

ISSN: 1657-0308 (Impresa)
E-ISSN: 2357-626X (En línea)

Volumen
25
Nro. 2

REVISTA DE ARQUITECTURA (Bogotá)

Arquitectura

 **UNIVERSIDAD CATÓLICA**
de Colombia
Vigilada Mineducación

• Revista de Arquitectura (Bogotá)
• Vol. 25 Nro. 2 2023 julio-diciembre
• pp. 1-176 • ISSN: 1657-0308 • E-ISSN: 2357-626X
• Bogotá, Colombia

A Orientación editorial

Enfoque y alcance

La *Revista de Arquitectura (Bogotá)* es una publicación científica de resultados de investigación originales e inéditos; de acceso abierto (sin APC), arbitrada mediante revisión por pares (doble ciego) e indexada. Dirigida a la comunidad académica y profesional vinculada con la Arquitectura, el urbanismo y las tecnologías ambientales y sostenibles.

Está estructurada en tres secciones: Contextos, artículos de investigación y textos. (Ver descripción en el apartado Políticas de sección)

La *Revista de Arquitectura (Bogotá)*

El primer número se publicó en 1999 con una periodicidad anual y a partir del 2016 la periodicidad es semestral Editada por la Facultad de Diseño y el Centro de Investigaciones (CIFAR) de la Universidad Católica de Colombia en Bogotá (Colombia).

- E-ISSN 2357-626X en línea
- ISSN 1657-0308 Impresa
- DOI 10.14718/REVARQ.
- Clasificación OCDE
- Gran área: 6. Humanidades
- Área: 6.D. Arte
- Disciplina: 6D07. Arquitectura y Urbanismo

También se publican artículos de las disciplinas como 2A02, Ingeniería arquitectónica; 2A03, Ingeniería de la construcción; 2.E, Ingeniería de materiales; 5G03, Estudios urbanos (planificación y desarrollo); 6D08, Diseño.

Los objetivos de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* son:

1. Promover la divulgación y difusión del conocimiento generado a nivel local, nacional e internacional.
2. Constituir un espacio para la discusión y diálogo entre las comunidades académicas y científicas.
3. Potenciar la discusión de experiencias e intercambios científicos entre investigadores y profesionales de las diferentes comunidades académicas.
4. Contribuir a la visión integral de la arquitectura, mediante la publicación de artículos de calidad.
5. Publicar artículos originales e inéditos que han pasado por revisión de pares doble ciego, para asegurar que se cumplan las normas éticas, de calidad, validez científica, editorial e investigativa.

Palabras clave de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*: arquitectura; diseño; proyecto; educación arquitectónica; urbanismo; paisajismo; sostenibilidad; tecnología.

Idiomas de publicación: español, inglés y portugués.

Título abreviado: Rev. Arquít.

Título corto: RevArq

Políticas de sección

La *Revista de Arquitectura (Bogotá)* se estructura en tres secciones: *Contextos*, *artículos de investigación* y *textos*

Contextos

Artículos que presentan una visión de temas disciplinares y editoriales que impactan el ejercicio académico y profesional del arquitecto y los profesionales afines. Extensión entre 3000 y 5000 palabras.

Editores/as: Editor Asignado

- Abrir envíos
- Indizado
- Evaluado por pares

Artículos

Artículos derivados de investigaciones finalizadas sobre temas del quehacer del arquitecto y afines. Extensión de 5000 a 8000 palabras.

Áreas de interés prioritarias:

- Diseño arquitectónico
 - Teoría y metodologías en la arquitectura
 - Transformación de la obra construida
 - Medios de representación
 - Tipologías en la arquitectura
 - Pedagogía y didáctica del Diseño
- Diseño participativo
 - Espacio urbano
 - Historia (patrimonio cultural y físico)
 - Estructura formal de las ciudades y el territorio.
- Diseño urbano
 - Gestión del hábitat
 - Planeación urbano y regional
 - Arte urbano
 - Paisajismo y diseño del paisaje
 - Construcción sostenible
- Diseño sostenible (territorial, social, económico, cultural)
 - Ecodiseño
 - Diseño bioclimático
- Diseño de sistemas estructurales
 - Procesos constructivos y de fabricación innovadora
 - Transformación digital en arquitectura y construcción
 - Procesos constructivos para la reducción de riesgos bióticos y antrópicos

Editores/as: Editor Asignado

- Abrir envíos
- Indizado
- Evaluado por pares

Textos

En esta sección se publican reseñas, traducciones y memorias de eventos relacionados con las publicaciones en *Arquitectura y Urbanismo*.

Editores/as: Editor Asignado

- Abrir envíos
- Indizado
- Evaluado por pares

A Portada: Portadas de *Revista de Arquitectura*. Volúmenes 11 al 23.

A Frecuencia de publicación

Desde 1999 y hasta el 2015, la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* publicó un volumen al año, a partir del 2016 se publican dos números por año en periodo anticipado, enero-junio y julio-diciembre, pero también maneja la publicación anticipada en línea de los artículos aceptados (versión Post-print del autor).

La *Revista de Arquitectura (Bogotá)* se divulga mediante versiones digitales (PDF, HTML, EPUB, XML) e impresas con un tiraje de 700 ejemplares, los tiempos de producción

de estas versiones dependerán de los cronogramas establecidos por la editorial.

Los tiempos de recepción-revisión-aceptación pueden tardar entre seis y doce meses dependiendo del flujo editorial de cada sección y del proceso de revisión y edición adelantado.

Con el usuario y contraseña asignados, los autores pueden ingresar a la plataforma de gestión editorial y verificar el estado de revisión, edición o publicación del artículo.

A Canje

La *Revista de Arquitectura (Bogotá)* está interesada en establecer canje con publicaciones académicas, profesionales o científicas del área de *Arquitectura y Urbanismo*, como medio de reconocimiento y discusión de la producción científica en el campo de acción de la publicación.

Mecanismo

Para establecer canje por favor descargar, diligenciar y enviar el formato: RevArq FP20 Canjes

A Contacto

Dirección postal
Avenida Caracas N° 46-72
Universidad Católica de Colombia
Bogotá D. C., (Colombia)
Código postal: 111311
Facultad de Diseño
Centro de Investigaciones (CIFAR).
Sede El Claustro. Bloque "L", 4 piso
Diag. 46A No. 15b-10
Editora: Anna María Cereghino-Fedriego
Teléfonos
+57 (1) 327 73 00 – 327 73 33
Ext. 3109; 3112 o 5146
Fax: +57 (1) 285 88 95

Correo electrónico
revistadearquitectura@ucatolica.edu.co

Página WEB
www.ucatolica.edu.co

Vínculo Revistas científicas
<http://publicaciones.ucatolica.edu.corevistas-cientificas>
<https://revistadearquitectura.ucatolica.edu.co/>



Universidad Católica de Colombia
(2023, julio-diciembre). *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 25(2), 1-176.
Doi: 10.14718

ISSN: 1657-0308
E-ISSN: 2357-626X

Especificaciones:
Formato: 34 x 24 cm
Papel: Mate 115 g
Tintas: Policromía



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

.....
Facultad de Diseño
Centro de Investigaciones - CIFAR

Universidad Católica de Colombia

Presidente
Édgar Gómez Betancourt

Vicepresidente - Rector
Francisco José Gómez Ortiz

Vicerrector Administrativo
Édgar Gómez Ortiz

Vicerrectora Académica
Idaly Barreto

Vicerrector de Talento Humano
Ricardo López Blum

Director de Investigaciones
Edwin Daniel Durán Gaviria

Director Editorial
Carlos Arturo Arias Sanabria

Facultad de Diseño

Decano
Werner Gómez Benítez

Director de docencia
Jorge Gutiérrez Martínez

Directora de extensión
Luz Dary Abril Jiménez

Director de investigación
César Eligio-Triana

Director de gestión de calidad
Augusto Forero La Rotta

Comité asesor externo
Facultad de Diseño
Édgar Camacho Camacho
Martha Luz Salcedo Barrera
Samuel Ricardo Vélez
Giovanni Ferroni del Valle

REVISTA DE ARQUITECTURA (Bogotá)

Arquitectura

Revista de acceso abierto, arbitrada e indexada

Publindex: Categoría B. Índice Bibliográfico Nacional IBN.

Esci: Emerging Source Citation Index.

Doaj: Directory of Open Access Journals.

Redalyc: Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal.

SciELO: Scientific Electronic Library Online - Colombia

Redib: Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico.

Ebsco: EBSCOhost Research Databases.

Clase: Base de datos bibliográfica de revistas de ciencias sociales y humanidades.

