLOGÍA DIGITAL EN EL PROCESO PROYECTUAL

Los capítulos iniciales permitieron determinar el eje central de la presente obra y sirven de punto focal para la invitación al uso consciente de la digitalización como herramienta de investigación, diseño y gestión del proyecto arquitectónico. Por lo tanto, el tercer capítulo ofrece algunos ejemplos y aspectos prácticos de la utilización de medios digitales para la interpretación de enfoques teóricos y procedimentales, la visualización de condicionantes del diagnóstico y la configuración adecuada de territorios y modelos urbanos, espacios urbanos y arquitectónicos.

3.1 Territorios inteligentes y modelos urbanos

El surgimiento de nuevas tendencias de desarrollo territorial ha incidido positivamente en las capacidades locales de impulsar enfoques integradores que permiten la vinculación de interrelaciones sistémicas de redes territoriales, urbanas y rurales, el fortalecimiento de sus vínculos y la configuración de territorio inteligentes, los cuales se cristalizan como ejes estratégicos del desarrollo socioeconómico a nivel mundial (Fundación Metrópoli, 2013).

En el caso colombiano, la región Caribe y de los santanderes, gracias a su localización al norte y nororiente del país, a sus características ambientales y socioeconómicas ha sido denominada desde el 2014 como Diamante Caribe y Santanderes con el fin de enfocar su desarrollo al aprovechamiento estratégico de sus fortalezas y de la innovación tecnológica en función del bienestar social y la competitividad económica regional (Wightman et al., 2019). Al respecto, la tecnología simultáneamente como catalizador del desarrollo y como herramienta de planificación regional, permite la configuración de instrumentos y herramientas de planificación como es el caso de los sistemas de información geográfica, los cuales pueden ser interoperables con otros sistemas de información

y bases de datos del nivel local, regional y nacional; permiten la coordinación intersectorial, contribuyen a la reducción de asimetrías territoriales, el fortalecimiento de la gobernanza multinivel y el cierre de brechas en Ciencia, Tecnología e Innovación (CTel) que se presenta en el país.

Otro ejemplo lo constituye el Sistema de Ciudades de Colombia, definido como política pública a través del documento CONPES 3819 (2014) y apoyado por la Ley 1753 de 2015, la cual crea el Observatorio del Sistema de Ciudades (OSC) para llevar a cabo el seguimiento a dicha política nacional y “generar conocimiento relevante para contribuir a la toma de decisiones de política, planeación y gestión de las ciudades con una visión funcional del territorio” (OSC, s.f). El OSC sistematiza la información territorial y urbana por medio del índice de Ciudades Modernas (ICM), correspondiente a un indicador sintético estructurado en 6 dimensiones, 15 dominios y 36 indicadores para el análisis multidimensional y multiescalar del desarrollo urbano integral en Colombia, todo ello con ayuda de las TIC para el procesamiento e interpretación de la información.

En el ámbito departamental y local, existen múltiples aplicaciones de las herramientas digitales para el desarrollo territorial, en aspectos tales como plataformas orientadas a aprovechar la infraestructura de datos espaciales para el catastro multipropósito, sistemas integrados de transporte, gestión integrada de operaciones logísticas y metodología BIM aplicada a infraestructuras urbanas.

3.1.1 Espacios urbanos y arquitectónicos

Para el abordaje del espacio urbano es necesario contar con una presentación sintética de aproximaciones conceptuales; diversidad de escalas y formatos, uso y jerarquía, articulaciones y dinámicas que configuran cada sector o la ciudad en general. En ese sentido, la ciudad como hábitat privilegiado por el ser humano para el desarrollo de sus actividades cotidianas, se mantiene en permanente transformación. Su estructura debe estar orientada a una organización espacial y funcional que permita la coexistencia individual, colectiva y comunitaria del

ser humano desde múltiples interrelaciones que se representan en sistemas urbanos estructurales tales como ambiental, económico, social, cultural, político y tecnológico o sistemas urbanos operativos tales como espacio público, equipamientos colectivos, vial, de tránsito y transporte, vivienda, infraestructura; comercial e Industrial. Cada sistema contiene subsistemas que se superponen e integran en el proceso de habitar.

Lo urbano corresponde a todos los sistemas que, desde la realidad tangible e intangible hace parte de la ciudad y de su acelerado crecimiento, el cual ha acentuado la concentración de población y recursos en áreas metropolitanas y aglomeraciones y ha conllevado a que las ciudades concentren el 80% de la población latinoamericana (Da Cunha y Rodríguez, 2009). En este contexto, el espacio urbano se convierte en un escenario vital para el manejo de los enfoques y aproximaciones conceptuales abordados en esta obra, así como la aplicación de herramientas tecnológicas de diseño arquitectónico, aunque obviamente el suelo rural también debe ser objeto del interés de la Arquitectura como disciplina consagrada al mejoramiento de las diversas condiciones de habitar del ser humano territorio.

En la historia reciente, el suelo rural no solo se ha visto como escenario productivo del sector primario de la economía, sino como un espacio de diversas manifestaciones sociales, culturales y económicas, mientras que lo urbano incluye amplias concentraciones con intereses asociados a la vivienda y el empleo, el comercio y el transporte, el comercio, la construcción de infraestructura y edificaciones y la administración del Estado (Aurousseau, 1921). Otros autores consideran “lo urbano como un tipo particular de paisaje producido por el hombre” (Smailes, 1953, p. 53), que “los espacios urbanos y sus envolventes son el legado histórico de anteriores generaciones, y sirven al ciudadano como proceso de aprendizaje para entender sus raíces originales” (Bazant, 2010, p. 14).

Una de las condiciones naturales de la especie humana es la de llevar a cabo las diferentes interrelaciones en espacios urbanos abiertos que permiten articular sus condiciones

individuales, colectivas y comunitarias, materiales e inmateriales, comunicativas y simbólicas. Los espacios abiertos como producto cultural cargado de significación, interacciones y significados, se ve acompañado de acciones sostenibles para su preservación, de sensibilización hacia la inclusión y accesibilidad universal, por lo tanto, su diseño debe responder a la organización social y cultural, a los usos y requerimientos de la población que configuran el espíritu del lugar (Sotelo y Mosquera, 2013).

Rodríguez (2014) hace referencia a la estructura urbana desde la necesidad de orientar su redefinición en lo público, “concretamente en determinar aquellas alteraciones, incidencias e impactos que logran des-configurar y descomponer la forma urbana” (p. 7), para lo cual propone diferentes aspectos para su interpretación: la forma urbana, el espacio urbano, el espacio público y los niveles de escala.

La *forma urbana* es entendida desde la conformación espacial de componentes tales como zonas, comunas, sectores, zonas y barrios, que estructuran el sistema urbano y juegan un rol importante el desarrollo particular de cada ciudad, dado que dan cuenta de una diversidad morfológica en constante transformación y de la necesidad de orientar su configuración urbanística a la recomposición de dichos componentes, como por ejemplo áreas homogéneas, manzaneo, usos y actividades (Rodríguez, 2014). También se debe considerar que el espacio urbano puede ser de carácter público, semipúblico y privado y es delimitado por el paramento de las edificaciones; por barreras físicas naturales o por componentes simbólicos.

El espacio urbano público correspondiente a elementos de tránsito (calles, vías y caminos) o permanencia (parques y plazas), es el que predomina en los entornos urbanizados en la medida que todo habitante tiene libre acceso para transitarlo o permanecer en este, desarrollando diversas actividades, principalmente asociadas a integración, recreación y ocio, aunque también se desarrollan actividades de tipo comercial y político.

El espacio urbano semipúblico, representado en vías y parques

cerrados, cementerios y polideportivos públicos, plazoletas de edificios públicos, pasos peatonales a desnivel, permite un ingreso y uso de una manera relativamente restringida, generalmente por medio de elementos físicos como tapias, parapetos y cercos; generados para crear sensación de tranquilidad, recogimiento y seguridad.

Finalmente, el espacio urbano privado representado por estacionamientos, terrazas y jardines privados, presenta restricciones permanentes de acceso y permanencia en la medida que se encuentra limitado a sus propietarios o personas que cuenten con permiso especial. Este espacio se delimita por medio de muros y rejas, las cuales conjuntamente con su tamaño y edificación a la que pertenecen, definen las actividades que pueden desarrollas en su interior.

De acuerdo con lo enunciado, el espacio urbano, como elemento esencial del habitar en las ciudades que permite la integración individual y colectiva de los habitantes y de estos con la naturaleza y la cultura, es asumido como contenedor de los vacíos públicos, semipúblicos y privados, mientras que su apretura o cerramiento está directamente relacionado con los comportamientos humanos que hacen parte de la estructura urbana.

Al mismo tiempo, dada la prevalencia y versatilidad del espacio público sobre los demás espacios urbanos, así como la diversidad de su configuración y la complejidad de sus interacciones con los ciudadanos y demás componentes de la ciudad, es conveniente hacer énfasis en su diseño, sobre todo en el de permanencia como componente fundamental de la integración cuya conformación responde a las dinámicas morfológicas e históricas, sociales y culturales, económicas y políticas.

El espacio de permanencia como eje articulador de lo público, se complementa con el espacio de recorrido o tránsito, que, además de articular diferentes elementos urbanos, también se convierte en escenario de dinámicas comerciales y recreativa, entre otras, dependiendo de sus características físico espaciales, importancia y escala. En ese sentido, la escala del espacio

público como base de parámetros relativos que permiten medir el espacio físico, presenta una variedad de significados según las particularidades del entorno y la cobertura de su incidencia, las dinámicas que se lleven a cabo o la importancia de su uso, tanto desde el punto de vista operativo como existencial.

El Documento Conpes 3718 que define la Política Nacional de Espacio Público en Colombia contempla las siguientes escalas: a) regional, con nivel de gran impacto y compuesta por parques con un área de más de 50 ha, incidencia en 2 o más municipios (no incluye parques nacionales o reservas naturales de la Nación), b) urbana, con nivel de impacto urbano alto y representada por zonas verdes o parques urbanos con áreas de 10 a 50 ha, servicio especializado de integración y recreación a todos los habitantes del municipio, c) zonal, con un nivel de impacto medio y caracterizada por zonas verdes o parques prestadores de servicios especializados, su área va de 4 a 10 ha y abarca en zonas urbanas de mayor complejidad que la del vecindario o pequeños barrios y d) vecinal, con nivel de impacto bajo y compuesta por zonas verdes o parques con una superficie inferior a 2 hectáreas que cubre las necesidades básicas de esparcimiento y recreación de la comunidad de residentes y trabajadores de su área de influencia inmediata. En esta escala se encuentran el parque barrial con área menor a 0,25 ha y el parque de bolsillo que se conforma al interior de las manzanas.

De esta manera, es posible establecer una herramienta para la intervención de cada elemento de la estructura urbana en lo que respecta al análisis del entorno y su relación con otros elementos según criterios de concurrencia y capacidad de adaptación.

3.1.2 Diagnóstico digital sobre del espacio urbano

La incorporación de herramientas tecnológicas en el desarrollo urbano, no solo es un proceso que se adelanta en las principales ciudades, sino también en pequeñas ciudades. Un ejemplo de ello, corresponde al uso de herramientas digitales en el análisis urbanístico del espacio público. En ese sentido, para la implementación de instrumentos digitales en un estudio de caso concreto, se procedió a la selección de un espacio urbano

en Pamplona, municipio ubicado en la subregión suroccidental del departamento Norte de Santander cuyo suelo urbano se encuentra a 2.300 msnm, cuenta con 59.214 ha. El lugar a intervenir tiene aproximadamente 5200 m², hace parte del barrio San Agustín y se ubica en el borde nororiental del centro de la ciudad, en la avenida Celestino Villamizar, entre carreras 4 y 5.

El espacio presenta actividades comerciales y de vivienda, así como de articulación vehicular y peatonal en dirección al campus principal de la Universidad de Pamplona y a la ciudad de Bucaramanga y fue recuperado recientemente por la administración municipal; así que la aproximación diagnóstica está focalizada en la ejemplarización de la implementación de herramientas digitales para el análisis urbanístico de espacios urbanos de pequeño formato.

Figura 49

Ubicación del lugar objeto de análisis.

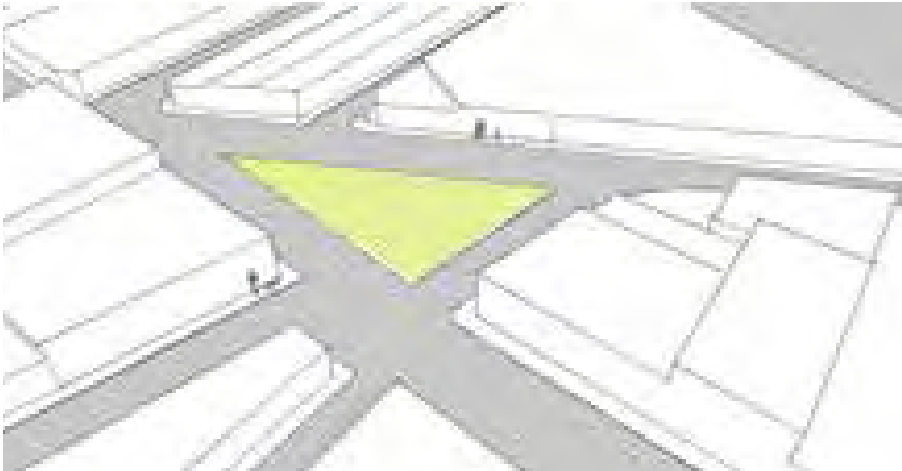


Fuente: Matallana (2020).

La escala vecinal del espacio urbano de pequeño formato coexiste con la morfología urbana de Pamplona, y es adecuada para el mejoramiento de la imagen urbana y de las dinámicas existentes, dado que, aunque guarda semejanza con los parques de bolsillo, ejerce un rol significativo en la estructura espacial del sector en el que se encuentra. Según su localización en la ciudad y la clasificación propuesta en la ciudad de México (2012) para parques públicos de bolsillo, su emplazamiento en la estructura urbana corresponde a remanente urbano (ubicado entre edificaciones) y remanente vial (recuperado para el peatón).