Latindex: Sistema Regional de Información en Línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal (Directorio y catálogo).

Dialnet: Fundación Dialnet - Biblioteca de la Universidad de La Rioja.

LatinRev: Red Latinoamericana de Revistas Académicas en Ciencias Sociales y Humanidades.

Proquest: ProQuest Research Library.

Miar: Matrix for the Analysis of Journals.

Sapiens Research: Ranking de las mejores revistas colombianas según visibilidad internacional.

Actualidad Iberoamericana: (Índice de Revistas) Centro de Información Tecnológica (CIT).

Google Scholar

Arla: Asociación de Revistas latinoamericanas de Arquitectura.

Editorial

Av. Caracas n.º 46-72, piso 5
Teléfono: 3277300 Ext. 5145
editorial@ucatolica.edu.co
www.ucatolica.edu.co
http://publicaciones.ucatolica.edu.co/



Impresión

Xpress Estudio Gráfico y Digital S.A.S.
Bogotá D. C., Colombia
Octubre de 2023

Director

Werner Gómez Benítez
Decano Facultad de Diseño
Universidad Católica de Colombia. Colombia
Arquitecto

Editor

Rolando Cubillos-González
<https://orcid.org/0000-0002-9019-961X>

Editora Ejecutiva

Anna Maria Cereghino-Fedrigo
<https://orcid.org/0000-0002-0082-195>

Comité editorial y científico

Ph.D. Clara E. Irazábal-Zurita
University of Missouri. Kansas City, Estados Unidos
<http://orcid.org/0000-0003-2312-9360>

Ph.D. Margarita Greene Z.
Pontificia Universidad Católica de Chile
CEDEUS - Centro de Desarrollo Urbano Sustentable
Santiago, Chile
<http://orcid.org/0000-0001-9105-0502>

Ph.D. Carmen Egea Jiménez
Universidad de Granada. Granada, España
<https://orcid.org/0000-0002-6629-6890>

Ph.D. Beatriz García Moreno
Universidad Nacional de Colombia
<https://orcid.org/0000-0002-7400-2637>

M.Sc. Juan Carlos Pérgolis Valsecchi
Universidad Piloto de Colombia. Bogotá, Colombia
<https://orcid.org/0000-0002-2397-3812>

Ph.D. Khirfan Luna
University of Waterloo. Waterloo, Canadá
<https://orcid.org/0000-0003-4978-7521>

Ph.D. Dania González Couret
Universidad Tecnológica de La Habana
La Habana, Cuba
<https://orcid.org/0000-0002-1406-4588>

Ph.D. Fernando Vela-Cossío
Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España
<https://orcid.org/0000-0003-1812-9411>

Equipo producción editorial
Carolina Rodríguez-Ahumada
<https://orcid.org/0000-0002-3360-1465>

Pilar Suescún Monroy
<https://orcid.org/0000-0002-4420-5775>

Flor Adriana Pedraza Pacheco
<https://orcid.org/0000-0002-8073-0278>

Mariana Ospina Ortiz
<https://orcid.org/0000-0002-4736-6662>

Director Editorial

Carlos Arturo Arias Sanabria
Universidad Católica de Colombia

Coordinador editorial

John Fredy Guzmán
Universidad Católica de Colombia

Diseño, montaje y diagramación
Juanita Isaza Merchán

Divulgación y distribución
Claudia Álvarez Duquino

Ph.D. Débora Domingo-Calabuig
Universitat Politècnica de Valencia
Valencia, España
<http://orcid.org/0000-0001-6020-3414>

Ph.D. HDR Jean Philippe Garric
Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne.
Paris, France
<http://orcid.org/0000-0002-4868-7169>

Ph.D. Maureen Trebilcock-Kelly
Universidad del Bío Bío. Concepción, Chile
<http://orcid.org/0000-0002-1984-0259>

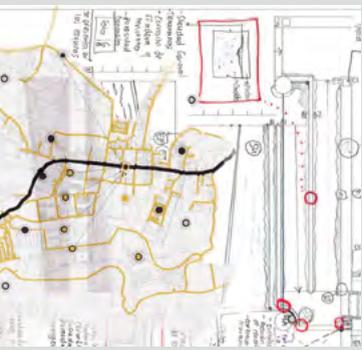
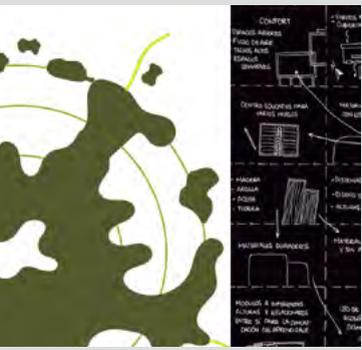
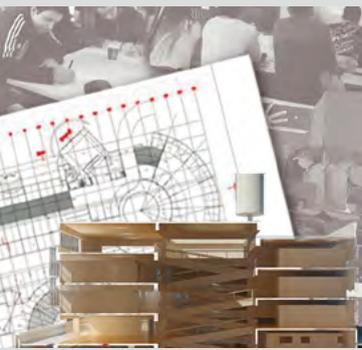
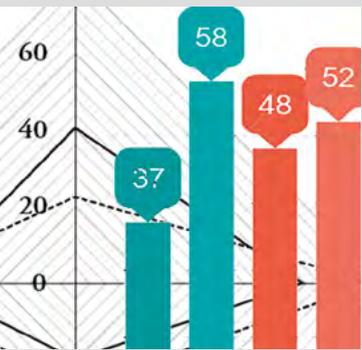
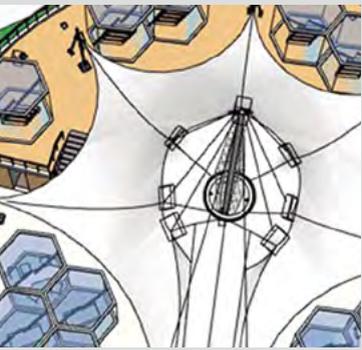
Ph.D. Mariano Vázquez-Espí
Universidad Politécnica de Madrid
Madrid, España
<http://orcid.org/0000-0001-5112-5602>

Ph.D. Denise Helena Silva-Duarte
Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil
<http://orcid.org/0000-0003-4373-9297>

Ph.D. Luis Gabriel Gómez Azpeitia
Universidad de Colima. Colima, México
<http://orcid.org/0000-0001-5316-6483>

Ph.D. Teresa Cuervo-Vilches
Instituto de Ciencias de la Construcción
Eduardo Torroja: Madrid, España. Madrid, España
<https://orcid.org/0000-0003-1251-4693>

C ONTENIDO



ES	Revelando la diversidad de la investigación en los campos creativos a través de la <i>Revista de Arquitectura (Bogotá)</i> Pilar Suescún-Monroy, Anna Maria Cereghino-Fedrigo 3	3
ES	La construcción sostenible en el ámbito de la educación superior en Medellín, Colombia. El caso de la construcción con tierra Ana María Yepes González, Carlos Mauricio Bedoya Montoya 10	10
ES	Recuperación de áreas urbanas para uso de recreación con diseños de cubiertas ligeras Carlos César Morales-Guzmán 23	23
ES	El perfil del comprador frente a una vivienda sostenible: estudio descriptivo Daniel Herrera-González, Santiago Arias-Valencia 36	36
ES	El diseño de rampa en la arquitectura de Vilanova Artigas Ana Tagliari, Wilson Florio 47	47
EN	Positional accuracy in close-range photogrammetry through Topography and Geodesy Marcelo Antonio Nero, André Pinto Rocha, Clayton Guerra Mamede, Carlos Alberto Borba Schuler, Plínio da Costa Temba, Juan Francisco Reinoso-Gordo 60	60
ES	Segregación residencial socioeconómica en Latinoamérica. Una visión crítica del concepto	
EN	Abel Giovani Galván-Farías, Marina I. De la Torre 69	69
ES	Estabilidad térmica de un edificio centenario de sillar (ignimbrita) en clima desértico frío. Hospital Goyeneche José Andrew Zúñiga Hernández, Betsabé-Shirley Zavala-Ñahui, Rocio Arcelia Mamani-Mendoza, Erika Esquivel-Meza 80	80
ES	La percepción de los profesionales de la construcción sobre temas de edificación sustentable en México y Chile Luis Alejandro Ramírez-Mancilla, José Víctor Calderón-Salinas, Yasuhiro Matsumoto-Kuwabara 92	92
ES	Estrategias para la enseñanza del diseño arquitectónico: entre lo tradicional y lo colaborativo Diana María Bustamante-Parra, Natalia Cardona-Rodríguez 100	100
POR	Neuroarquitectura e design em <i>home office</i> : diretrizes para projetos e adaptações do espaço de trabalho Flávia Heloisa Vizioli Libório, Ludmila Araújo Bortoleto, Ekaterina Emmanuil Inglesis Barcellos, Galden-oro Botura Jr. 110	110
ES	Metodología para la resignificación de la memoria urbana en territorios de borde. <i>Krono morphosis</i> urbana a través de la revisión de fenómenos históricos Jonathan Sánchez-Alzate, Fabián Adolfo Aguilera-Martínez 123	123
ES	El estudio patológico en tiempos de <i>Building Information Modeling</i> : de la teoría a la práctica Angélica Chica-Segovia, Carlos Alberto León, Liliana Rocío Patiño-León 138	138
ES	Propuesta integradora de formación sobre patrimonio cultural universitario. La experiencia de la Cujae Ada-Esther Portero-Ricol, Mirelle Cristobal-Fariñas, Ricardo Machado-Jardo 155	155
ES	Habitante, ambiente y sociedad: experiencias de un modelo de diseño integral Brenda Estefanía Díaz-Macías, Ricardo López-León 165	165



Revelando la diversidad de la investigación en los campos creativos a través de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*

Revealing the diversity of research in creative fields through the *Revista de Arquitectura (Bogotá)*

Pilar Suescún-Monroy

Universidad Católica de Colombia, Bogotá (Colombia)
Facultad de Diseño, Programa de Arquitectura
Centro de Investigaciones CIFAR
Diseñadora Gráfica, Universidad Nacional de Colombia.
Especialista en Fotografía, Universidad Nacional de Colombia.
Magíster en Artes Plásticas y Visuales, Universidad Nacional de Colombia.
Doctoranda en Arte y Arquitectura, Universidad Nacional de Colombia.

 <https://scholar.google.es/citations?hl=es&user=tf1-t7EAAAAJ>

 <https://orcid.org/0000-0002-4420-5775>

 psuescun@ucatolica.edu.co

Anna Maria Cereghino-Fedrigò

Universidad Católica de Colombia, Bogotá (Colombia)
Facultad de Diseño, Programa de Arquitectura
Centro de Investigaciones CIFAR
Arquitecta, Universidad Piloto de Colombia, Bogotá (Colombia).
Especialista en Arquitectura de los Jardines y Proyección del Paisaje, Università degli Studi di Genova, Genova (Italia).

 https://scholar.google.es/citations?hl=es&user=_MY5Ih8AAAAJ

 <https://orcid.org/0000-0002-0082-1955>

 amcereghino@ucatolica.edu.co / annacereghino@gmail.com

Resumen

Se tiene como propósito indagar por el lugar de la investigación en los proyectos de diseño, desde la identificación de matices que permitan singularizar las formas investigativas que surgen en el marco de dichos procesos. Para esto se realizó una revisión de los artículos incluidos en los números publicados entre el 2018 y el 2023 de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, que corresponden a los últimos diez números de la publicación, con el objetivo de determinar qué tipos de investigación se incluyeron en cada uno. Tras un análisis inicial acerca de lo que es investigar en arquitectura, los artículos recolectados se agruparon en cuatro categorías: investigación reflexiva, estudios de caso, desarrollos experimentales e investigación proyectual. Además, se señaló a la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* como una fuente de información importante para docentes e investigadores interesados en el campo.

Palabras clave: arquitectura, -investigación-creación, investigación proyectual, investigación, revista científica, tipologías de investigación.

Abstract

The inquiry begins with the question about the role of research in design projects, starting with the identification of nuances that allow for the differentiation of investigative forms that arise within the framework of these processes. To achieve this, a review was conducted of the articles included in the editions from 2018 to 2023 of the *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, which correspond to the latest ten issues of the publication. The objective was to determine what types of research were included in each of these articles. Following an initial inquiry into what constitutes research in architecture, the articles were categorized into four groups: reflective research, case studies, experimental developments, and design research, highlighting the *Revista de Arquitectura (Bogotá)* as an important source of information for educators and researchers interested in the field.

Keywords: architecture, design research, research, research creation, research typologies, scientific journal.

Introducción

En la arquitectura, como en otros campos vinculados al diseño, las prácticas investigativas tienden a ser vistas con cierto recelo. Aunque es posible partir del hecho de que la investigación respalda y da profundidad a los procesos académicos, antes es importante aclarar qué es investigar.

En la sexta versión del documento *Tipología de proyectos de carácter científico, tecnológico o de innovación*, emitido por el Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación (Minciencias), se dice que la investigación científica tiene que ver con “el trabajo creativo llevado a cabo de forma sistemática para incrementar el volumen de conocimientos, incluido el conocimiento del hombre, la cultura y la sociedad, y el uso de esos conocimientos para crear nuevas aplicaciones” (2021, p. 12). A partir de esta definición, el documento propone dos tipos de investigación que caracteriza como “modalidades”: la *básica* y la *aplicada*.

La investigación básica comprende aquellos “trabajos experimentales o teóricos que se emprenden principalmente para obtener nuevo saber acerca de los fundamentos de los fenómenos y hechos observables, sin tener como objetivo ninguna aplicación o utilización determinada, independientemente del área del conocimiento” (Minciencias, 2021, pp. 12-13). Esta investigación puede ser dirigida cuando se busca rastrear conocimiento acerca de un tópico particular, o libre cuando no busca una aplicación futura. En esta modalidad, el proceso investigativo se desarrolla en un contexto riguroso y su propósito principal es generar nuevo conocimiento, como una respuesta a las problemáticas identificadas.

Por otro lado, en el 2015 la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (OCDE) definió las investigaciones aplicadas como aquellas que reúnen conocimiento con un objetivo práctico. Este tipo de investigación permite determinar aplicaciones concretas de los resultados obtenidos en un nivel básico de investigación, así como desarrollar nuevos métodos y enfoques que permitan alcanzar ciertos objetivos y ofrecer respuestas innovadoras a las problemáticas identificadas, tanto a corto como a mediano plazo.

Aunque las categorías de investigación nombradas pueden vincularse con un saber práctico y creativo, resultan insuficientes para abordar procesos creativos relacionados con las artes, la arquitectura y el diseño, los cuales también pueden ser portadores de conocimiento, tanto como lo son los procedimientos científicos.

La poca claridad que se ha tenido a lo largo de la historia sobre las formas de investigación en los campos relacionados con la creación, ha llevado a acuñar una terminología especializada para referirse a estos procesos y sus particularidades. Por ejemplo, el concepto de investigación-creación surgió en nuestro país como una respuesta a la insuficiencia de las consideraciones previas que operaban bajo estándares exclusivamente científicos y que, además, no reconocían la posibilidad de generar conocimiento en las actividades de creación.

Los esfuerzos de diferentes actores gubernamentales y académicos por caracterizar y dar lugar a una idea de investigación-creación, y el surgimiento y uso común de términos como investigación proyectual, revelan que la discusión acerca de la investigación y su relación con los campos creativos sigue siendo pertinente y relevante.

Según esto, la pregunta que guía esta reflexión es: ¿cuáles son las diferentes formas en las que se entrelazan los procesos creativos con los procesos investigativos en el campo de la arquitectura?

Metodología

En primer lugar, se revisó la compilación de documentos presentados en representación de ACOFARTES en la mesa de trabajo de Colciencias, espacio en el que se reflexionó sobre la producción de conocimiento desde las artes. Esta mesa planteó, inicialmente, la creación del Programa Nacional de las Artes, que luego fue reformulado como Programa Nacional de las Artes, la Arquitectura y el Diseño. Así, se determinó el origen del concepto de investigación-creación que acoge los procesos investigativos dentro de las Artes, la Arquitectura y el Diseño en nuestro país (Asprilla, 2014).

Posteriormente, se revisaron los últimos diez números de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, publicación semestral e indexada de la Facultad de Diseño de la Universidad Católica de Colombia, sede Bogotá. El rango de estudio seleccionado va desde el número 20-2, que corresponde al periodo de julio a diciembre de 2018, hasta el número 25-1, correspondiente al periodo de enero a julio de 2023.

En este muestreo inicial se obtuvo un corpus documental de 119 artículos que fue depurado a partir de la información proporcionada por los autores en el formato de aplicación. Las categorías de clasificación empleadas fueron: “artículo de investigación científica y tecnológica”, “artículo de reflexión”, “artículo de revisión”, “entrevista”, “traducción” y “otro”.

Se excluyeron los textos de las categorías “entrevista” y “traducción”, ya que su naturaleza excede el objetivo de esta propuesta. También se descartaron los artículos de la categoría “otro”, debido a la imposibilidad de determinar alguna característica de la investigación bajo este parámetro descriptivo y tras verificar que esta categoría desapareció a partir del número 22-1, como lo muestra la Tabla 1. Este proceso arrojó un consolidado inicial de 111 artículos como corpus de análisis.