Como remanente urbano, corresponde a las clasificaciones: a) Abierto, dado que se ubica en vía pública y el estacionamiento pone en riesgo el acceso peatonal, y b) Contenido en 3 paramentos con un área entre edificaciones y un frente hacia vía pública.

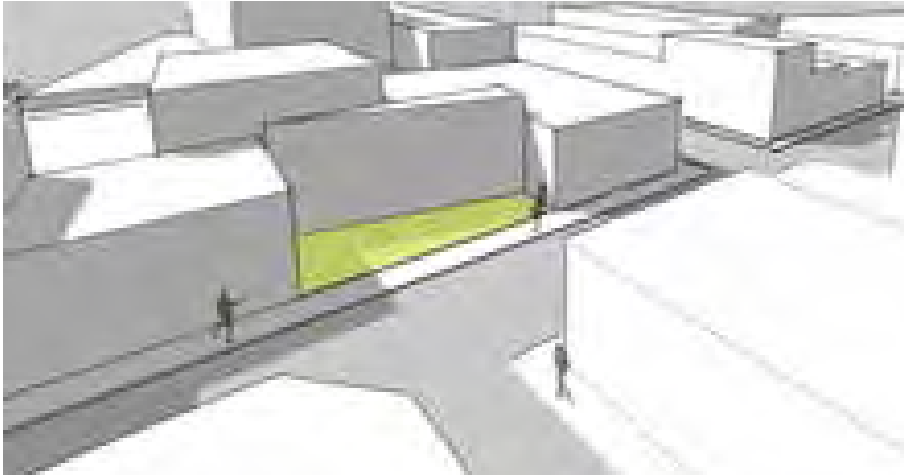
Figura 50
Espacio abierto.



Fuente: Matallana (2020).

Figura 51

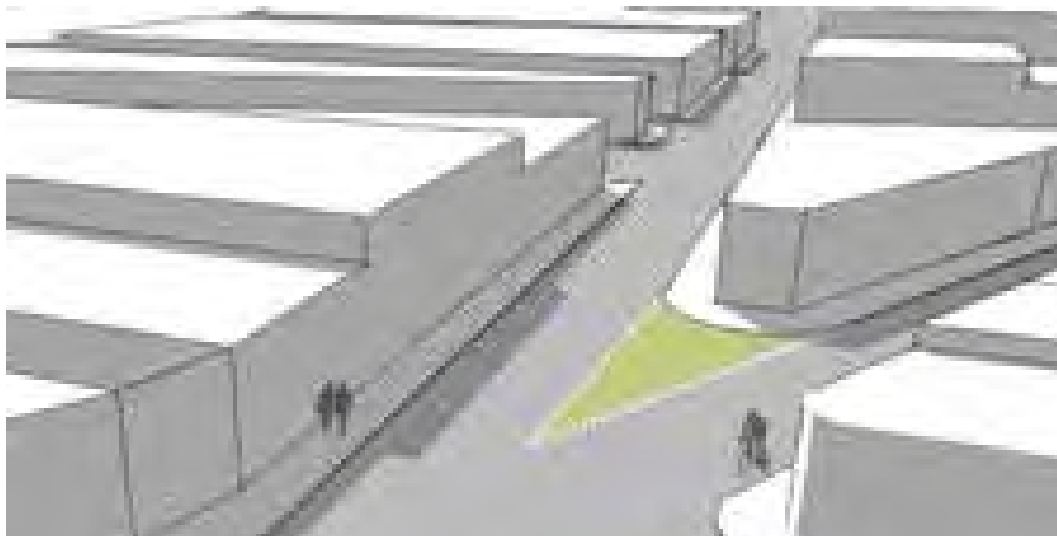
Espacio contenido en 3 parámetros.



Fuente: Matallana (2020).

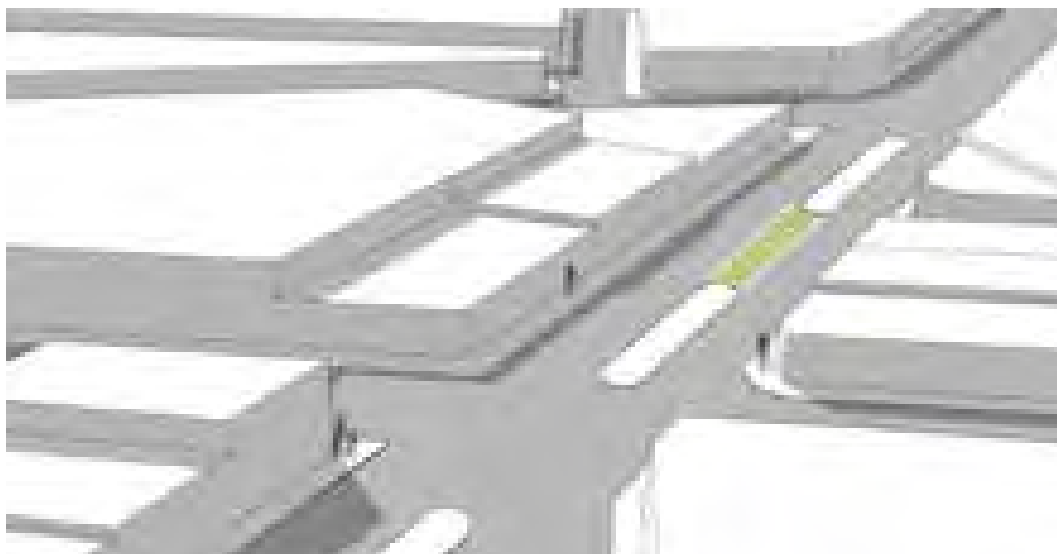
Como remanente vial, corresponde a las clasificaciones: a) Oreja / Aguja, como extensión vial en intersección de dos o calles, b) Isleta, dado que es un espacio peatonal al interior de tres calles y c) Glorieta o península, en la medida que también es un espacio peatonal al interior de una intersección vial. Lo anterior, demuestra que, a pesar de ser un espacio público de bolsillo, cuenta con una complejidad que podría dificultar la apreciación y análisis de diversas variables asociadas a cada clasificación.

Figura 52
Oreja/aguja.



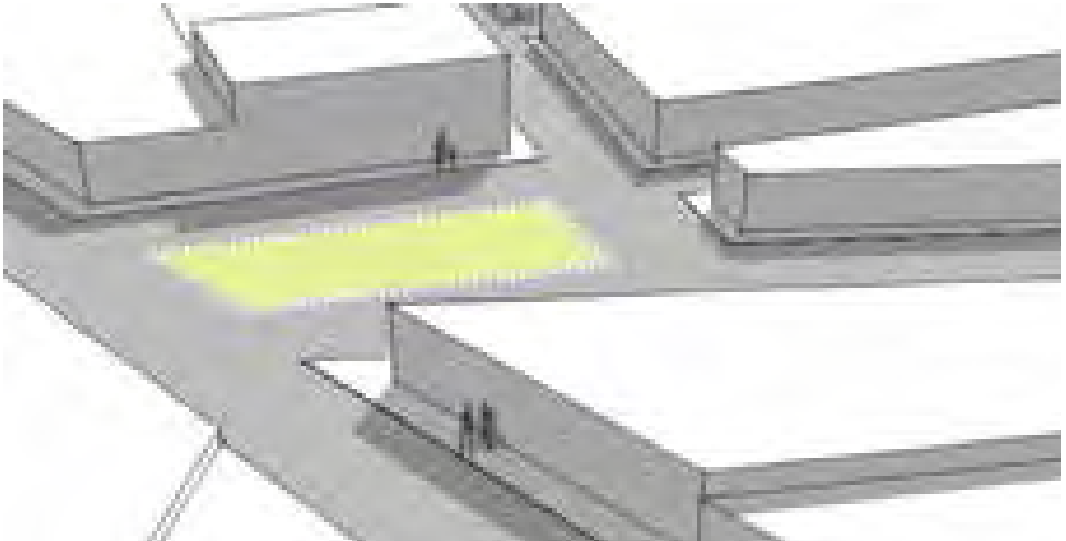
Fuente: Matallana (2020).

Figura 53
Isleta.



Fuente: Matallana (2020).

Figura 54
Glorieta o península.



Fuente: Matallana (2020).

Con el objetivo de trazar un procedimiento que soporte la representación digital y el control gráfico de los aspectos, cuya parametrización permita vincular las configuraciones geométricas en el análisis del espacio urbano de pequeño formato, se estableció una estructura metodológica básica que responde a las particularidades de los ambientes virtuales y a la forma como pueden ser expresadas las dinámicas urbanas en un plano analógico, de tal manera que puede servir de soporte para la instrumentalización inicial del proceso de diseño, pero cuyo desarrollo en profundidad puede ser vital para fortalecer no solo el diseño de espacios urbanos reducidos, sino también la proyectación de diferentes componentes del sistema de espacio público de la una ciudad.

Figura 55

Fases para análisis de espacios urbanos con uso de medio digitales.



Fuente: Matallana (2020).

La estructura se soporta en una secuencia lógica de un proceso analítico mediado por herramientas tecnológicas, representado en procesos y acciones orientadas a la delimitación, sustitución, ejecución (analítica) y diagnóstico; las cuales están soportadas en el mecanismo de *Grasshopper* que permite la conformación de planos y retículas por medio de líneas. Por lo tanto, la primera fase tiene como fin delimitar espacialmente el lugar de intervención y cuenta con tres componentes: 1) la línea, 2) el plano y 3) la retícula.

La segunda fase compuesta por 4) puntos, 5) superficies y 6) sólidos, está orientada a sustituir y visualizar los elementos de la fase anterior con ayuda de procedimientos paramétricos que incluyen las condicionantes del lugar, para lo cual se ejecuta la división de las superficies en retículas de puntos que ocupen toda el área del espacio a intervenir, se adiciona una geometrización circular a todos los puntos de manera que cubra toda la superficie y facilite el reconocimiento de las condicionantes del lugar y se incorporan puntos sobre las proyecciones geométricas para su configuración como sólido.

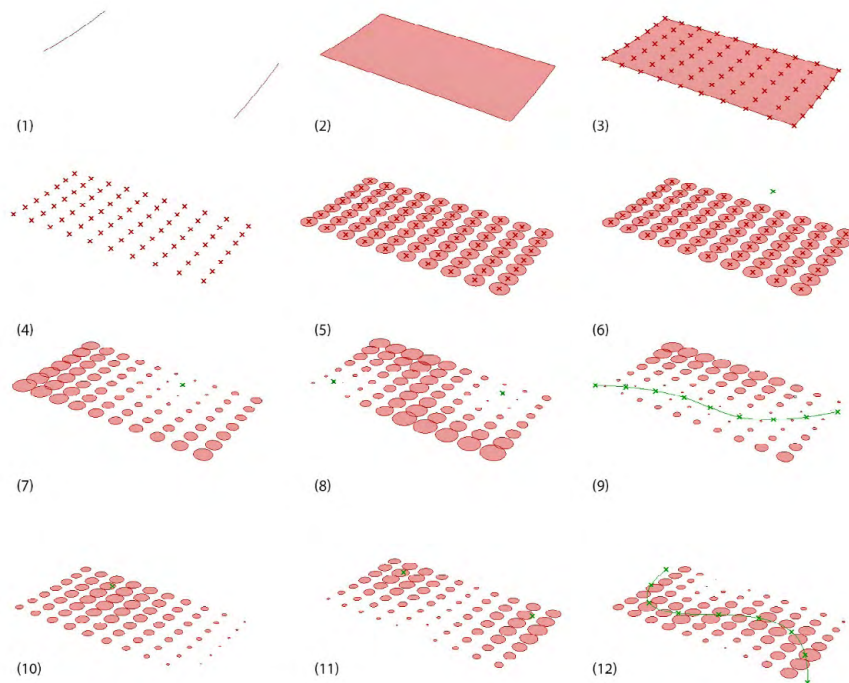
La tercera fase se centra en ejecutar la consolidación del ambiente virtual y se compone de tres actividades secuenciales: 7) dispersar visualmente las configuraciones geométricas en diferentes escalas (de menor a mayor, según proximidad frente al punto atractor) para una recreación inmediata de cada figura en su campo de influencia; 8) direccionar la articulación de dos (2) puntos atractores que ejercen igual tarea y ejecutan una variable escalar idéntica dentro de su radio de acción particular y 9) concretar con ayuda de la línea, como componente operador geométrico dividido en puntos que efectúan su actividad escalar, las trayectorias afectadas por los campos de operación de los puntos.

Finalmente, la cuarta fase dirigida a diagnosticar también se encuentra conformada por tres actividades: 10) recopilar, 11) clasificar y 12) priorizar. Aquí, es necesario tener en cuenta que la tarea de cada punto atractor se cumple de forma inversa, aplicando la acción escalar de mayor a menor envergadura según la proximidad de las geometrías en relación con los puntos. Lo anterior, también se aprecia visualmente según la ubicación espacial de los puntos.

Como se puede observar en la siguiente Figura, la parametrización posibilita la representación de la disposición de las diversas variables físico espaciales como prerequisite para la diagramación y análisis de las condicionantes desde una aproximación escalar que evidencia las acciones que ocurren en cada área de influencia de los puntos, bien sea por dispersión o concurrencia visual referidas al punto de acción. Al respecto, el punto atractor corresponde con una dinámica de uso del espacio urbano y permite visualizar conflictos o no con los demás elementos, y una línea podría ser catalogada como un patrón de movilidad, demostrando su componente vectorial de un punto a otro.

Figura 56

Componentes de representación paramétrica de elementos básicos.