De estos artículos se obtuvieron tres datos que se consideraron relevantes a la hora de dar cuenta de las características de la investigación: el título, las palabras clave y el resumen. Con base en el cruce de estos datos, postulamos, a manera de hipótesis, cuatro variables investigativas que se pueden reconocer en los artículos estudiados: la investigación reflexiva, los estudios de caso, la investigación sobre aplicaciones y la investigación vinculada con desarrollos experimentales (Figura 1).

Resultados

La investigación-creación

Como punto de partida en la indagación sobre el concepto de investigación-creación, se pueden señalar dos antecedentes importantes. El primero es el encuentro académico “Valoración de los procesos de creación artística y cultural en el marco de la acreditación de programas”, organizado en el 2013 por el Ministerio de Educación, la Comisión Nacional de Acreditación y el Convenio Andrés Bello.

Exclusiones del muestreo según formatos de declaración FP00 REVARQ											Consolidado total	Consolidado con exclusiones
	25-1	24-2	24-1	23-2	23-1	22-2	22-1	21-2	21-1	20-2		
Artículo de investigación científica y tecnológica	13	8	8	9	8	9	11	7	8	6		
Entrevista	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0		
Artículo de reflexión	1	5	2	1	2	3	2	2	1	1		
Artículo de revisión	0	0	0	0	0	1	2	1	0	0		
Traducción	0	0	0	1	0	0	0	1	0	1		
Otro	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1		
Total general	14	13	11	11	11	13	15	12	10	9	119	
Total con exclusiones	14	13	10	10	10	13	15	10	9	7		111

Tabla 1. Exclusiones del muestreo según formatos de declaración FP00 REVARQ

Fuente: elaboración propia (2023)

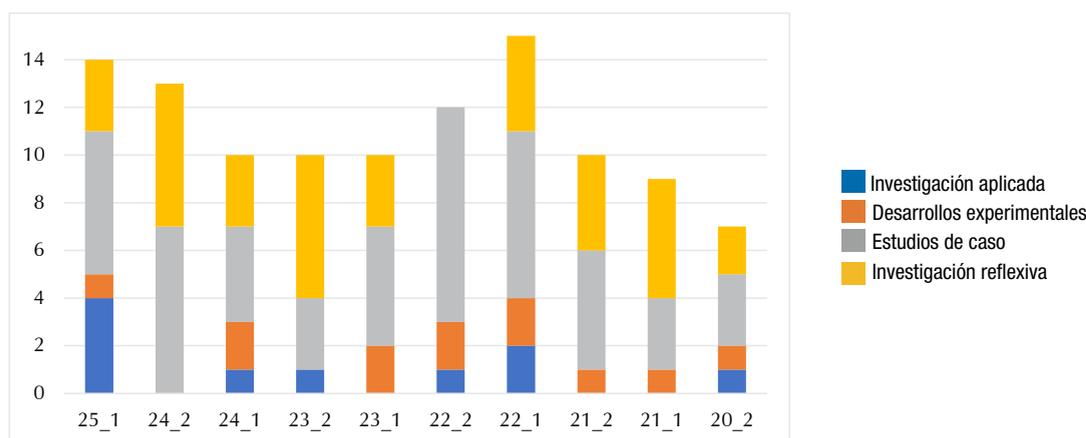


Figura 1. Artículos por categoría en cada número

Fuente: elaboración propia (2023)

Este evento propició valiosas discusiones y reflexiones al respecto (Delgado et al., 2015, pp. 19-20).

Ese mismo año se conformó un grupo de trabajo, que luego se denominaría Mesa Nacional de Artes, Arquitectura y Diseño (AAD), con el objetivo de validar estos procesos creativos como forma de creación de nuevo conocimiento, así como sus dinámicas y resultados singulares. Los integrantes de esta mesa fueron miembros y delegados de las siguientes asociaciones: Asociación Colombiana de Facultades de Artes (Acofartes); Asociación Colombiana de Facultades de Arquitectura (ACFA); Asociación Colombiana Red Académica de Diseño (RAD); Departamento Administrativo de Ciencia, Tecnología e Innovación (Colciencias); Ministerio de Educación Nacional (MEN); Ministerio de las Culturas, las Artes y los Saberes; y la Comisión Nacional de Aseguramiento de la Calidad de la Educación Superior (Conaces).

La mesa AAD fue el espacio donde se fortaleció la investigación-creación como un concepto que posiciona los procesos creativos en contextos en los que se genera conocimiento, lo que puso en evidencia la convergencia que existe entre las disciplinas de tradición científica y las de tradición creativa. Allí, además, se reconoció que “la academia es un escenario privilegiado para el desarrollo de procesos creativos que permiten la experimentación libre con lenguajes plásticos, la formulación de proyectos con alto componente autorreflexivo y la colaboración de diferentes métodos y áreas del conocimiento” (Bonilla et al., 2018, p. 288). Las reflexiones surgidas en esta mesa revelaron que es de vital importancia que la academia reconozca, proteja y fomente espacios dedicados a la

creación, lo que resalta su papel activo frente al desarrollo tecnológico y la innovación.

Ahora bien, la formalización que buscaba el concepto de investigación-creación en nuestro país, en cuanto al reconocimiento de la diversidad de posibilidades de producción de conocimiento que incluye los procesos creativos, se dio en 2014 “como resultado de las experiencias de la Convocatoria 640 de 2013 y del trabajo conjunto en estos comités” (Minciencias, 2014b, p. 16). De este modo, se ajustaron los estándares de medición para ser aplicados en el proceso de la convocatoria para el año 2014.

Entre las decisiones que se tomaron, es de interés para este estudio la consignada en el numeral 39:

Se conserva la estructura de los cuatro tipos de los productos resultado de los procesos de investigación, desarrollo tecnológico e innovación desarrollados por los grupos: productos resultado de actividades de generación de nuevo conocimiento; productos resultado de actividades de desarrollo tecnológico e innovación; productos resultado de actividades de apropiación social del conocimiento; productos de actividades relacionadas con la Formación de Recurso Humano en CTel; y se adiciona una quinta tipología denominada productos resultado de la creación o investigación-creación en artes, arquitectura y diseño. (Minciencias, 2014b, p. 20)

Tras esta denominación, en el numeral 40 se afirma:

Respecto a los productos resultado de la creación o investigación-creación en artes, arquitectura y diseño, se aclara que para esta convocatoria, solamente se capturará la información y no se hará ningún tipo de ponderación o cálculo de estos productos. (Minciencias, 2014b, p. 20)

2.1.3.5 Productos resultado de la creación o investigación-creación en artes, arquitectura y diseño

Obra o creación Efímera
Obra o creación Permanente
Obra o creación Procesual

Los requerimientos son mencionados en la Tabla XVII del ANEXO 1.

Tabla 2. Productos de investigación

Fuente: MinCiencias (2014). Modelo de medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación y de reconocimiento de investigadores del sistema nacional de ciencia, tecnología e innovación (p. 30).

Posterior a esto, se definieron los productos de investigación-creación, tal como se muestra en la Tabla 2.

Teniendo en cuenta que el primer producto corresponde a los artículos de investigación tipo A1, A2, B, C y D, se valida el uso de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* como objeto de estudio para entender la investigación que se relaciona con el campo de las artes.

Más allá de la investigación-creación

La diversidad de la investigación en los campos creativos ha hecho que el concepto de investigación-creación no parezca suficiente para singularizar las posibles relaciones que se dan entre los actos creativos y los investigativos. Un buen ejemplo de esto es el concepto de investigación proyectual, que surgió en el campo de la arquitectura.

En el epílogo que se titula “El estatuto epistemológico de la investigación en arquitectura en Colombia según las publicaciones de acceso abierto”, del texto *La investigación formativa en las facultades de Arquitectura de la USTA: aproximación histórica a partir de los trabajos de grado modalidad investigación*, se señala que el concepto en cuestión puede tener su origen en las competencias profesionales establecidas para los arquitectos por la ACFA, entre las que se contempla “la capacidad para indagar, comprender y relacionar información contextual que fundamente la investigación proyectual, con el fin de sustentar las decisiones arquitectónicas y urbanísticas”; además, se señala que el rótulo “investigación proyectual” se empezó a usar en diferentes asignaturas de pregrado y posgrado (Rueda Cáceres et al., 2022, p. 140). A pesar del rastreo de este origen, los mismos investigadores admiten:

Indagar sobre “investigación proyectual” sugirió que en Colombia es escasa la producción escrita y difundida sobre el tema [...], a juzgar por la bibliografía de acceso abierto disponible, el estado del conocimiento sobre el estatus epistemológico de la investigación proyectual en Colombia se muestra bastante inexplorado e incierto. (p. 140)

Lo cierto es que, aunque el concepto de investigación proyectual sea común y de uso generalizado, no hay discusiones o documentos institucionales que lo sustenten. Aun así, su existencia revela singularidades que harían posible distinguirlo de la investigación-creación. Es precisamente la identificación de esas particularidades lo que ha motivado este análisis que busca las repuestas en la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*.

La *Revista de Arquitectura (Bogotá)* como objeto de estudio

Esta publicación indexada es de carácter científico y de acceso abierto. Su arbitraje se realiza mediante revisión por pares en modalidad doble ciego, y desde 1999 publica investigaciones originales e inéditas dirigidas a la comunidad académica y profesional interesada en la arquitectura, el urbanismo y las tecnologías ambientales y sostenibles.

Como se ha detallado en el apartado metodológico, para este estudio se han tenido en cuenta los últimos diez números de la revista, en un rango que abarca desde el número 20-2 de 2018 hasta el 25-1 de 2023.

Los artículos publicados en esta revista siguen una estructura común basada en el formato IMRyD (Introducción, Métodos, Resultados y Discusión). En este corpus se han identificado cuatro amplias categorías en función de las características de las investigaciones que respaldan dichos textos. Aunque en la mayoría de los casos se presentan artículos de investigación científica y tecnológica que detallan los resultados originales de proyectos de investigación completados, la estructura más empleada consta de cuatro secciones principales, como establece Minciencias (2014): introducción, metodología, resultados y conclusiones. En esta categoría de artículos se ha observado la presencia de grupos que se alinean con otras tipologías de textos recibidos por la revista. A continuación, se desglosa minuciosamente cada una de estas categorías con el propósito de arrojar luz sobre las diversas formas de investigación que surgen en el ámbito de la arquitectura.

Investigación reflexiva

En la categoría de investigación reflexiva se han incluido todos aquellos artículos de investigación que estudian alguna problemática o tema propio del campo de la arquitectura, pero que no necesariamente se vinculan con el desarrollo de un proyecto en particular.

Es el caso, por ejemplo, de los artículos de revisión. Para este tipo de escritos los investigadores sistematizan e integran la información con el fin de dar cuenta de avances o desarrollos sobre un tópico particular. Según los lineamientos del documento guía de Minciencias (2014) para revistas de ciencia, tecnología e innovación, los artículos de revisión son:

Documentos derivados de una investigación terminada donde se analizan, sistematizan e integran los resultados de investigaciones publicadas o no publicadas, sobre un campo en ciencia o tecnología, con el fin de dar cuenta de los avances y las tendencias de desarrollo. Se caracteriza por presentar una cuidadosa revisión bibliográfica de por lo menos 50 referencias.

Estos artículos permiten el reconocimiento de los antecedentes de la problemática central, a partir de un análisis documental que puede incluir fuentes de todo tipo; también, facilitan la confrontación de los diferentes niveles de información disponibles, lo que hace posible una valoración fundamentada del estado de la cuestión.

En la categoría investigación-reflexión también se pueden incluir los artículos de reflexión-discusión donde los investigadores presentan los resultados de una investigación abordada desde una perspectiva analítica, interpretativa o crítica, sobre un tema específico y valiéndose de fuentes originales, como lo establece Minciencias (2014) para

las revistas de ciencia, tecnología e innovación. En este tipo de escritos los autores señalan, de forma detallada y crítica, los hallazgos y aportes de determinada indagación; además, brindan el contexto en el que se desarrollaron sus estudios.

Los artículos en cuestión enfatizan en el significado y la relevancia de una investigación; asimismo, señalan sus interrelaciones con otros niveles de conocimiento existente sobre el tópico de interés, dejando claras las limitaciones y alcances del estudio y abriendo rutas futuras para el avance de la investigación.

Estudios de caso

Los estudios de caso se caracterizan por concentrarse en una única unidad o en un conjunto de unidades por separado. Estos estudios tienen sus antecedentes en la sociología, la antropología, la historia, la psicología, la abogacía y el derecho; campos en los cuales este tipo de investigación resulta metodológicamente apropiado, al ser comunes las entrevistas abiertas, el análisis documental, la observación y el estudio exhaustivo de un caso en su contexto sociocultural y político (Simons, 2009).

Los estudios de caso son apropiados como método de investigación cuando se quiere obtener información y alcanzar un profundo conocimiento sobre algo en concreto. Además, permiten una exploración exhaustiva que da lugar a la identificación de singularidades e implicaciones que puedan determinar cada unidad. Así, se trata de los documentos que presentan los resultados de un estudio sobre una situación particular con el fin de dar a conocer las experiencias técnicas y metodológicas consideradas en un caso específico. Incluyen una revisión sistemática comentada de la literatura sobre casos análogos (Minciencias, 2014).

Los estudios de caso pueden ser cualitativos o cuantitativos, como lo señala Simons (2009) en *El estudio de caso: teoría y práctica*:

Los factores determinantes al decidir utilizar métodos cualitativos o cuantitativos son si unos y otros facilitan la comprensión del caso en cuestión, qué tipo de inferencias se pueden hacer de los datos, y cómo las valoran los diferentes públicos y con fines distintos. (p. 21)

A partir de los resultados de este tipo de estudios es posible formular preguntas de investigación que conduzcan a hipótesis y reflexiones de casos similares que, en el caso particular de la arquitectura, puedan soportar y dar respaldo a propuestas de diseño con características compartidas, señalando el caso como paradigma o referencia.

Desarrollos experimentales

El *Manual de Frascati 2015: guía para la recopilación y presentación de información sobre la investigación y el desarrollo experimental* define este tipo de investigación de la siguiente manera:

La I+D (investigación y desarrollo experimental) comprende el trabajo creativo y sistemático realizado con el objetivo de aumentar el volumen de conocimiento (incluyendo el conocimiento de la humanidad, la cultura y la sociedad) y concebir nuevas aplicaciones a partir del conocimiento disponible. (p. 47)

Este mismo estándar de medición señala que los estudios I+D deben cumplir cinco criterios básicos: deben ser novedosos, creativos, inciertos, sistemáticos y trans-

misibles o reproducibles. Este tipo de investigaciones orientan sus objetivos específicos y generales a nuevos hallazgos, aunque por su misma naturaleza sus resultados suelen ser inciertos.

Los artículos de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* que se han incluido en esta categoría dan cuenta de un desarrollo investigativo que se apoya en el conocimiento obtenido en investigaciones básicas y aplicadas, bien sea para producir nuevos productos y procesos o para mejorar los que ya existen.

Investigación proyectual

Es un tipo de investigación aplicada porque se dirige a un objetivo práctico. Por esta razón, en esta categoría se han incluido los artículos de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* que dan cuenta del proceso investigativo relacionado con el desarrollo de un proyecto. Como investigación aplicada, la investigación proyectual tiene como objetivo principal encontrar soluciones a problemas específicos. En su tesis doctoral titulada *La investigación proyectual en arquitectura*, Hernán Zamora (2012) afirma:

La Investigación Proyectual Arquitectónica [...] se aproxima a la epistemología, porque trata de identificar las características de lo que comprende a priori como un determinado tipo de conocimiento: el que se produce a través del proyectar arquitectónico y, también, se aproxima a la metodología, porque centramos nuestro estudio en las posibilidades y límites del proyectar arquitectónico como método de producción de conocimientos. (p. 35)

Según esto, la investigación proyectual es la categoría más cercana a la idea de investigación-creación. En ese sentido, no se refiere solo a una actividad secundaria que acompaña el proceso creativo, sino que abre la posibilidad de generar nuevo conocimiento y de hacer aportes significativos al campo.

Discusión

La revisión de los números seleccionados de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* ha permitido esclarecer sutilezas con respecto a las distintas formas de investigación en el campo. Tras revisar los artículos y proponer las cuatro categorías que postulan los tipos de investigación, se ha evidenciado la diferencia en el número de artículos incluidos en uno y otro grupo (Figura 2).