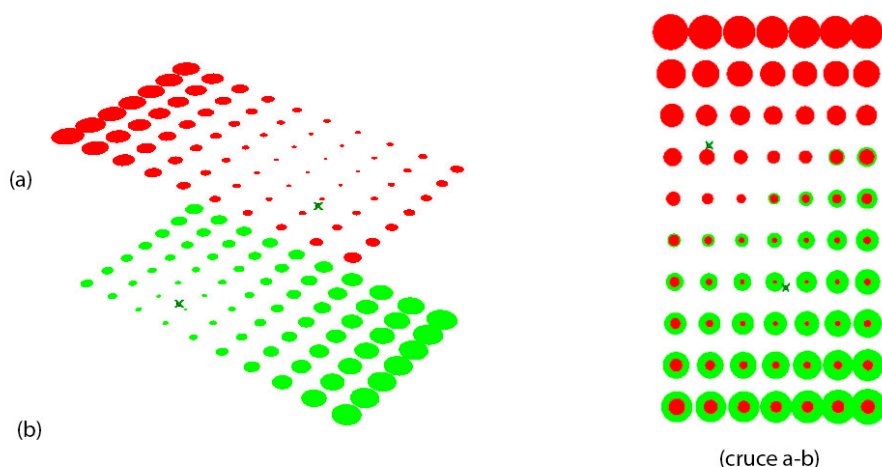


Fuente: Matallana (2020).

Con el fin de presentar e interpretar adecuadamente la información específica de las variables contenidas en un solo nivel, el proceso que se muestra a continuación concierne al cruce de datos derivados de dos (2) o más diagramas, los cuales sirven de soporte para la geometrización espacial, la configuración de un ambiente virtual correspondiente a flujos constantes de parámetros y el diagnóstico del espacio urbano en cada uno de sus componentes.

Figura 57

Cruce de variables geométricas.



Fuente: Matallana (2020).

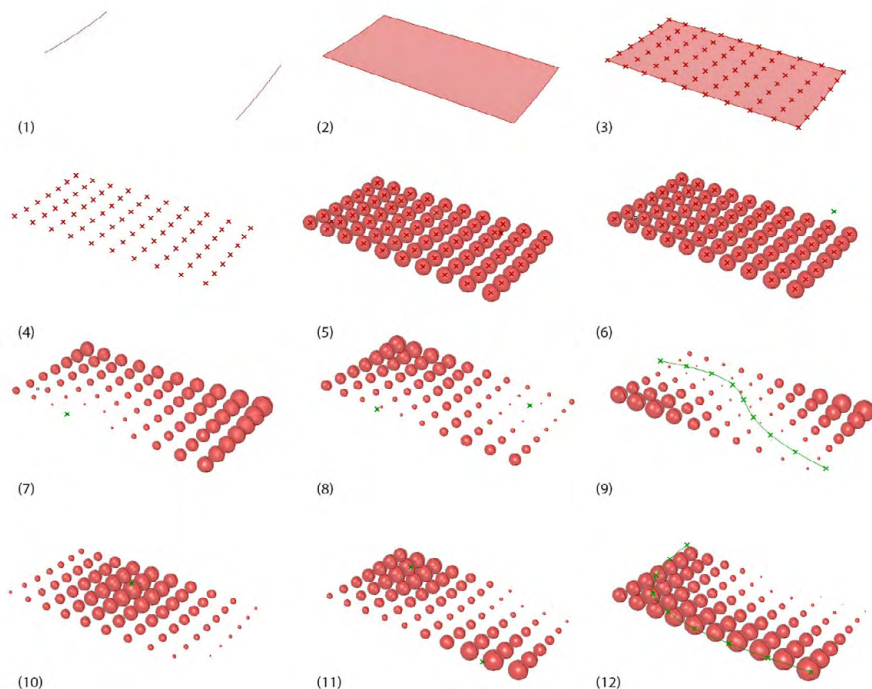
Seguidamente, es posible evidenciar el surgimiento de transformaciones en la unidad geométrica ubicada en la retícula de puntos, los cuales se representan por elementos sólidos o esferas que reflejan dinamismo o vitalidad de cada condición parametrizada en el ambiente virtual del espacio objeto de análisis.

Cabe destacar, que la representación de los sólidos genera la impresión de ocupación espacial en tres dimensiones, lo cual facilita la organización del espacio según la densidad de los elementos sólidos en ciertas partes de cada lugar particular, en concordancia con el punto atractor que, de acuerdo con la anterior figura, utiliza la aproximación escalar con el fin de crear el sentido de densificación o dispersión del lugar dependiendo de la proximidad al punto atractor que ejemplifica la dinámica urbana que se desarrolla en el espacio.

A continuación, se observa la forma en que representa la ocupación espacial de sólidos facilita el establecimiento de puntos de enfoque desde diferentes dimensiones o perspectivas, para la identificación de conflictos y potencialidades de uso del espacio.

Figura 58

Representación de objetos sólidos como puntos de enfoque.

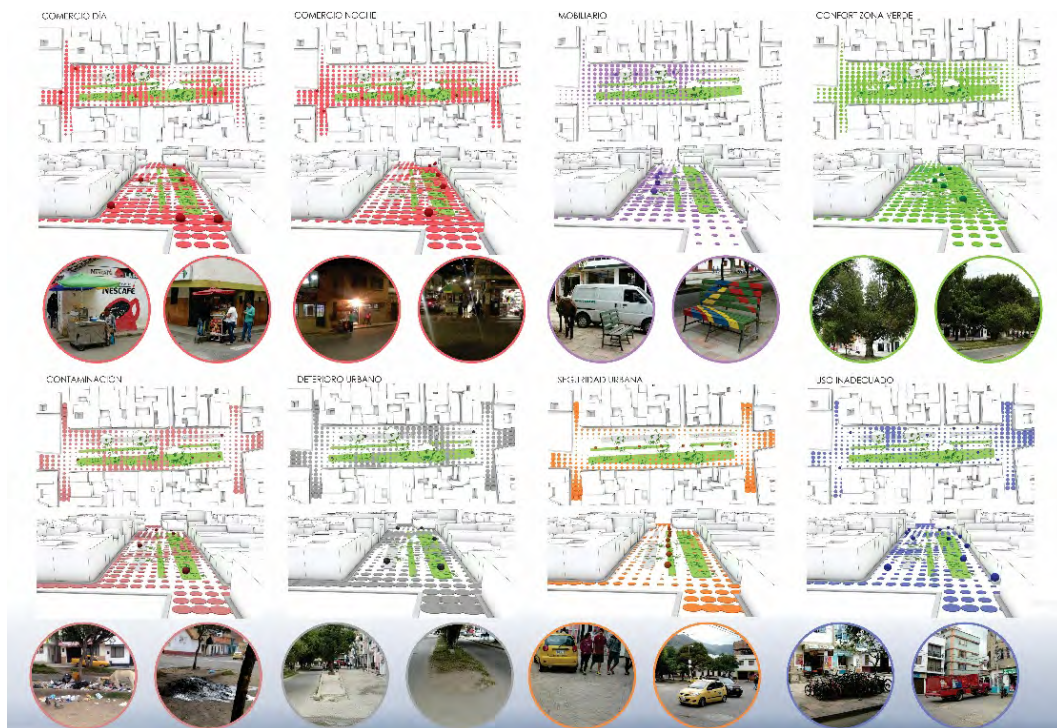


Fuente: Matallana (2020).

La articulación de los diversos diagramas originados por las diferentes variables parametrizadas, contribuyen a la configuración visual de posibles intervenciones, estrategias y acciones sobre el lugar objeto de análisis. Así, el diseño paramétrico se vale de los diagramas para organizar, clasificar y espacializar las dinámicas urbanas propias del lugar y juega un rol fundamental en la detección de fortalezas y debilidades, dado que permite -de manera simultánea- observar y razonar, comprender e interpretar, sentando las bases para ofrecer soluciones coherentes con las problemáticas y factores positivos existentes.

Figura 59

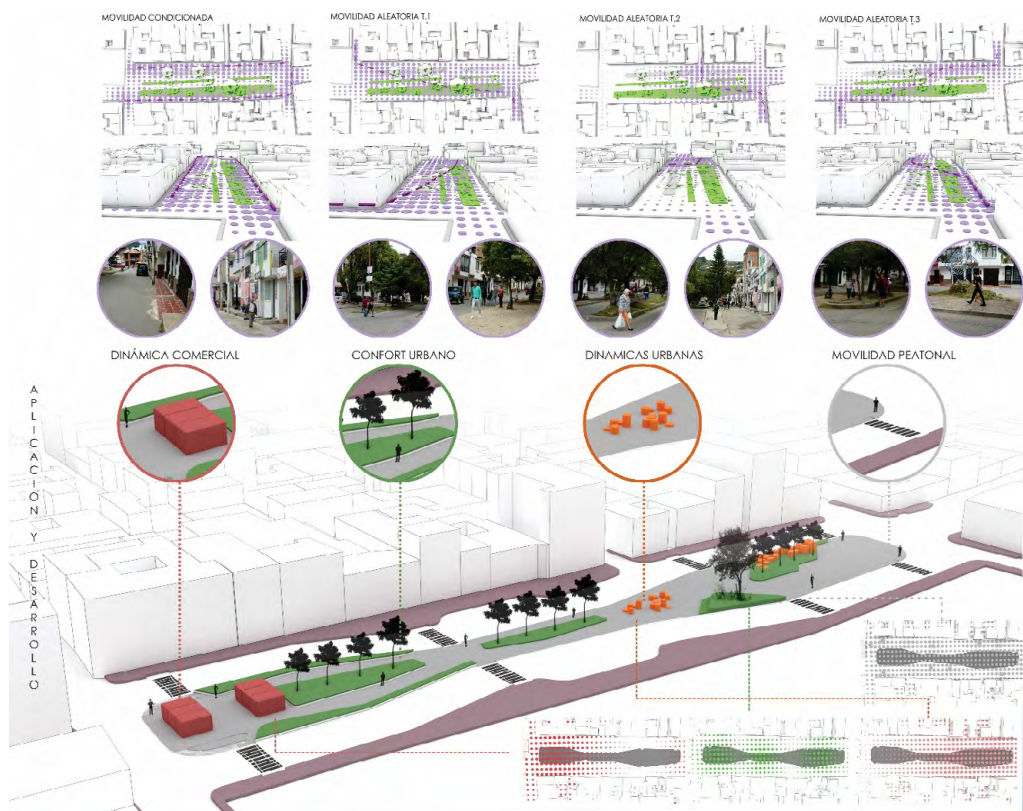
Representación digital de elementos del espacio urbano.



Fuente: Matallana (2020).

Como se puede observar, el diseño paramétrico facilita la representación simultánea en planta y en perspectiva tridimensional del lugar, según variables de análisis tales como comercio en diferentes horas del día, mobiliario, zonas verdes, contaminación, deterioro urbano, seguridad ciudadana y uso inadecuado del espacio. Además, ofrece las condiciones para una adecuada interpretación de los puntos fuertes y débiles de dichas dinámicas, así como de la movilidad urbana como aspecto estratégico del espacio y elemento estructurante de su estructura funcional.

Figura 60
Consolidación espacial del diagnóstico urbano.



Fuente: Matallana (2020).

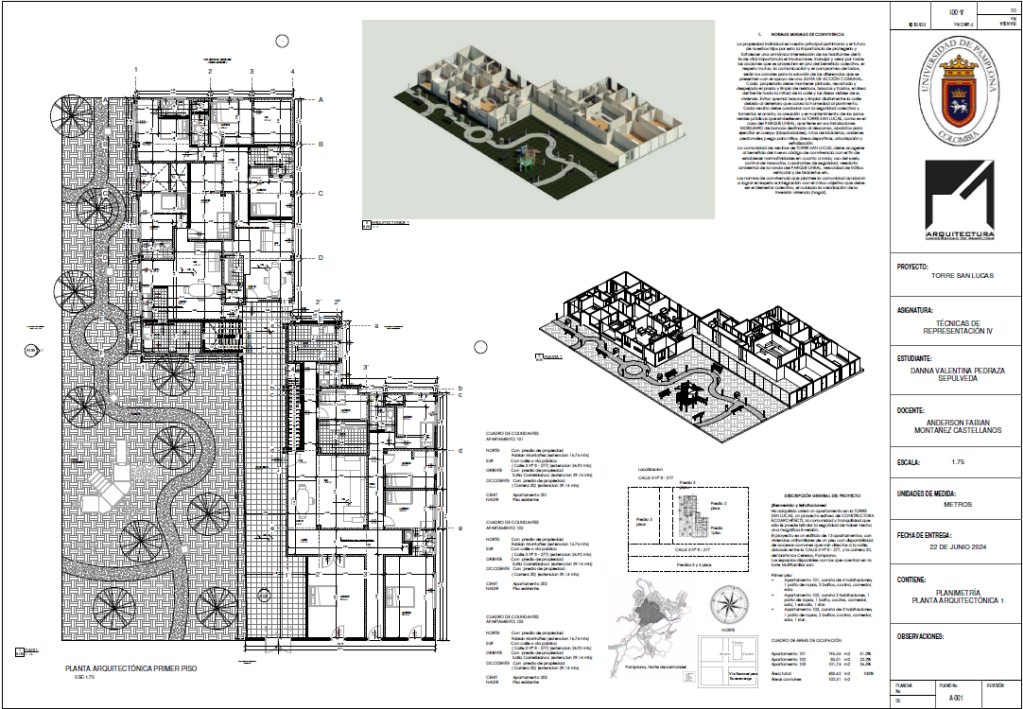
La consolidación del diagnóstico del espacio urbano por medio de diagramas es una clara muestra de la utilidad del diseño paramétrico en la identificación y análisis de múltiples condicionantes de un lugar y la priorización de variables clave, como base al posterior proceso de formulación proyectual.

3.1.3 Implementación de la metodología BIM en el diseño y representación de vivienda multifamiliar

Un ejemplo de la aplicación de la metodología BIM, corresponde a los ejercicios que se llevan a cabo por parte del profesor Anderson Fabián Montañez, en la materia Técnicas de Representación IV del programa de Arquitectura (Universidad

de Pamplona, sede Pamplona) en el que se logra adelantar el diseño, la representación y el presupuesto de una edificación multifamiliar de 5 pisos con planos técnicos y un importante nivel de detalle. A continuación, se presentan algunas imágenes que ilustran el trabajo realizado por la estudiante Diana Valentina Pedraza Sepúlveda durante el primer semestre de 2024.

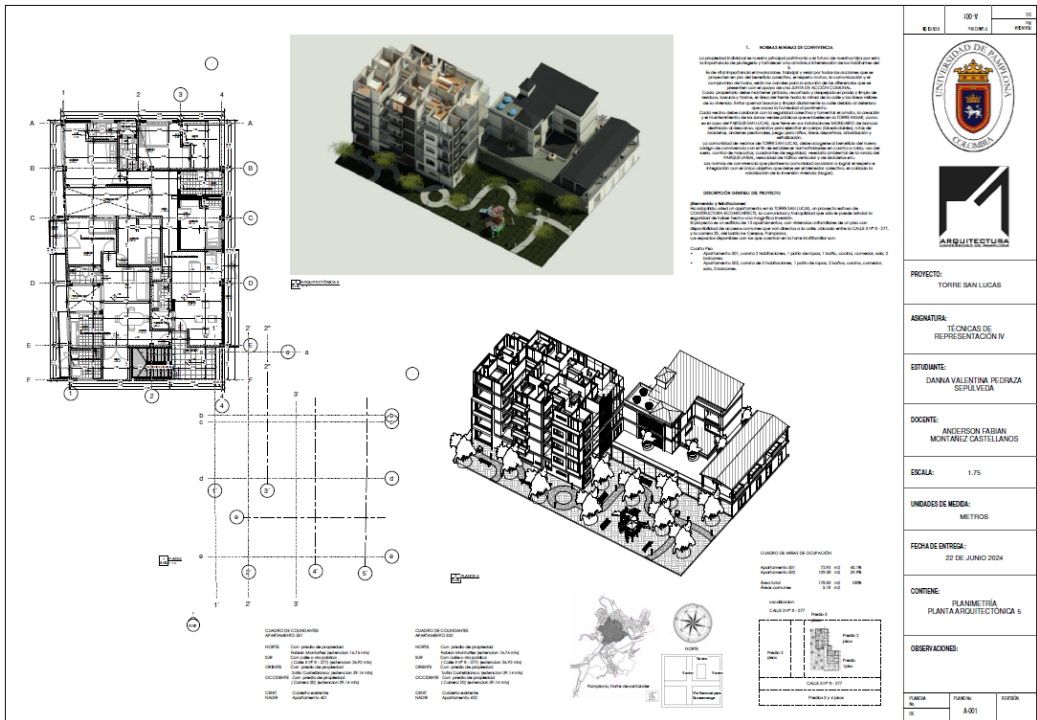
Figura 61
Proyecto torre San Lucas, planimetría piso 1.



Fuente: Pedraza (2024).

Como se puede observar, la Metodología BIM permite agilizar el proceso de diseño, concretar cada uno de los pisos y representar simultáneamente diferentes aspectos de la edificación, de forma que se obtiene una visualización detallada del proyecto en planta y en alzado, la cual ofrece la posibilidad no solo de ver fácilmente la configuración espacial, sino de ejecutar modificaciones para la optimización del diseño.

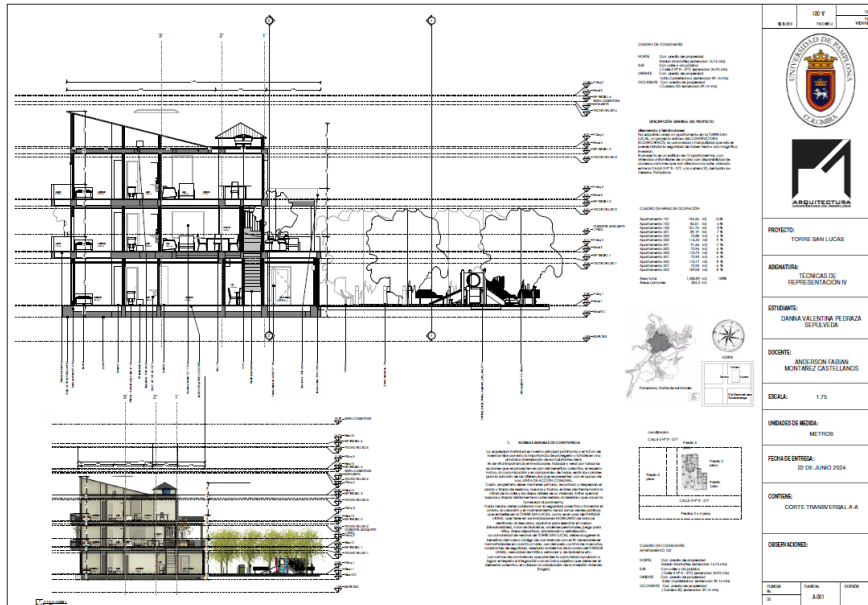
Proyecto torre San Lucas, planimetría piso 5.



Fuente: Pedraza (2024).

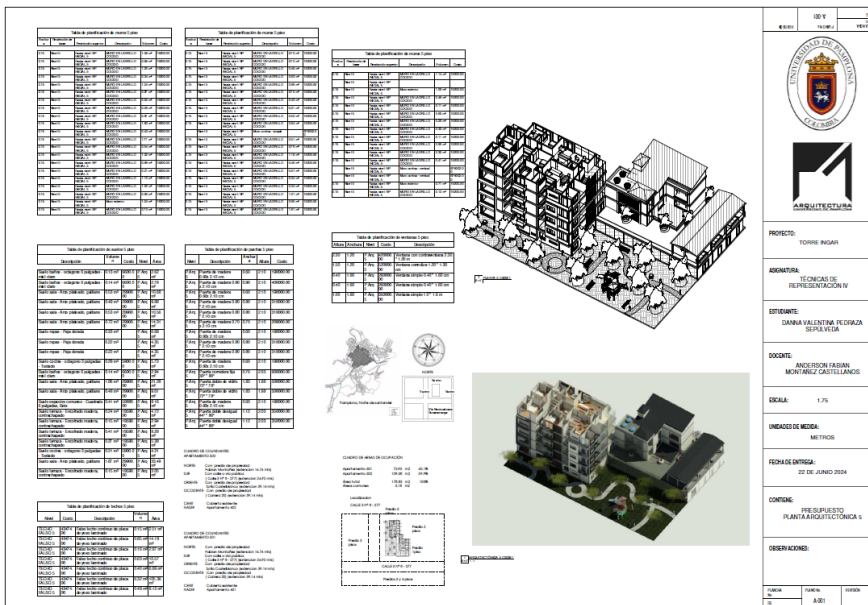
Además, facilita la definición y representación de diversos aspectos proyectuales, tales como cortes, fachadas y cubiertas, lo que representa economía en el manejo del tiempo y, por consiguiente, en el presupuesto del proyecto. En ese sentido, la facultad de obtener información planimétrica precisa y coherente disminuye diversos tipos de inconsistencias, agiliza la determinación de detalles constructivos y viabiliza la realización de modificaciones orientadas a optimizar, de forma colaborativa, el proceso de diseño. Al respecto, la vinculación al presupuesto sistematizado se convierte en un aspecto esencial para los involucrados en el proceso de diseño y construcción.

Proyecto torre San Lucas, Corte A – A.



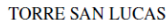
Fuente: Pedraza (2024).

Proyecto torre San Lucas, presupuesto piso 5.



Fuente: Pedraza (2024).

Proyecto torre San Lucas, planimetría general.



Además de los resultados académicos, los procesos de consultoría demuestran la efectividad de la metodología BIM en la elaboración de los juegos de planos requeridos para presentar ante una secretaría de planeación municipal (en municipios con población menor a 100.000 habitantes) o una curaduría urbana en cualquier modalidad: obra nueva; reconocimiento, ampliación y modificación de licencias, entre otros. En cualquiera de las etapas de diseño y construcción la metodología BIM permite agilizar los tiempos, aumentar la productividad y mejorar la calidad de los resultados. A continuación, se relacionan algunos aspectos o características del proyecto que se convierten en información, ya sea para generar identificar los componentes del proyecto o para definir el presupuesto de la obra.

— 176 —

sector y terraceo con los respectivos niveles

Diseño y representación de planos arquitectónicos y constructivos. Incluye cantidad de material en concreto, hierro, estribo, memorias estructurales y detalles de elementos constructivos como zapatas, pedestales, cimientos, columnas, escaleras, placas y cubiertas, así como cantidad de muros, pisos, puertas, ventanas y revoque (pañete, friso o repello)

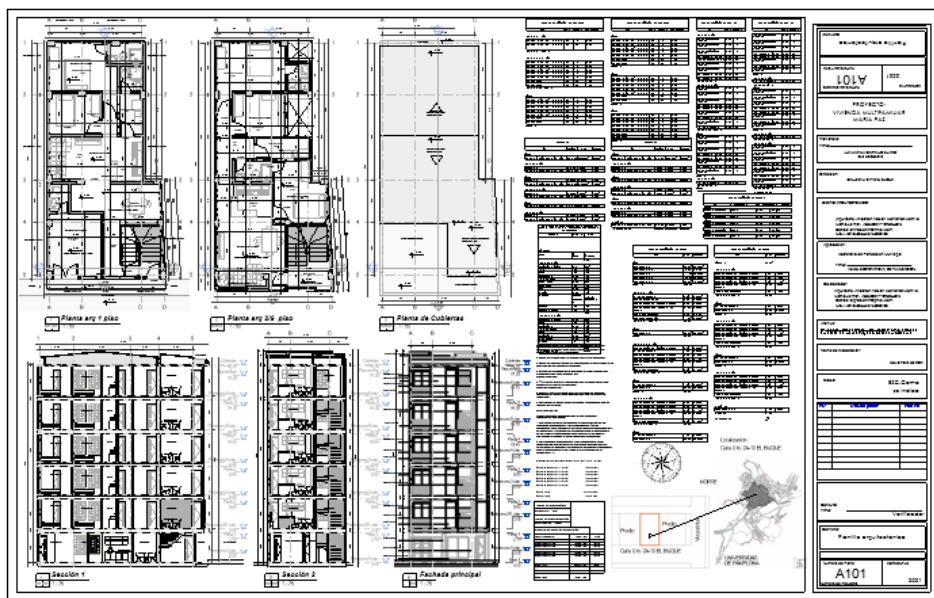
Diseño hidrosanitario. Cantidad de tuberías, accesorios, vistas y detalles de los elementos que conforman las redes y presupuesto del mismo.

Diseño eléctrico. Cantidad de tuberías, accesorios, vistas y detalles de los elementos que conforman las redes y presupuesto del mismo.

Así mismo, la metodología BIM permite observar el proyecto en tiempo real a través de diferentes programas de renderizado.

Figura 66

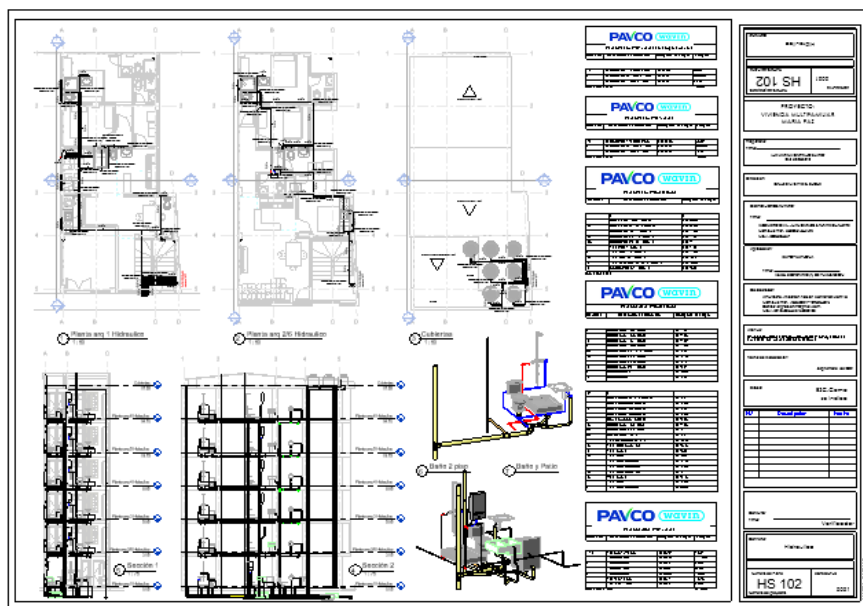
Proyecto vivienda multifamiliar en Pamplona, diseño arquitectónico.



Fuente: Montañez (2021).

Figura 67

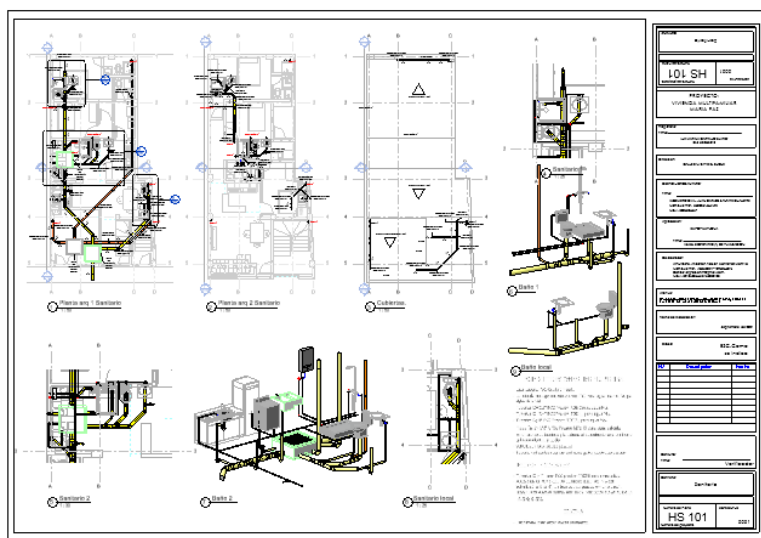
Proyecto vivienda multifamiliar en Pamplona, diseño hidráulico.



Fuente: Montañez (2021).