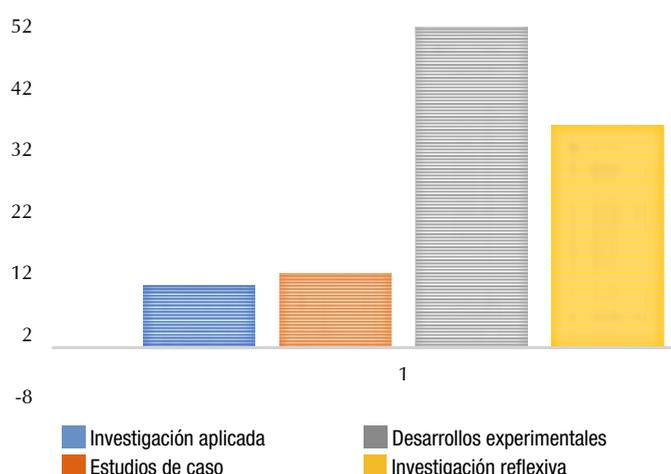


Figura 2. Relación total de artículos por categoría en el estudio
Fuente: elaboración propia (2023).

El alto número de artículos en las categorías investigación reflexiva y estudios de caso señala a la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* como una fuente de información de gran valor para desarrollos investigativos en fases más avanzadas o relacionadas con el quehacer práctico. Así, la exhaustiva revisión de las ya mencionadas publicaciones permite evidenciar las siguientes premisas:

- El examen de los artículos de investigación reflexiva hace posible una exploración más crítica de conceptos teóricos, metodológicos y de profundización conceptual, que muestra cómo estos artículos fomentan la reflexión crítica y el análisis en el ámbito arquitectónico, lo que contribuye a la evolución de la teoría en esta disciplina.
- Se encontraron estudios de caso que enfatizan o abordan problemas reales y sus soluciones en contextos específicos. Se destacan artículos que proporcionan valiosos aportes para profesionales y académicos que buscan aplicar conceptos teóricos en situaciones concretas, lo que impulsa la transferencia de conocimiento desde la academia al campo práctico.
- Se encontraron artículos que abordan desafíos arquitectónicos desde una perspectiva multidisciplinaria o incorporan enfoques interdisciplinarios desde las temáticas o la misma composición de los investigadores que enriquecen la investigación, ampliando las posibilidades de abordar problemas complejos desde diversas perspectivas.
- Además, se encontraron artículos de alto impacto en la práctica o la investigación de temas de urbanismo y tecnología vinculados a los espacios públicos y sus nuevas visiones pospandemia, o a las innovaciones tecnológicas en materiales que cumplen las condiciones dadas por los Objetivos del Desarrollo Sostenible (ODS) para enfrentar el cambio climático. Así mismo, artículos que han influido en la toma de decisiones, la planificación urbana o la conceptualización arquitectónica, respaldando así la afirmación de que la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* es una fuente valiosa para desarrollos avanzados.

La publicación de estos artículos fomenta el diálogo constructivo dentro de la comunidad de estudiosos de la arquitectura, incentiva acceder a investigaciones reflexivas y estudios de caso que aportan experiencias y enfoques innovadores que nutren el desarrollo continuo de la disciplina.

Es relevante destacar que la escasa presencia de artículos que aborden investigaciones proyectuales o de desarrollo experimental dentro de esta selección de estudios; pero esto no minimiza la importancia de este tipo de investigaciones. Más bien, señala un hecho crucial: dado su

estrecho vínculo con la práctica, estos trabajos no siempre se traducen en productos textuales o documentos convencionales, lo que plantea una cuestión fundamental: ¿cómo abordar el análisis y la evaluación de los aportes y avances surgidos de las investigaciones proyectuales?

Conclusiones

Se puede concluir que, en el amplio campo de la arquitectura, la investigación adopta múltiples manifestaciones, lo que refleja la naturaleza multidimensional y en constante evolución de la disciplina. En este contexto, la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* emerge como una herramienta vital y efectiva para dar visibilidad a esta diversidad de estudios e indagaciones. Su papel trasciende la mera publicación de artículos, convirtiéndose en un motor activo que impulsa la generación y el intercambio de conocimiento en el ámbito arquitectónico.

Esta revista enriquece y dinamiza el proceso de construcción de conocimiento en torno a la arquitectura, lo que fomenta un diálogo constante entre las distintas voces de la comunidad académica y profesional. Los estudios presentados en sus páginas no solo informan acerca de investigaciones en curso, sino que también incitan a la reflexión y al debate sobre cuestiones cruciales que afectan la disciplina. De esta forma, la revista nutre de manera profunda y positiva los procesos de formación de investigadores y estudiantes al exponerlos a una variedad de enfoques, métodos y perspectivas enriquecedoras.

No obstante, el impacto de la revista no se limita al ámbito educativo. Al proporcionar una plataforma para la divulgación de investigaciones, también se consolida como un pilar para el desarrollo continuo de la investigación arquitectónica. Los investigadores pueden encontrar un espacio donde presentar sus hallazgos y contribuciones, lo que a su vez impulsa la consolidación y el avance de la disciplina en sí. Esta simbiosis entre la publicación científica y la investigación establece un vínculo en el que la retroalimentación constante entre la teoría y la práctica es esencial para la innovación en las publicaciones científicas de la disciplina.

En última instancia, la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* no solo documenta y comparte el conocimiento, sino que también desempeña un papel determinante en el futuro de la disciplina. Su capacidad para abarcar una amplia gama de enfoques investigativos hace que sea un medio valioso para fomentar la exploración, la innovación y la colaboración en el ámbito de la arquitectura. Con cada edición, esta revista busca inspirar a aquellos que desean impulsar los límites del conocimiento arquitectónico, creando así un legado duradero de enriquecimiento intelectual y desarrollo profesional.

Contribuciones y agradecimientos

Este artículo se deriva la investigación llevada a cabo en la Universidad Católica de Colombia: “La *Revista de Arquitectura (Bogotá)* como componente interdisciplinar de la comunicación científica, fortalecedor de la comunidad disciplinar” (2023), en el marco de la línea de investigación Diseño Integrativo, Hábitat y Proyecto, asociada al proyecto.

Las autoras de este trabajo han realizado las siguientes contribuciones: Pilar Suescún-Monroy estuvo a cargo de la concepción del estudio, el análisis de datos y la interpretación de resultados; Anna Maria Cereghino-Fedriego se ocupó de la recolección, el análisis y la interpretación de datos desde la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*. Las autoras declaran que no tienen conflictos de interés relevantes en relación con la investigación presentada.

Agradecemos a César Andrés Eligio-Triana por apoyarnos con su dedicado seguimiento a la redacción del texto y su aporte de distintas fuentes documentales.

Referencias

- Asprilla, L. I., (2014, 22 de mayo). La producción de conocimiento desde las artes: propuesta para un Programa Nacional de las Artes adscrito a Colciencias. *A Contratiempo: Revista de Música en la Cultura*, 23. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7511939>
- Bonilla, H., Cabanzo, F., Delgado, T., Hernández Salgar, O., Stward, A., Niño Soto, A., & Salamanca, J. (2018). Apuntes sobre el debate académico en Colombia en el proceso de reconocimiento gubernamental de la creación como práctica de generación de nuevo conocimiento, desarrollo tecnológico e innovación. *Cuadernos de Música, Artes Visuales y Artes Escénicas*, 13(1), 281-294. <https://doi.org/10.11144/javeriana.mavae13-1.asda>
- Delgado, T., Beltrán, E., Ballesteros, M., & Salcedo, J. (2015). La investigación-creación como escenario de convergencia entre modos de generación de conocimiento. *Iconofacto*, 11(17), 10-28. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6302065>
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2014a). *Documento guía: servicio permanente de indexación de revistas de ciencia, tecnología e innovación colombianas*. <https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/paginas/M304PR02G01-guiaserviciopermanente-indexacion.pdf>
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2014b). *Modelo de medición de grupos de investigación, desarrollo tecnológico o de innovación y de reconocimiento de investigadores del Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación*. <https://minciencias.gov.co/convocatorias/2014/convocatoria-nacional-para-el-reconocimiento-y-medicion-grupos-investigacion>
- Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación. (2021). *Tipología de proyectos calificados como de carácter científico, tecnológico o de innovación*. https://minciencias.gov.co/sites/default/files/upload/convocatoria/anexo_3._documento_de_tipologia_de_proyectos_version_6.pdf
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos. (2015). *Manual de Frascati 2015: guía para la recopilación y presentación de información sobre la investigación y el desarrollo experimental*. <https://www.oecd.org/publications/manual-de-frascati-2015-9789264310681-es.htm>
- Rueda Cáceres, L., Farrés Delgado, Y., Cano Castro, G., Abreu Plata, E., Garcés Bravo, C., Gómez Arciniegas, C. & Sanabria Salcedo, A. (2022). *La investigación formativa en las Facultades de Arquitectura de la USTA: aproximación histórica a partir de los trabajos de grado modalidad investigación*. Universidad Santo Tomás. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/49977>
- Simons, H. (2009). *El estudio de caso: teoría y práctica*. Ediciones Morata.
- Universidad Católica de Colombia. (2023a). Enfoque y alcance de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*. <https://revistadearquitectura.ucatolica.edu.co/index.php/RevArq/about/focusAndScope>
- Universidad Católica de Colombia. (2023b). Lista de comprobación para la preparación de envíos de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*. <https://revistadearquitectura.ucatolica.edu.co/index.php/RevArq/about/submissions>
- Zamora, H. (2012). *La investigación proyectual en arquitectura estudiada a través de los trabajos de grado de la Maestría de Diseño Arquitectónico de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela* [Tesis de doctorado, Universidad Central de Venezuela]. Archivo digital. http://saber.ucv.ve/bitstream/10872/6024/1/T026800006357-0-Completo_Hernan_Zamora-000%282%29.pdfK