Figura 68

Proyecto vivienda multifamiliar en Pamplona, diseño sanitario.



Fuente: Montañez (2021).

3.1.4 La Inteligencia Artificial en el proceso de diseño

El ingreso acelerado de la Inteligencia Artificial (IA) en el proceso de diseño encuentra su justificación en la creciente adopción de sus capacidades para transformar las dinámicas de producción, ideación y materialización en múltiples disciplinas. En el diseño arquitectónico y de productos, la IA Generativa ha demostrado ser un catalizador de soluciones inéditas, facilitando la generación de imágenes, modelos tridimensionales, prototipos híbridos y animaciones, redefiniendo así el concepto de creatividad en los procesos proyectuales (OpenAI, 2021; RunwayML, 2023).

La IA generativa, particularmente herramientas como Dalle-E (OpenAI, 2021), MidJourney (2023), Stable Diffusion (2022) y RunwayML (2023), utiliza modelos avanzados de aprendizaje profundo para interpretar descripciones textuales detalladas (prompts) y producir representaciones visuales de alta complejidad. Estas tecnologías permiten a los diseñadores experimentar con formas, materiales y configuraciones espaciales que difícilmente habrían sido concebidas mediante metodologías tradicionales. Su capacidad de traducir abstracciones conceptuales en imágenes concretas ha transformado los límites entre lo analógico y lo digital, potenciando la eficiencia y la innovación en el proceso de diseño (LookX AI, 2022).

En el contexto académico, el II Congreso Internacional de Arquitectura y Diseño Industrial (CIADI II), organizado por la Universidad de Pamplona en octubre de 2024, proporcionó un espacio para evidenciar la integración de la IA Generativa en la conceptualización y desarrollo de proyectos de diseño físico. En este evento, los workshops liderados por el Arquitecto, magíster Ramón Galvis Centurión, y el Diseñador Industrial y PhD Juan Mendoza Collazos exploraron temáticas como la traducción intersemiótica y las fronteras digitales, demostrando cómo la IA facilita la exploración de significados equivalentes y fomenta la creatividad en la producción de imágenes digitales.

Figura 69
Workshop fronteras digitales.



Fuente: CIADI II (2024).

Figura 70
Workshop de traslación intersemiótica.



Fuente: CIADI II (2024).

A esta iniciativa se suma el “Workshop de prototipado y modelamiento híbrido: Explorando la Intersección entre la IA y el diseño físico», coordinado por el arquitecto, magíster Elkin Raúl Gómez Carvajal y llevado a cabo con el acompañamiento del diseñador industrial y especialista Duván Villamizar y el diseñador industrial y magíster Carlos Jácome. Este taller se centró en integrar herramientas como DALL-E, LookX AI y KREA AI con técnicas tradicionales de modelado físico, estableciendo un marco experimental que permitió a los participantes desarrollar prototipos híbridos.

Figura 71

Workshop de prototipado y modelamiento híbrido.



Fuente: CIADI II (2024).

La metodología incluyó la conceptualización inicial mediante prompts textuales, la generación de visualizaciones con IA y la materialización de estas ideas en maquetas físicas. Este enfoque

no solo evidenció la capacidad de la IA para complementar las prácticas proyectuales, sino también subrayó su potencial como un instrumento de mediación entre lo digital y lo físico que permite optimizar la exploración creativa y la resolución técnica de proyectos arquitectónicos e industriales. Los participantes adquirieron competencias avanzadas en ingeniería de prompts, análisis crítico de resultados generados por IA y su integración coherente en prototipos tangibles, lo que resalta el carácter pedagógico y disruptivo de esta iniciativa (KREA AI, 2023).

Figura 72

Maquetas de proyecto de ciudad futurista a través de IA Runway.



Fuente: CIADI II (2024); Carvajal (2024).

Figura 73

Maqueta digital de proyecto de vivienda campestre a través de IA Runway.



Fuente: Lizcano (2024).

La trascendencia de este tipo de experiencias radica en su capacidad para redefinir los paradigmas tradicionales del diseño y promover un enfoque interdisciplinario que articula lo digital con lo físico. Además, la implementación de IA Generativa en entornos académicos posiciona estas herramientas como recursos estratégicos para la formación de profesionales capaces de abordar desafíos complejos con soluciones integrales, creativas y técnicamente viables. Así, la IA no solo amplía las fronteras de lo posible en diseño, sino que también invita a reflexionar sobre su rol ético y su impacto cultural en las dinámicas creativas contemporáneas.

A manera de corolario, se puede asumir que las herramientas digitales toman mayor relevancia a medida que aumenta la innovación tecnológica y se puede logra el cierre de brechas

en acceso a ciencia, tecnología e innovación en los diferentes territorios de una nación. No obstante, las posibilidades que emanan de su aplicación dependen de las capacidades locales en talento humano que permitan incorporar la digitalización en diversas escalas de aproximación al territorio y procesos de el ejercicio profesional de la arquitectura, la habilidad de los diseñadores para articular métodos tradicionales y emergentes de proyectación, y la facultad para desaprender y reaprender en un entorno cambiante con exigencias asociadas a la convergencia del conocimiento en correspondencia con la diversidad territorial, empresarial y sociocultural de cada contexto espacio temporal.

CONCLUSIONES

La Arquitectura ha presentado diversas transformaciones en el tiempo, en cuanto a sus enfoques y tendencias, las cuales han sido lideradas por visionarios que a lo largo del tiempo han permitido consolidar movimientos y tendencias que reflejan los requerimientos y expectativas de personas o comunidades y que permiten ofrecer ejercicios proyectuales flexibles y adaptativos, enmarcados en diversas articulaciones con otros campos del conocimiento y dirigidos a optimizar el entorno habitado por el ser humano. Al mismo tiempo, es necesario reconocer que los cambios que han permeado el diseño arquitectónico no son lineales y su fluctuación pendular hace parte de las dinámicas propias de cada momento histórico y de las interrelaciones de los aspectos estructurantes del desarrollo dentro de una concepción global-local de mutua incidencia y metamorfosis.

El conocimiento aplicado al ejercicio de la Arquitectura denota una multiplicidad de teorías y conceptos que aportan al enriquecimiento disciplinar y a la integralidad del proceso de habitar como aspecto inherente a la vida humana, a las posibilidades y capacidades de configurar espacios y territorios armónicos de acuerdo a las expectativas sociales y culturales individuales y colectivas, a las condiciones naturales y a las dinámicas de orden político normativo, económico y tecnológico.

El diseño arquitectónico debe estar enmarcado en un proceso investigativo, no necesariamente lineal, en la medida que la experiencia y creatividad del arquitecto, la intersubjetividad de las relaciones con otras disciplinas y la integración de lo heterogéneo, pueden incidir en la combinación de actividades secuenciales y simultáneas desde una perspectiva lógica/dialógica que configura a su vez la complejidad de la Arquitectura y la transdisciplinariedad de su esencia, su compromiso con el entorno natural y con la optimización de las actividades del ser humano en toda la amplitud de su percepción consciente o inconsciente, mental y neurológica.

Particularmente, las aproximaciones metodológicas exigen una constante revisión y reinterpretación dialógica que varía de acuerdo con el punto de partida de la aprehensión metodológica inicial y la experiencia que desarrolla el diseñador a lo largo de su trayectoria profesional, académica y científica.

Los postulados planteados son permeados por el desarrollo y la innovación tecnológica como aspectos que condicionan el quehacer humano de manera general, y que toman cada vez mayor relevancia en el ejercicio proyectual, en la medida que fortalecen la flexibilidad y adaptabilidad propias del diseño. Por consiguiente, tanto los instrumentos y herramientas tecnológicas de proyectación que han estado presentes a lo largo del tiempo como los escenarios y plataformas digitales que han evolucionado en la historia reciente, se han convertido en elementos dinamizadores según las particularidades y avances de cada época o territorio, de la forma como se lleva a cabo el ejercicio de la Arquitectura. Al respecto, los actuales adelantos asociados al diseño paramétrico, la metodología BIM y la inteligencia artificial, proporcionan múltiples posibilidades de uso y aplicación de variables analíticas que aportan a la transdisciplinariedad y complejidad del proyecto arquitectónico, promueven la generación de conocimiento y disminuyen el esfuerzo y los recursos que implican el aumento de las condicionantes de diseño.

La combinación de herramientas y técnicas tradicionales con instrumentos digitales emergentes ofrecen ventajas procedimentales, analíticas y proyectuales para la generación de nuevos enfoques, articulaciones disciplinares y alternativas holísticas e integradoras. Por lo tanto, como casi todos los aspectos relacionados con las dinámicas propias del ser humano, sería insulso negarse a adoptar las nuevas tecnologías y metodologías en la forma como se enseña, aprende y ejerce la Arquitectura. Sin embargo, al momento de realizar dicha articulación, es importante identificar claramente las ventajas y fortalezas frente a las limitaciones y debilidades de cada herramienta y de las relaciones espacio temporales del entorno en aspectos tales como brechas digitales, desigualdades sociales, condiciones

culturales y capacidades técnico económicas específicas.

Desde la óptica de la investigación, la mejor respuesta al problema, está en el uso adecuado de la información disponible que es casi toda; mientras que el infundado temor generado por la demostrada capacidad que tienen los computadores y sus programas de producir autónomamente un proyecto arquitectónico completo, es producto de la resistencia a introducir el código informático a nuestra práctica diaria.

De igual forma, si un software es capaz de producir una amplia serie de respuestas técnicas coherentes y fundamentadas para un proyecto arquitectónico, es también importante y necesario promover el arte como esa capacidad que tiene el ser humano y no la máquina, de producir en el mismo ser humano la emoción de la belleza como algo superior; de forma que el diseñador con el apoyo de la ciencia y el desarrollo tecnológico pueda seguir siendo artista.

Para ello, el objetivo debe ser enfocado a cultivar la capacidad de desaprender aquellas pretéritas gráficas de ver la producción arquitectónica desde un punto de vista reduccionista, para poder sumergirse en el aprendizaje de una nueva forma más eficiente de enfrentar la complejidad que representa el ejercicio de la Arquitectura y su carácter transdisciplinar, en momentos en que estamos siendo arrollados por la tecnología y, particularmente, por la inteligencia artificial.

En ese sentido, las limitaciones del estudio asociadas a la delimitación conceptual inicial y a la vertiginosa velocidad con la que se presentan los avances tecnológicos, exigen el desarrollo de futuras investigaciones y producciones científicas en aspectos tales como la formación en Arquitectura mediada por herramientas digitales, el carácter transdisciplinar de la Neuroarquitectura, las formas de habitar el metaverso y los retos que emergen de la implementación de la inteligencia artificial en el diseño arquitectónico, así como su interrelación y complementariedad.

REFERENCIAS

- Abondano, D.H. (2018). De la arquitectura moderna a la arquitectura digital: La influencia de la revolución industrial y la revolución informacional en la producción y la cultura arquitectónica. Tesis de doctoral). Universidad Ramon Llul. Recuperado de: <https://www.tdx.cat/handle/10803/664655#page=1>
- Aísa, I. (2012). Arquitectura Y Sensibilidad. Filosofía en la arquitectura de Juhani Pallasma. *Thémata. Revista de Filosofía*, (45), 13-21. Obtenido de <https://revistascientificas.us.es/index.php/themata/article/view/446>
- Alexander, C.; Ishikawa, S.; Silverstein, M. (1977). El lenguaje de patrones. Oxford University Press
- Antigüedad, M. D., Nieto Alcaide, V. y Martínez Pino, J. (2015). El siglo XIX: la mirada al pasado y la modernidad. Madrid, Editorial Universitaria Ramón Areces.
- Apana, J. J. (2019). Academia de bellas artes y nuevas expresiones. (Trabajo de grado). Universidad Mayor de San Andrés, Bolivia.
- Aurousseau, M. (octubre de 1921). The distribution of population: a constructive problem. *The Geographical Review*, XI(4), 563-592. New York: Cit. por Dickinson, R. E.: Ciudad, región y regionalismo, trad. cast. por Ángel Abascal, Barcelona, Editorial Omega.
- Ayala Aragón, O. R. (2013). La deconstrucción como movimiento de transformación. *Ciencia, Docencia y Tecnología*, 24(47), 79 – 93. Recuperado de: <https://www.ingentaconnect.com/content/doi/03275566/2013/00000024/00000047/art00002#Refs>
- Azhar, S., Khalfan, M., & Maqsood, T. (2015). Building information modelling (BIM): now and beyond. *Construction Economics and Building*, 12(4), 15-28. <https://doi.org/10.5130/AJCEB.v12i4.3032>

- Baixas, J. (2006). Atracción de lo virtual, voluntad de lo real. ARQ (Santiago), (63), 39-41. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/pdf/arq/n63/art09.pdf>
- Baker, G. (1988). Le Corbusier. Análisis de la forma. Barcelona: Editorial Gustavo Gili.
- Balbuena, M. L. (2014). Teoría de la representación simbólica en la comunicación gráfica. (Tesis doctoral). Universidad Autónoma de Barcelona. Recuperado de: <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/285171/mlbp1de2.pdf?sequence=1>
- Battista Alberti, L. (2003). Intercenales. Bacchelli, F y D'Ascia, L. Eds, Bologna: Pendragon.
- Barbaro, D. (1569). La pratica della perspettiva. Venecia.
- Barney, B. (2011). Arquitectura: arte y técnica, práctica y enseñanza. Revista Hito, 25, 45-52. Disponible en: https://www.arquitecturaacfa.org/index.php?option=com_content&view=article&id=87&catid=2&Itemid=112
- Basulto, D. (25 ¿de septiembre de 2024). Aplicaciones para arquitectos: Morpholio Ttrace. Obtenido de Archdaily: <https://www.archdaily.co/co/02-191807/aplicaciones-para-arquitectos-morpholio-trace>
- Baudrillard, J. (1981). Simulacros y simulación. Barcelona. Editorial Kairós.
- Bauman, Z. (2010). Modernidad Liquida. Artes gráficas del sur, Buenos Aires.
- Baumgartner, J. C. (2022). Todos somos espacio: neuroarquitectura para crear espacios que impacten positivamente en nuestro bienestar. Ciudad de México: Penguin Random House.
- Bazant, J. (2010). Espacios urbanos, historia, teoría y diseño. Limusa: México.

- Benavides Herrera, W. A. (2024). Habitar con el Metaverso “La interacción que se establece entre la experiencia habitacional contemporánea y el emergente metaverso”. Trabajo de grado (Universidad de Pamplona).
- Benévolo, L. (1999). Historia de la arquitectura moderna. 8ª ed. Gustavo Gili. Barcelona.
- Bernasconi, G. (2014). “Síntesis en la Complejidad” Sistemas Complejos y Arquitectura. (Trabajo de grado). Universidad de Belgrano, Argentina. Recuperado de: <http://repositorio.ub.edu.ar/handle/123456789/6084>
- Bianchi, A. S. (2003). Resumen: T-021, Herramientas digitales en el proceso de diseño en el taller de arquitectura. Comunicaciones científicas y Tecnológicas. Recuperado de: <http://www.unne.edu.ar/unnevieja/Web/cyt/cyt/2003/comunicaciones/07-Tecnologicas/T-021.pdf>
- Bonnet de León, A. (2019). Diseño y fabricación digital en entornos educativos: Estudio y validación de casos prácticos. Trabajo de grado (Universidad de ILa laguna). Recuperado de: https://riull.ull.es/xmlui/bitstream/handle/915/23828/445614_1182678.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Borgues Ferreira, D. (August 30, 2024). Designing for Two Worlds: How Space Exploration is Shaping the Future of Architecture on Earth. Obtain from: Archdaily: https://www.archdaily.com/1019663/architecture-beyond-earth-how-space-exploration-is-shaping-the-future-of-architecture?ad_campaign=normal-tag
- Brullet, N. (2012). Sou Fujimoto y la deducción en arquitectura. Diagonal.33. Disponible en: <http://www.revistadiagonal.com/articles/analisi-critica/logica-cuando-hablamos-de-arquitectura/>
- Calduch, J. (2001). Temas de Composición Arquitectónica: Espacio y lugar. San Vicente (Alicante): Editorial Club Universitario.

- Cardoso Llach, D. (2012). Esclavos perfectos: historia breve de la ciberarquitectura en MIT (1959-1967). *Dearq*, (10), 48-59. Recuperado de: <https://www.redalyc.org/pdf/3416/341630319007.pdf>
- Carvajal, E. (2024). Maquetas de proyecto de ciudad futurista a través de IA Runway. Workshop de Prototipado y Modelamiento Híbrido: Explorando la Intersección entre la IA y el Diseño Físico. II Congreso Internacional de Arquitectura y Diseño Industrial (CIADI II). Universidad de Pamplona.
- Castellanos Garzón, G. (2015). La arquitectura: una visión desde la complejidad. El pensamiento del espacio, un espacio para el pensamiento. *Revista Nodo*, 9(19), 58-72. Recuperado de: <https://revistas.uan.edu.co/index.php/nodo/article/view/126/104>
- Castillo Sarmiento, A. Y., Suárez Gélvez, J. H., & Mosquera Téllez, J. (2017). Naturaleza y sociedad: relaciones y tendencias desde un enfoque eurocéntrico. *Luna Azul*, (44), 348-371. DOI: <https://doi.org/10.17151/luaz.2017.44.21>
- Cchristofher (abril 15 de 2024). Sinopsis Histórica de la IA. Obtenido de Dearthmouthconference: <https://dearthmouthconference.wordpress.com/>
- CEDAC. (1983). La forma, la función y el significado en la arquitectura. *Arquitecturas del sur*, (1), 16. Recuperado de <https://revistas.ubiobio.cl/index.php/AS/article/view/1140>
- Cejka, J. (1996). Tendencias de la arquitectura contemporánea. G. Gili.
- Celedón, A. (2016). Huellas. *ARQ (Santiago)*, (93), 68-79. <http://dx.doi.org/10.4067/S0717-69962016000200009>
- Chica-Segovia, A., León, C. A., & Patiño-León, L. R. (2023). El estudio patológico en tiempos de Building Information Modeling: de la teoría a la práctica. *Revista De Arquitectura*, 25(2), 138-154, <https://doi.org/10.14718/RevArq.2023.25.4265>
- Ching, F. (1995). *Arquitectura: forma, espacio y orden*. Barcelona: Gustavo Gili.

- Choza, J. y Arregui, J. V. (1992). *Filosofía del Hombre. Una antropología de la intimidad*, Instituto de Ciencias para la Familia, Rialp, 2ª edición, Madrid.
- Chueca, F. (1999). Evolución e invención de la arquitectura gótica. *Anales de la Real Academia de Doctores*, 3, 135-141. Recuperado de: <https://www.rade.es/imageslib/doc/1v3n1-chueca-arquitecturagotica.pdf>
- CIADI II (2024). *Congreso Internacional de Arquitectura y Diseño Industrial*. Universidad de Pamplona.
- Ciudad de México. (2012). *Lineamientos para el diseño e implementación de parques públicos de bolsillo*. Secretaría de Desarrollo Urbano y Vivienda. Recuperado de: <https://ciudadesverdes.com/download/lineamientos-para-el-diseño-e-implementación-de-parques-públicos-de-bolsillo/>
- Clark, A., & Chalmers, D. J. (1998). The extended mind. *Analysis*, 58(1), 7-19.
- Compte Guerrero, F. (2020). *Modernos sin modernidad. Arquitectura de Guayaquil 1930-1948*. (Tesis doctoral). Universidad de Palermo. En Cuaderno 81. Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación (ensayos) pp. 99-276.
- CONPES 3819 (2014), mediante el cual se define la Política Nacional para consolidar el Sistema de Ciudades en Colombia. Documento del Consejo Nacional de Política Económica y Social, DNP.
- Correal, G. D. (2007). El proyecto de arquitectura como forma de producción de conocimiento: hacia la investigación proyectual. *Revista de Arquitectura*, 9, 48-58.
- da Cunha, J. M. y Rodríguez Vignoli, J. (2009). Crecimiento urbano y movilidad en América Latina. *Revista Latinoamericana de Población*, 3 (4-5), 27-6, Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=323827368003>

- Cutieru, A. (30 de abril de 2022). La Arquitectura de entornos virtuales para e metaverso. Obtenido de Archdaily: <https://www.archdaily.mx/mx/980743/la-arquitectura-de-los-entornos-virtuales-disenando-para-el-metaverso>
- Davis, D.; Burry, J.; y Burry, M. (2011). Understanding Visual Scripts: Improving collaboration through modular programming. *International Journal of Architectural Computing*, 9(4). Londres: Multiscience.
- Davis, D. (2013). Los orígenes del término paramétrico. (F. Alonso, Trad.) Obtenido de <http://fernandoalonsoarchitect.blogspot.com.co/2017/01/historia-del-diseno-parametrico.html>
- der Maas, S. (2011). El diagrama en la arquitectura. *DEARQ - Revista de Arquitectura* (8), 32-43.
- Deleuze, G., & Guattari, F. (1980). *Mil mesetas: Capitalismo y esquizofrenia*. Barcelona, Ediciones Júcar.
- Der Maas, S. (2011). El diagrama en la arquitectura. *DEARQ - Revista de Arquitectura* (8), 32-43.
- Díaz, A. (2020). Morfología de un pensamiento. Aprender, desaprender y reaprender. *RIDAS, Revista Iberoamericana de Aprendizaje Servicio*, 9, 1-21. <https://doi.org/10.1344/RIDAS2020.9.1>
- Durand, J. N. L. (1981). *Compendio de Lecciones de Arquitectura*. Xarait, Madrid, con Prólogo de Rafael Moneo.
- Eisenman, P. (1988). The Authenticity of Difference: Architecture and the Crisis of Reality. *Center*, (4) 50-57.
- Eljuri F, A., & Valbuena, R. E. (mayo-agosto de 2009). Consideraciones arquitectónicas en la estética de Kant. *Revista de Artes y Humanidades UNICA*, 10(2), 224-236.
- Engen, B. (2019). Understanding social and cultural aspects of teachers' digital competencies. [Comprendiendo los aspectos culturales y sociales de las competencias digitales

docentes]. Comunicar, 61, 9-19. <https://doi.org/10.3916/C61-2019-01>

Erazo C, E. D., & Muños G, G. (2007). Las mediaciones tecnológicas en los procesos de subjetivación juvenil: interacciones en Pereira y Dosquebradas, Colombia. (C. d. CINDE, Ed.). Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud, 5(2), 723-754.

Esteban Maluenda, A. (2022). La Estética. VAD. Veredes, Arquitectura Y divulgación, (8), 14–17. Recuperado de <https://veredes.es/vad/index.php/vad/article/view/ana-esteban-maluenda-la-estetica>

Fernández, L. M. (2023). Impacto de la Metodología BIM en la formación Académica de los estudiantes de la Licenciatura en Arquitectura. Revista: e-RUA, 15(4), 51-55.

Festinger, L. (1975). Teoría de la disonancia cognitiva. Instituto de estudios políticos, Madrid.

Finkel, E. J., & Rosé, J. (2012). The effects of classroom spatial arrangements on student motivation and engagement. Journal of Educational Psychology, 104(3), 691-707.

Flórez, C. y Mosquera J. (2013). La relación ser humano – naturaleza frente a los derechos fundamentales en el territorio. Revista Alimentos Hoy. 21(28) 79-96. <https://alimentos hoy.acta.org.co/index.php/hoy/article/view/159>

Foglia, L. and Wilson, R.A. (2013) Embodied Cognition. Wiley Interdisciplinary Reviews: Cognitive Science, 4, 319-325. <https://doi.org/10.1002/wcs.1226>

Fox, T. H. (2009). Reflexiones en torno al proceso de diseño en arquitectura. Revista AUS, (5), 4-9.

Fracalossi, I. (30 de junio de 2016). Reflexiones sobre la Utilidad en Arquitectura. Obtenido de ArchDaily Colombia: <http://www.archdaily.co/co/789178/reflexiones-sobre-la-utilidad-en-arquitectura>

- Fragoso, O. (2008). El Diseño como actividad multidisciplinaria. *Revista del Centro de Investigación, Universidad La Salle*, 8(29), 55-68.
- Fraile, M. (2012). El nuevo Paradigma Contemporáneo. Del diseño paramétrico a la morfogénesis digital. VIII Encuentro Regional SI+PI Proyecto Integrar. Universidad de Buenos Aires. Argentina.
- Fraile, M., Minafro, M., & Piantanida, S. (2016). Arquitectura del siglo XXI: El uso de modelos paramétricos digitales para la ideación del proyecto contemporáneo. *Memorias de las XXX Jornadas de Investigación. y XII Encuentro Regional SI+ Configuraciones, acciones y relatos, de la Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires*.
- Fundación Metrópoli. (2013). *Diamante Caribe y Santanderes de Colombia. Enfoque Conceptual, Metodología y Plan de Trabajo*. Bogotá.
- García, R. (2006). *Sistemas complejos. Conceptos, método y fundamentación epistemológica de la investigación interdisciplinaria*. Gedisa.
- García Alvarado, R., Lagos, R., Salcedo, P., Ramos, M., Labarca, C., & Bruscatto, U. (2009). Emociones precisas: fabricación digital en la enseñanza de la arquitectura. *Arquiteturarevista*, 5(2), 122-136. <https://revistas.unisinos.br/index.php/arquitetura/article/view/4810/2071>
- García Alvarado, R., & Lyon Gottlieb, A. (2013). Diseño paramétrico en Arquitectura; método, técnicas y aplicaciones. *Arquisur*, 1(3), 16-27, <http://dx.doi.org/10.14409/ar.v1i3.938>
- Gay, A. y Samar, L. (2007). *El diseño industrial en la historia*. 2ª ed, Ediciones TEC. Recuperado de: <http://www.faud.unsj.edu.ar/descargas/LECTURAS/Diseno%20Industrial/OBLIGATORIA/3.pdf>

- Gómez-Zermeño, M. G. (2024). *Inteligencia Artificial. Conceptos clave y tendencias para la innovación educativa*. Editorial Transdigital.
- Guerra, H. (2014). La analogía como instrumento de la argumentación inductiva. Una propuesta para su enseñanza. *Política y Cultura*, (42), 211-227.
- Gutiérrez Alejos, V. (2024). *Estética, motivación y comprensión científica: una perspectiva crítica acerca de la relación entre consideraciones científicas y el proceso científico*. [Tesis doctoral] Universidad de Granada. Recuperado de <https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/92794/88614.pdf?sequence=4&isAllowed=y>
- Heidegger, M. (1994). *Construir, habitar, pensar. Conferencias y artículos*, 127-142. (I. Agoff, Trad.) Ediciones del Serbal.
- Heidegger, M. (2000). *Nietzsche I*. Barcelona: traducción de Juan Luis Vernal.
- Heidegger, M. (2012). *Ser y tiempo*. Traducido por J. E. Rivera. Madrid: Trotta.
- Hernández Martínez, A. (2008). La arquitectura del Movimiento Moderno: entre la desaparición y la reconstrucción. Un impacto cultural de larga proyección. *Apuntes*, 21(2), 156-179. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/apun/v21n2/v21n2a02.pdf>
- Higuera, M. F. V., & Mosquera, J. (2022). Las redes sociales como herramienta de aprendizaje colaborativo en la formación en Arquitectura. *Sophia*, 18(2), 1-16. <https://doi.org/10.18634/sophiaj.18v.2i.1170>
- Hintze, A. (14 de noviembre de 2016). Understanding the four types of AI, from reactive robots to self-aware beings. *The Conversation*. <https://theconversation.com/understanding-the-four-types-of-ai-from-reactive-robots-to-self-aware-beings-67616>

- Holl, S. (2014). The horizon of architecture. Basel, Switzerland: Birkhäuser.
- Holl, S. (2018). Cuestiones de percepción. Fenomenología de la arquitectura. Editorial Gustavo Gili. Barcelona.
- Hurol, Y. (2016). The tectonics of structural systems and architectural approach., 1st ed. London and New York: Taylor & Francis Ltd.
- Hurni, H. y Wiesmann, U. (2003). Investigación transdisciplinar en el contexto del desarrollo: ¿fórmula vacía o necesidad? CDMA-IGUB.
- Illich, I. (1985). La reivindicación de la casa. En Alternativas II. México: Joaquín Mortiz/Planeta.
- Informe Brundtland. (1987). Oxford University Press.
- Instituto Cervantes. (2003). Gaudí. Obra. Naturaleza y geometría. Centro Virtual Cervantes. Obtenido de <https://cvc.cervantes.es/actcult/gaudi/geometria.htm>
- Intel. (2024). Beyond the headlines: Getting Real About Artificial Intelligence in Education. Recuperated from: <https://www.intel.la/content/www/xl/es/education/highered/artificial>
- Jiménez, S. (2003). Investigación y proyecto arquitectónico. Revista científica Guillermo de Ockham, 6(2), 13-40. Recuperado de: <https://revistas.usb.edu.co/index.php/GuillermoOckham/article/view/435/247>
- Johnson P. & Wigley, M. (1988). Arquitectura deconstructivista. Traducción A. González, L. Aguado, Barcelona. Gustavo Gili.
- Kaled, M. A. (2016). Diseño Paramétrico - Aproximaciones al diseño generativo y su aplicación en el diseño industrial. (Trabajo de grado) Universidad de Palermo.
- Kandinsky, W. (1989). De lo espiritual en arte. México: Premia editora S.A.