La construcción sostenible en el ámbito de la educación superior en Medellín, Colombia. El caso de la construcción con tierra

Sustainable construction in the field of higher education in Medellín, Colombia. The case of earth construction

Ana María Yepes González

Universidad Nacional de Colombia. Medellín (Colombia)
Facultad de Arquitectura, Programa de Construcción
Grupo de Investigación en Construcción
Arquitecta constructora, Universidad Nacional de Colombia. Medellín (Colombia)

 <https://onx.la/e8c8e>

 <https://orcid.org/0000-0001-7167-4123>

 amyepesg@unal.edu.co

Carlos Mauricio Bedoya Montoya

Universidad Nacional de Colombia. Medellín (Colombia)
Facultad de Arquitectura, Programa de Construcción
Grupo de Investigación en Construcción
Arquitecto constructor, Universidad Nacional de Colombia. Medellín (Colombia)
Doctor en Proyectos, Universidad Internacional Iberoamericana. San Francisco de Campeche (México)

 <https://scholar.google.es/citations?hl=es&user=vUYHN2wAAAAJ>

 <https://orcid.org/0000-0001-9702-5076>

 cmbedoya@unal.edu.co

Resumen

Este artículo presenta un trabajo analítico de la tierra como material para la construcción, buscando analizar y evaluar la aceptación e implementación que se dan de esta en el sector constructivo, en la configuración de la ciudad de Medellín, tanto desde la mirada de la academia como desde el ámbito profesional. La investigación se desarrolló a través de un enfoque mixto, de tipo longitudinal, con dos cortes transversales: uno en 2018, y otro, en 2022, lo que permite una comparación del avance de un año al otro en cuanto a la percepción que se tiene de la construcción con tierra en la ciudad. La información se obtuvo mediante tres fases: la primera, por búsqueda documental; la segunda, mediante un trabajo de campo con la aplicación de entrevistas en instituciones de educación superior, tanto en pregrados como en posgrados, y la tercera, con la implementación de encuestas a empresas constructoras de la ciudad. El desarrollo de la investigación dio como resultado un avance en cuanto a la aceptación de la tierra en el sector de la construcción; sin embargo, aún se hace necesario un mayor fortalecimiento del tema para adquirir un mejor posicionamiento.

Palabras clave: aceptación; construcción sostenible; Medellín; educación; tierra

Abstract

This article presents an analytical work on the soil as a material for construction, seeking to analyze and evaluate its acceptance and implementation in the construction sector, in the configuration of the city of Medellín, both from the perspective of the academy as well as from the professional field. The research was developed through a mixed, longitudinal approach, with two cross-sectional cuts. The first one in 2018 and the second in 2022, which allows a comparison of the progress from one year to the next in terms of the perception that of construction with soil in the city. The information was obtained through three phases, the first, by documentary search, the second, through fieldwork with the application of interviews in institutions of higher education, both in undergraduate and postgraduate courses, and the third one, with the implementation of surveys to construction companies. The development of the research resulted in an advance regarding the acceptance of the soil in the construction sector, however, a greater strengthening of the subject is still necessary to acquire a better positioning.

Keywords: acceptance; education; Medellín; soil; sustainable construction

Introducción

De acuerdo con Arenas (2008), el proceso de obtención de los materiales de construcción tiene una alta incidencia en la contaminación ambiental, tanto desde el proceso de extracción de materias primas que se da en canteras y graveras —las cuales producen modificaciones en la topografía— como en el proceso de producción y fabricación —donde se generan altas emisiones de CO₂ a la atmósfera—. También, en la etapa final de los materiales, los cuales, luego de cumplir su vida útil, son desechados sin obtener tratamiento alguno para su aprovechamiento, lo cual aumenta los centros de acopio ilegales y los niveles de contaminación.

Sin embargo, a lo largo de la historia no todos los materiales han cumplido un papel contaminante: la tierra, por ejemplo, es el material más antiguo entre los utilizados por el ser humano en la construcción. Todavía en la actualidad se conservan construcciones originadas en las primeras civilizaciones, con lo cual se le puede dar una connotación de material resistente, como menciona Rivero (2007): “nunca nadie ha demostrado que la tierra como material de construcción no sirve, o que sus sistemas constructivos son inseguros. Simplemente entraron en desuso por asumir el paradigma de la sociedad moderna” (p. 354), y así lo evidencian las estructuras patrimoniales de siglos atrás que siguen en pie, pero que, por ese mismo olvido y esa falta de conocimientos, son reemplazadas por diseños contemporáneos. Por el contrario, han surgido innovaciones en las técnicas constructivas, en la preparación del material y en el diseño de equipos para hacer de esta alternativa una opción más competitiva en la industria.

Características tales como su abundancia, la baja utilización de energía para su proceso de transformación, sus propiedades térmicas y la posibilidad de reutilizarlo una vez cumplida su vida útil hacen de este material una excelente alternativa para una construcción más limpia y consiente. Por esto, Bedoya (2015) hace un cambio de denominación para dicha materia prima, y la llama *suelo residual*.

A pesar de lo anterior, la llegada de la industrialización causó un cambio de pensamiento en el uso de este material, al verse incorporados otros, como el concreto, el vidrio y el acero, que, a su vez, arribaron con conceptos de estatus, desarrollo y seguridad, como resultado de una búsqueda para mejorar los problemas presentados en los edificios por el deterioro y el paso del tiempo. Dicho cambio se dio no solo en la población informal, sino también, en las empresas constructoras, que, desde la tercera década del siglo XX vienen utilizando el concreto como material principal para la configuración de la ciudad (González, 2011).

Por eso, para lograr un desarrollo sostenible es pertinente una reincorporación de técnicas constructivas olvidadas, las cuales aportan opciones para superar la problemática ambiental que se vive por la desmesurada explotación de recursos y la poca conciencia sobre ello. Para esto, sería necesario entender que la utilización de materiales se puede dar no solo según las exigencias del mercado, sino también, según el lugar de utilización de estos, para así obtener un mejor aprovechamiento de esos materiales. Es así como la ciudad de Medellín no es ajena a esta nueva visión, donde el uso de materiales provenientes de procesos industrializados se asocia a los conceptos de Modernidad, como un resultado de las tendencias del mercado; por eso, el presente trabajo busca potenciar la

construcción con tierra como una técnica y un material capaces de brindar soluciones para hábitats de cualquier estrato socioeconómico despojándose del prejuicio de pobreza y residuo.

Para esto, se buscó conocer la visión que tiene el sector de la construcción en la ciudad de Medellín, tanto desde la academia como desde los profesionales, frente a la implementación de la tierra como material de construcción de óptimo desempeño técnico y estético.

Metodología

La investigación se desarrolló a través de un enfoque mixto, de tipo longitudinal, con dos cortes transversales: uno en 2018, y otro, en 2022, buscando recrear y actualizar la percepción que se tiene frente a la construcción con tierra en la ciudad de Medellín. Para esto, el trabajo realizado se dividió en tres fases, como se detalla a continuación.

La primera fase fue llevada a cabo mediante una búsqueda documental, a través de otras investigaciones, artículos, libros, folletos y entrevistas no estructuradas con personas del medio. Se elaboró un estado del arte que condujese a identificar técnicas de construcción recientemente empleadas en la ciudad de Medellín, se presentaron posturas críticas y se evidenció la realidad del uso del material hoy por hoy.

La segunda fase se centró en el análisis de la visión, desde la academia, respecto a implementar la tierra como material de construcción. Para 2018 se hizo una búsqueda orientada a las ofertas de pregrado de las universidades de la ciudad de Medellín que en sus planes de estudio tuviesen materias estructuradas con temas relativos a la construcción con tierra, ya fuese desde la parte técnica o desde la conservación del patrimonio. Ahora, para 2022, ya que la oferta de pregrado no varió, la búsqueda en la academia se centró en las ofertas de posgrado, las de las universidades inicialmente identificadas, los desarrollos dentro de los grupos de investigación y los productos allí contenidos. Se logró así completar una visión amplia de la formación dentro de la academia en cuanto al uso de la tierra como material para construir.