- Kant, I. (1997). *Crítica del Juicio*. (Manuel García Morente, Trad.) Madrid: Editorial Espasa Calpe, S.A.
- Kahn, L. I. (1964). *Form, Space, and Order*. New York: Harper & Row.
- Kepes, G. (1969). *Language of vision*. Buenos Aires: Ediciones Infinito.
- Koolstra, C. M., & van den Berg, P. T. (2007). Effects of class-room temperature on students' cognitive performance. *Environment and Behavior*, 39(5), 616-636.
- Koop, C. E., & Hamlin, M. J. (2015). The effects of stained glass on stress and anxiety: A laboratory study. *PLOS One*, 10(11), <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0142879>
- Kliczkowski, H. (2003). *Antoni Gaudí*. Barcelona, España: Loft Publications.
- Krea AI. (2023). *Creative AI for design and art*. Available at: <https://krea.ai/>
- Le Corbusier. (1933). *Carta de Atenas*. Barcelona: Ariel.
- Lévy, P. (1995). *¿Qué es lo virtual?* Barcelona: Paidós.
- Loos, A. (1972). *De la edición en castellano: "Ornamento y delito y otros escritos"*. Gustavo Gili. Barcelona.
- Ley 1753 (2015). *Plan Nacional de Desarrollo 2014-2018*, Congreso de la República de Colombia.
- Lizcano, Y. (2024). *Maqueta digital de proyecto de vivienda campestre a través de IA Runway. Workshop de Prototipado y Modelamiento Híbrido: Explorando la Intersección entre la IA y el Diseño Físico. II Congreso Internacional de Arquitectura y Diseño Industrial (CIADI II)*. Universidad de Pamplona.
- LookX AI. (2022). *AI-powered design exploration*. Available at: <https://lookx.ai/>

- Losardo, R. J.; Murcia, D. M.; Tamaris, V. L.; y Hurtado, W. (2015). Canon de las proporciones humanas y el Hombre de Vitruvio, Revista de la Asociación Médica Argentina, 128 (1), 1722. Recuperado de https://www.ama-med.org.ar/uploads_archivos/674/PAG%20N%C2%BA%2017%20a%2022-LOSARDO.pdf
- Lynn, G. (1997). *Animate Form*. New York: Princeton Architectural Press.
- McNeel & Associates (2014). Rhinoceros® design, model, present, analyze, realize.... Recuperado de: https://wiki.mcneel.com/_media/zoo/zoo5.pdf
- Maiztegui, B. (2021). Supra Order: “Estamos convencidos de que la arquitectura es universal y posee un lenguaje propio”. Entrevista a Iñaki Harosteguy. Archdaily. Recuperado de: https://www.archdaily.cl/cl/962918/supra-order-estamos-convencidos-de-que-la-arquitectura-es-universal-y-posee-un-lenguaje-propio?ad_campaign=normal-tag
- Malato, M. (2020). Neuroarquitectura, neurociencia como herramienta del proyecto. (Trabajo de grado). Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado de: https://oa.upm.es/63519/1/TFG_Jun20_Malato_Aguera_Miguel.pdf
- Mañé, J., Montoto, A., Ragué, M^a D. y otros (1974). *Función de la arquitectura moderna*. Salvat, Barcelona.
- Martínez Osorio, P. A. (2013). El proyecto arquitectónico como un problema de investigación. Revista de Arquitectura, 15, 54-61. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2013.15.1.6>
- Martínez Osorio, P. A. (2013). El proyecto arquitectónico como un problema de investigación. Revista de Arquitectura, 15(1), 54-61. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2013.15.1.6>
- Matallana, C. (2018). Diseño paramétrico enfocado a diagnosticar espacios urbanos de pequeño formato (Trabajo de grado). Universidad de Pamplona. Recuperado de

<http://repositoriodspace.unipamplona.edu.co/jspui/handle/20.500.12744/3115?mode=full>

Materials. (28 de octubre de 2018) ¿Qué es la domótica en la arquitectura? Obtenido de Achdaily: <https://www.archdaily.co/co/903363/que-es-la-domotica-y-cual-es-el-impacto-de-la-automatizacion-en-la-arquitectura>

Merleau-Ponty, M. (1997). Fenomenología de la percepción. 4ª ed. Barcelona: Península.

Micheli, A de, & Iturralde Torres, P. (2015). En torno a la evolución del pensamiento científico. Archivos de cardiología de México, 85(4), 323-328. <https://doi.org/10.1016/j.acmx.2015.06.003>

MidJourney. (2023). Generative AI for Image Creation. Retrieved from: <https://www.midjourney.com/>

Ministerio de Educación. (26 de abril de 2018). Serie lineamientos curriculares, Educación artística. Obtenido de Mineducacion.gov.co: https://www.mineducacion.gov.co/1621/articles-339975_recurso_4.pdf

Minsky, M., y Simon, H. (1969). Perceptrones: una introducción a la geometría computacional. Cambridge,MA: MIT Press.

Miret, S. (2014). Conectividad híbrida matriz ficcional en contextos indeterminados. (Trabajo de grado), Universidad de Buenos Aires.

Miret, S. (13 de abril de 2018). Generaciones digitales. Actas de diseño 19. pp.79-84. <https://doi.org/10.18682/add.vi19.2413>

Miret, S. (17 de abril de 2018). La técnica y el autor en la era digital. Obtenido de <https://www.santiagomiret.com>: https://docs.wixstatic.com/ugd/d06d37_2013c8efc57c4191b9cc9db-60425f35e.pdf

Miret, S. (10 de abril de 2018). Procesos proyectuales algorítmicos en estrategias de diseño no-lineales. Obtenido de

www.santiagomiret.com https://docs.wixstatic.com/ugd/d06d37_cca7ef1ce505437f9ddc71f4335042ed.pdf

Montañez Mantilla, A. F. (2021). Proyecto vivienda multifamiliar en Pamplona. Prooyecto de consultoría. Pamplona.

Mosquera, J. (2006). Planificación Ambiental y Arquitectura Sostenible. Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo. 1 (2), 87–93.

Mosquera, J. (2007). Arquitectura y Complejidad. Revista Ambiental Agua, Aire y Suelo 1(2), 3-10, https://www.unipamplona.edu.co/unipamplona/portallG/home_10/recursos/general/pag_contenido/publicaciones/revista_ambiental/06082010/rev_ambiental_vol2_num2_art1.pdf

Mosquera, J. (2009). Epistemología y Didáctica del Proceso de Enseñanza-Aprendizaje en Arquitectura y Diseño Industrial. Guillermo de Ockham, 7(2), 33-49.

Mosquera J. y Duplat E. (2012). Síntesis dialógica para la formación en arquitectura. Revista M 4(1), 62-77, <https://doi.org/10.15332/rev.m.v9i1.972>

Montaner, J. M. (2008). Sistemas arquitectónicos contemporáneos. Gustavo Gili.

Morín, E. (1984). Carta de la transdisciplinariedad de Edgar Morín.

Moya, C. (2008), Entrevista a Charles Eames ¿qué es diseño? Recuperado de: <http://www.fadu.edu.uy/estetica-dise-no-ii/files/2015/05/charles-eames-1.pdf>

Muñoz, S. y Llamo, J. (2022). Revisión sistemática de la implementación BIM basada en modelos de diseño para la construcción de obras viales. Cuaderno Activa, 14, 119-133, <https://doi.org/10.53995/20278101.1053>

Muñoz Carabias, F. F. (2023). #arquitectura: estéticas de des-composición en la autoedición virtual. Astrágalo. Cul-

- tura De La Arquitectura Y La Ciudad, 1(31 EXTRA), 67–84. <https://doi.org/10.12795/astragalo.2023.i31.04>
- Navarrete, S. (2014). Diseño paramétrico. El gran desafío del siglo XXI. Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación, 49, 63-72. <https://dspace.palermo.edu/ojs/index.php/cdc/article/view/1706/1487>
- Nicolescu, B. (1999) La transdisciplinariedad. Una nueva visión del mundo. Traducido del francés por Consuelo Falla. México.
- Norberg-Schulz, C. (1979). Intenciones en arquitectura. Barcelona: Gustavo Gili.
- Obón, D. (2017). La arquitectura de la complejidad. Fundamentos para el método transdisciplinar. (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Cataluña. Recuperado de: <https://www.tdx.cat/handle/10803/461528#page=1>
- O'Byrne, M. C. (2014). La guerra fría en arquitectura: racionalismo vs. Organicismo. Dearq, 15, 144-161. <https://doi.org/10.18389/dearq15.2014.11>
- OCW-UV (08 de marzo de 2016). Introducción a los Sistemas CAD/CAM/CAE. Material de clase. Open Course Ware de la Universitat de València. Obtenido de http://ocw.uv.es/ingenieria-y-arquitectura/expresion-grafica/eg_tema_2.pdf
- Olmos, A. (2013). De lo análogo a lo paramétrico. Cambios sustanciales en la enseñanza del proceso del diseño; atacando desde la base... I Seminario La Representación en el proyecto arquitectónico. Reflexiones y experiencias. Universidad Nacional de Medellín.
- OMA, Koolhaas, R., & Mau, B. (1995). S, M, L, XL. New York: The Monacelli Press.
- O'Neill, J., & Green, M. (2012). The importance of color in the classroom for learning: A review of the literature. School Psychology Review, 41(2), 221-238.

- OpenAI. (2021). Dall-E: Creating Images from Text. Retrieved from OpenAI: <https://openai.com/research/dall-e>.
- Ortega, L. (2009). La digitalización toma el mando. España: Gustavo Gilli.
- Ortegón, Y., Delgado, J. A. (2021). Implementación de herramientas virtuales como estrategia para mejorar los procesos de enseñanza/aprendizaje (E/A) en la educación media. Sophia, 17 (2) e881. <http://dx.doi.org/10.18634/sophiaj.17v.2i.881>
- OSC. (s.f.). Temática. Obtenido de Observatorio del Sistema de Ciudades: <https://osc.dnp.gov.co/>
- Palacio Echenique, B. (2016). La enseñanza integral de la Arquitectura, desde la perspectiva de la sostenibilidad ambiental. Módulo Arquitectura CUC, 16(1), 35–58. <https://doi.org/10.17981/moducuc.16.1.2016.02>
- Palladio, A. (2008). Los cuatro libros de la arquitectura. Edit. Akal.
- Pallasma, J. (2006). Los ojos de la piel. la arquitectura y los sentidos. Barcelona: Gustavo Gilli.
- Paniagua Aris, E., & Roldán Ruiz, J. (2014). Traer a la presencia y dialogar con el lugar. Arquiteurarevista, 10(2), 124-133.
- Pedraza Sepúlveda, D. V. (2024). Proyecto torre San Lucas. Trabajo de curso programa de Arquitectura, Universidad de Pamplona.
- Pedreño, A.; González, R.; Mora, T; Pérez, E.; Ruiz, J.; Torres, A. (2024). La Inteligencia Artificial en Universidades: Retos y Oportunidades. Informe anual sobre IA y Educación Superior. 1ª ed. Grupo 1MillionBot. Recuperado de: <https://cepcuyo.com/la-inteligencia-artificial-en-las-universidades-retos-y-oportunidades/>
- Pelta Resano, R. (2010). Teoría del diseño y perspectivas críticas. Madrid, Editorial Gustavo Gili.

- Piaget, J. (1977) La formación del símbolo en el niño. Fondo de Cultura Económica. México.
- Picón, A. (2009). Arquitectura, ciencia, tecnología y el reino de lo virtual. La digitalización toma el mando. España: Editorial Gustavo Gilli.
- Pinochet, D. I. (abril de 2009). Forma Digital/Forma Construida. Diseño y construcción de sistemas paramétricos a partir de algoritmos generativos. (Trabajo de grado), Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Pirela Rivas, D. T. (2012). Perspectiva rizomática en la complejidad digital de la arquitectura. En Proceedings of the 16th iberoamerican congress of digital graphics, pp. 52-55. Brasil: Fortaleza.
- Pixabay. (2020). Vórtice y Remolino. Obtenido de Pixabay: <https://pixabay.com/es/vectors/mandala-v%C3%B3rtice-remolino-torbellino-5371474/>
- Pressbooks. (s.f.) Seattle Public Library, Rem Koolhaas, Contemporary, Seattle, WA, 2004 AD. Obtenido de Pressbooks: <https://ohiostate.pressbooks.pub/exploringarchitectureandlandscape/chapter/seattle-public-library/>
- Ramón y Cajal, S. (1888). Estructura de los centros nerviosos de las aves. Revista de Histología Normal y Patología, 1, 1-10. Madrid.
- Rangel, L. y Zambrano, F. (2015). Autoría, época y aportaciones críticas para el reconocimiento del valor social de la arquitectura. Vivienda & Ciudad, 2: 54-67. Recuperado de: <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/ReViyCi/article/download/13190/13386/35012>
- Ríos-Llamas, C. (2022). Habitar el metaverso mediante la continuidad del cuerpo/avatar en lugares virtuales. Communication Papers –Media Literacy & Gender Studies, 11(23), 136-151. Recuperado de: <https://communicationpapers.revistes.udg.edu/article/view/22832/26496>

- Remes, P. (2015). Seminario teoría del proyecto. Maestría de proyectos arquitectónicos MAP [UA], Universidad Nacional de la Plata, Facultad de Arquitectura y Urbanismo.
- Rhinoceros. (s.f.). Rhino en Arquitectura, Ingeniería y Construcción. Obtenido de Rhinoceros: <https://www.rhino3d.com/es/for/architecture/>
- Rivera, J. A. (2009). Gaudí y las matemáticas. La sagrada Familia. Temas para la educación, 4. Obtenido de <https://www.feandalucia.ccoo.es/docuipdf.aspx?d=5274&s=>
- Rodríguez, J. & Silva, J. (2006). Incorporación de las tecnologías de la información y la comunicación en la FID el caso chileno. Innovación Educativa, 6(32), 19-35.
- Rosado, E. (2016). Departamento de Matemática aplicada, ETS Arquitectura, Universidad Politécnica de Madrid. Lección Regladas, documento de clase. Recuperado de http://dma.aq.upm.es/profesor/rosado_e/Leccion_Regladas.pdf
- Ruegg, A. (ed.) (1999). Le Corbusier: Moments in the life of a great architect. Basel, Birkhäuser.
- Ruiz, A. (2021). Aproximación fenomenológica a la diversidad cultural del habitar en la producción contemporánea de lo arquitectónico. [Trabajo de grado] Universidad Nacional Autónoma de México, México. Recuperado de <https://ru.dgb.unam.mx/bits-tream/20.500.14330/TES01000823912/3/0823912.pdf>
- Runge Peña, A. K. (2009). La orientación fenomenológica del pensamiento de Otto Friedrich Bollnow y de Martinus Jan Langeveld, dos de los fundadores de la antropología pedagógica alemana. Revista Educación Y Pedagogía, 17(42), 47–66. Recuperado de <https://revistas.udea.edu.co/index.php/revistaeyp/article/view/6040>
- RunwayML. (2023). AI for Creative Exploration. Available at: <https://runwayml.com/>

- Russell, H. y Jhonson, P. (1985). *International Style*. Ed WW Norton.
- Russell, S. J., & Norvig, P. (2023). *Inteligencia artificial: un enfoque moderno*. 4.^a ed. Pearson.
- Salazar Solano, N. E. (2013). El tipo y la tipología en la arquitectura de la vivienda. *Revista Científica de Arquitectura*, 6(3), 45- 60. <https://doi.org/10.1234/abcd.5678>
- Samayoa, J. A. (2023). Desaprender para aprender sobre complejidad. *Revista Vida, una mirada compleja*, 5(1), 21-26. <https://doi.org/10.36314/revistavida.v5i1.23>
- Sandoval, M. T. (2014). Herramientas de diseño y arquitectura. la relación intrínseca entre herramientas y diseño. *Revista Legado de Arquitectura y Diseño*, (15), 39-56.
- San Román, F. (2014). *Arquitectura Paramétrico -Generativa: la relación entre la metodología proyectual y los resultados formales*. (Trabajo de grado). Universidad de Belgrano, Argentina. Recuperado de https://issuu.com/facundo-sanroman/docs/arquitectura_parametrico-generativa
- Santamarina-Macho, C. (2019). El bello desorden. De la armonía vitruviana al descubrimiento de lo caótico como fuente de la estética arquitectónica. *Rita*, 11, 178-186. Recuperado de: <file:///C:/Users/Jemay/Downloads/Dialnet-ElBelloDesorden-6996322.pdf>
- Sebastián, J. M. (2013). Las Leyes de Newton de la mecánica: Una revisión histórica y sus implicaciones en los textos de enseñanza. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 27, 199-217. <https://doi.org/10.7203/dces.27.2241>
- Siemens G. (2004). *Conectivismo: Una teoría de aprendizaje para la era digital*. Traducción: Diego E. Leal Fonseca. Recuperado de: [www.diegoleal.org/docs/2007/Siemens\(2004\)-Conectivismo.doc](http://www.diegoleal.org/docs/2007/Siemens(2004)-Conectivismo.doc)

- Solá-Morales, I., Llorente, M., Montaner, J. (2002). Introducción a la Arquitectura. Conceptos fundamentales. Alfaomega.
- Sotelo M. y Mosquera J. (2013). Mobiliario urbano incluyente para los espacios abiertos de los campus universitarios. Revista Arka, 4, 112-127.
- Schumacher, P. (2008). Parametricismo como estilo – manifiesto parametricista. Londres, Club Dark Side, 11ª Bienal de Arquitectura de Venecia.
- Scott, R. G. (1970). Fundamentos del diseño. (M. Del castillo, Trad.). Editorial Víctor Leru.
- Smailes, A. (1953). The geography of towns. London: Hutchinson.
- Stable Diffusion: Stability AI. (2022). Stable Diffusion Model Overview. Retrieved from <https://stability.ai/>
- Structuralia. (22 de abril de 2024). Las mejores herramientas de IA para arquitectos en 2024. Obtenido de Structuralia: <https://blog.structuralia.com/ia-arquitectura>
- Suger A., Panofsky E. (2004). El abad Suger sobre la abadía de Saint-Denis y sus tesoros artísticos. Ediciones Cátedra, España.
- Sullivan, L. H. (March 1896). The Tall Office Building Artistically Considered. Lippincott's Magazine, 57, 403-409. Disponible en: <https://www.giarts.org/article/tall-office-building-artistically-considered-excerpt>
- Tamayo, M. (1999). Serie aprender a investigar, módulo 2 La investigación. Bogotá: ICFES. Recuperado de: <https://academia.utp.edu.co/grupobasicoclinicayaplicadas/files/2013/06/2.-La-Investigaci%C3%B3n-APRENDER-A-INVESTIGAR-ICFES.pdf>
- Tan, E. S., & Li, Q. (2011). The effects of natural light on student motivation and performance in classrooms. Journal of Environmental Psychology, 31(2), 172-181.

- Taut, B. (1920). "Was ist Perspektive? - Wenn eine Leiche ein Auge zukneift". En Frühlicht. Zirkel, Berlin.
- Távora, L. (2016). Las lógicas arquitectónicas posmodernas. Recuperado de; <https://es.slideshare.net/wleontavara/las-lgicas-de-la-arquitectura-posmoderna-i>
- Tironi, M. R. (2021). Mundo circundante en Heidegger: Índices teóricos para una aproximación a una idea de "habitar" en la hiperconectividad digital. HYBRIS. Revista de Filosofía, 12 (2), 223-245. Recuperado de <https://www.scielo.org.mx/pdf/rfoi/v8n14/2395-8936-rfoi-8-14-00009.pdf>
- Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence.
- Ullauri, A. (2022). Palladio paramétrico. Principios paramétricos en el diseño de las villas de Palladio. (Trabajo de grado). Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado de: https://oa.upm.es/69843/1/TFG_Enero22_Ullauri_Zea_Andres.pdf
- Ullrich M. (2019). House am Horn. Ed Himer Verlag.
- UNESCO – UIA. (2002). La UIA y la formación de arquitectos reflexiones y recomendaciones. Unión Internacional de Arquitecto, Asamblea General.
- Valdivia, L. (2006). Sobre principios de la representación arquitectónica. ARQ(64), 40-43. <https://dx.doi.org/10.4067/S0717-69962006000300009>
- Vasilica Cotofleac. (2009). Kant. Concepto e idea estética en la arquitectura. A Parte Rei: revista de filosofía (64), 1-16. <http://serbal.pntic.mec.es/AParteRei>
- Vásquez K. B. y Mosquera, J. (2023). Aportes conceptuales al diagnóstico para el ordenamiento territorial periurbano desde un abordaje sistémico y transdisciplinar. Revista I&D, 31(2), 161-191. <https://dx.doi.org/10.14482/index.31.02.604.248>
- Velandia Rayo, D. A. (2009). TIC's y los procesos de enseñanza-aprendizaje en arquitectura. Revista dearq, 5, 166-175.

- Venturi, R. (2021). Complejidad y contradicción en la arquitectura. 3ª ed. Gustavo Gili.
- Viveros Báez, R. J. (2020). Organicismo: morfología y materialidad como expresión comunicante en un espacio arquitectónico. En Cuaderno 81. Cuadernos del Centro de Estudios en Diseño y Comunicación (ensayos) pp. 79-97.
- Von Bertalanffy, L. (1976). Teoría General de los sistemas: fundamentos, desarrollo, aplicaciones. México: Fondo de Cultura Económica.
- Wightman, P., Nieto, W., Vega, J., Jimeno, M., García, L., Pardo, M., Gómez, D., Britton, E., y Pérez, A. (2019). Diamante Digital, una apuesta territorial por el desarrollo a partir de las TIC. Revista Colombiana de Computación, 20(1), 6-22. <http://dx.doi.org/10.29375/25392115.3604>
- Williams, K. L. (2018). The effects of stained glass art therapy on anxiety and depression in adults. Art Therapy, 35(2), 101-106.
- Wittkower, R. (1958). La arquitectura en la edad del humanismo. Nueva Vision.
- Woodbury, R. (2010). Elements of Parametric Desing. New York: Routledge.
- Wordpress (10 de marzo de 2010). Matemáticas en el instituto. Obtenido de Wordpress: <https://matesenelinsti.wordpress.com/2010/03/10/>
- Worktech Academy (s.f.). Neuroarquitectura. Obtenido de Worktech Academy: <https://www.worktechacademy.com/neuroarquitectura>
- Yáñez, E. (1994). Arquitectura, teoría, diseño y contexto. México: Limusa.
- Zapata-Ros, M. (2015). Teorías y modelos sobre el aprendizaje en entornos conectados y ubicuos Bases para un nuevo

modelo teórico a partir de una visión crítica del “conectivismo”. EKS. 16(1), 69-102.

Zátonyi, M. (1993). Arquitectura y diseño, análisis y teoría. Buenos Aires: Kliczkowski.

Zuluaga L. M., Mosquera J., Higuera M. y Gómez E. R. (2013). Investigación Formativa para la Enseñanza de la Arquitectura. En Enseñanza, equidad y sostenibilidad, 11. Colección Pedagogía Iberoamericana, 1ª Edición, 49-58. Varios Autores, Editor Arboleda Aparicio, J. C. Editorial REDIPE.

Zumthor, P. (2009). Pensar la arquitectura. Barcelona, Gustavo Gili.

E REFERENCIAS

<https://academy.autodesk.com/software/rhino>

www.archdaily.mx/mx/tag/patrik-schumacher

<https://blog.zeroconsulting.com/comparativa-certificaciones-sostenibilidad>

<https://darthmouthconference.wordpress.com/>

<http://www.domoticaviva.com/X-10/figuras/>

<https://www.edgargonzalez.com/2013/02/06/deconstructivismo-25-anos-despues/>

<https://www.freepik.es>

<https://www.intel.la/content/www/xl/es/education/highered/artificial>

<https://www.kaizenai.com/bim/que-es-el-bim/>

<https://ohiostate.pressbooks.pub/exploringarchitectureandlandscape/chapter/seattle-public-library/>

<https://osc.dnp.gov.co/>

<https://www.youtube.com/watch?v=DkeoeNFewh8>



AUTORES

Jemay Mosquera Téllez

 <https://orcid.org/0000-0001-5989-5644>

Doctor en Arquitectura de la Universidad Nacional de Construcción y Arquitectura de Kiev, Ucrania, Magister en Arquitectura y Arquitecto de la Academia Nacional Municipal de Járkiv, Ucrania. Ha realizado dos estancias posdoctorales en la Universidad Nacional de Córdoba, Argentina. Es Profesor Titular de la Facultad de Ingenierías y Arquitectura y dirige el grupo de investigación Gestión Integral del Territorio – GIT de la Universidad de Pamplona, Colombia. Es consultor en aseguramiento de la calidad de la educación superior, planificación urbana y regional, diseño urbano y arquitectónico.

Alejandro Canal Lindarte

 <http://orcid.org/0009-0007-7262-3812>

Magister en Paz, Desarrollo y Resolución de Conflictos y Especialista en Gestión de Proyectos Informáticos de la Universidad de Pamplona, Especialista en Psicología Neurosinérgica, Arquitecto de la Universidad de América y Psicólogo de la Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano. Es profesor de la Facultad de Ingenierías y Arquitectura e Integrante del Grupo de Investigación Gestión Integral del Territorio – GIT de la Universidad de Pamplona. Ha ocupado funciones directivas en empresas gubernamentales y privadas del municipal, orden metropolitano y departamental. Es consultor en desarrollo urbano y psicología social.

Carlos Alberto Matallana Rincón

 <http://orcid.org/0009-0004-5013-4119>

Arquitecto de la Universidad de Pamplona con amplia experiencia en Modelado de la Información de la Construcción (BIM) y Diseño Paramétrico. Actualmente trabaja como coordinador de proyectos en equipos multidisciplinarios y cuenta con sólida experiencia en modelado BIM, conocimiento y manejo de herramientas de diseño paramétrico con Rhinoceros y Grasshopper, uso de Navisworks para la detección de interferencias entre las distintas especialidades del proyecto, diseño y desarrollo de planes maestros con enfoque integral y eficiencia operativa para parques industriales, centros logísticos y de distribución vinculados a flujos de trabajo BIM 4D y 5D.



UNIVERSIDAD
DE PAMPLONA

ISBN (Digital): 978-628-7656-79-6