Finalmente, la tercera fase, desarrollada en los mismos periodos, consistió en analizar la percepción que tienen los profesionales del medio frente al uso de la tierra como material, desde las empresas constructoras en las que se desempeñan; estas se seleccionaron según su tamaño: pequeñas, medianas y grandes. En total, fueron catorce empresas, de acuerdo con una prueba no probabilística, ya que se basó en las características del trabajo. Esto, por medio de un instrumento de recolección de datos, aplicado a una muestra no probabilística de empresas del sector de la construcción, lo que permitió la tabulación y el análisis de los resultados.

Resultados

La construcción con tierra en el ámbito de la ciudad de Medellín

En América Latina, la tierra fue usada mucho antes a la llegada de los conquistadores. Pueblos indígenas como los muisca construían sus viviendas utilizando materiales locales para dar forma a estructuras circulares: bohíos con

postes de madera, paredes de arcilla, techos y pisos de paja, lo cual es considerado el inicio de la construcción con tierra en Colombia (López et al., 2020).

Sin embargo, con el proceso de colonización en el continente, el uso de estos materiales no desapareció por completo: al contrario, hicieron parte de los estilos arquitectónicos europeos barroco y neoclásico, a los que fueron incorporados adecuando las técnicas indígenas a las nuevas corrientes, las cuales pretendían destacar las plazas y las iglesias, que representaban, para los españoles, obras de importancia.

Ya en Medellín, a la llegada de los gobernantes borbónicos Francisco Silvestre y Juan Antonio Mon y Velarde, hacia 1775, se implantó una serie de políticas que buscaban cambiar el aspecto de los centros urbanos, ya que, a su parecer, La Villa, como era conocida la actual ciudad, no contaba con edificaciones representativas tanto religiosas como institucionales, que para los ya mencionados gobernantes aportaban variedad y riqueza en infraestructura al poblado. Las políticas consistían en el desarrollo de este tipo de edificaciones; entre ellas, las de tipo monumental, como iglesias, pero también carnicerías, cárceles y cementerios (González, 2008).

Dada la complejidad de estas nuevas obras, tanto en su espacialidad como en su forma, se empezaron a ejecutar nuevos avances constructivos combinando la tierra con la teja española, la piedra y el ladrillo para construcciones civiles. Por ejemplo, el ladrillo fue utilizado de manera parcial en la construcción de la iglesia La Veracruz, y totalmente, en el convento de San Francisco. De igual manera, estos nuevos materiales representaron un cambio en la estructura de vivienda, sin dejar de lado las técnicas tradicionales que se desarrollaban para la construcción de las edificaciones, como la tapia, el bahareque y el adobe; se presentó un aumento en el uso de la teja de barro para las cubiertas, comparada con la utilización que se daba antes de ese momento. No obstante, su implementación en la arquitectura domiciliar fue creciendo con el tiempo, y trajo connotaciones particulares, ya que las familias adineradas construían con tapia, adobe, ladrillo y teja de barro, y las familias de bajo poder adquisitivo adoptaron el bahareque y la paja.

En las primeras décadas del siglo XX la ciudad de Medellín migraba de su condición de villa pueblerina a ciudad moderna, por lo que en su territorio se instalaron empresas, bancos e industrias que requirieron edificaciones en cuya construcción se prefirió el uso de materiales como el ladrillo, el concreto y el acero, en desmedro del uso de técnicas constructivas ancestrales.

Sin embargo, la industrialización no paró, y en el decenio de 1950, con empresas cementeras ya instaladas en Antioquia, el empleo del concreto reforzado siguió en aumento, a tal punto que prácticamente se anularon las técnicas basadas en el uso de la tierra. La idea del desarrollo y del progreso privilegió las estructuras basadas en el cemento y el acero, e impulsó a las técnicas de tierra y a otros materiales, como la cal y la madera, los adjetivos de anacrónicos y poco confiables desde conceptos de resistencia y estatus (Núñez, 2019).

A pesar de lo anterior, hubo iniciativas en la misma década por reivindicar la tierra como material óptimo para construir edificios: tal es el caso de la creación del Centro Interamericano de Vivienda y Planeamiento (CINVA), que en 1951

se consolidó como la sede de la Universidad Nacional de Colombia en Bogotá. Allí se desarrolló la prensa conocida como Cinva-Ram, con la cual las comunidades podían elaborar sus propios bloques utilizando el suelo residual como materia prima (Peña, 2008).

Las viviendas que se construyeron con materiales de la zona, que obedecían al contexto cultural y social, también desaparecieron, y no se debió ello a la calidad de los materiales, “sino porque ocupan el lugar que requiere el rascacielos del desarrollo y el progreso” (Guibbert, 1987, p. 89).

No obstante, dadas las exigencias ambientales a escala mundial para que las industrias y las edificaciones disminuyan sus impactos negativos sobre el ambiente, la arquitectura, la ingeniería y la construcción han vuelto su mirada hacia materiales y técnicas de menor impacto ambiental. La construcción sostenible, entonces, gana espacio en la academia y en el medio, y surge, al mismo tiempo, una intención de rescatar sistemas constructivos y materiales locales, de menor huella de carbono y fácil acceso. Entre ellos, la tierra o el suelo que se genera al excavar o al hacer movimientos de tierra son vistos como materia prima, y no como residuo (Gómez et al., 2021).

Con el surgimiento de investigaciones atinentes a la construcción con tierra se ha generado, en las primeras décadas del siglo XXI, credibilidad en cuanto a las características de resistencia, durabilidad y valor estético de estas técnicas; de hecho, las comunidades presentan una nueva aceptación al respecto.

En Medellín, el panorama ha resultado complejo en este sentido, pues, al igual que en otras ciudades, las normas de planeación difícilmente contemplan los sistemas constructivos basados en materiales distintos del concreto reforzado y el ladrillo cerámico, entre otros, y los proyectos llevados a cabo con tapia o bahareque o en bloques de suelo cemento son muy pocos. Además, los profesionales conocedores de estos aspectos siguen siendo pocos, si bien no se puede desconocer el ahínco que otros profesionales han puesto en alcanzar “construcción sostenible que propicie estrategias de bajo consumo de energía y de materiales durante la ejecución del proyecto y de la vida útil de este, como es el caso de la implementación de ecomateriales” (Bedoya, 2018).

No obstante, aunque hay pocos proyectos emprendidos, estos no deben verse de manera peyorativa: al contrario, se convierten en victorias o logros, pues han sido capaces de combinar técnicas y materiales milenarios con otros modernos cumpliendo con exigencias actuales y óptimo desempeño técnico y estético.

Entre los mencionados proyectos se encuentran:

- Construcción de un restaurante en la Universidad Adventista de Colombia (UNAC) con muros de tapia pisada, entre 2011 y 2013, por la Fundación Tierra Viva (figura 1).
- Construcción de muros de tapia pisada en el Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe (figura 2).
- Proyecto de Balcones de Villanueva, un edificio de cuatro plantas con un semisótano, en el barrio Córdoba, por Cipra Arquitectos, y a cargo del arquitecto César Álvarez, en 2014 (figura 3).

De la misma forma, el hecho de que la ciudad sea capaz de reconocer y conservar piezas patrimoniales, como las que aún existen en el parque Bolívar y el barrio Prado, es una muestra de una valoración del patrimonio inmueble y sus técnicas constructivas.

Por el contrario, en varios municipios del departamento de Antioquia que presentan mayor ruralidad se han utilizado con más fuerza y frecuencia las técnicas ya mencionadas, y no solo para viviendas de bajo costo o para lugares en condiciones de pobreza, sino que al reconocerse el valor de la tierra como elemento constructivo en combinación con otros materiales, se han podido erigir hermosas residencias que combinan la arquitectura tradicional con un diseño contemporáneo, donde este material no solo se utiliza para dar forma a la edificación, sino que funciona, a la vez, como elemento decorativo y arquitectónico (Tripura & Singh, 2018). Es así como lo que representa un residuo en alguna etapa constructiva puede pasar a ser un valioso material capaz de resolver problemas de habitabilidad para la construcción de viviendas en cualquier nivel socioeconómico.

Factores que han limitado la implementación de la construcción con tierra en Medellín

A pesar de que se ha evidenciado un mayor interés en cuanto al uso de tierra por parte de los profesionales del sector de la construcción, y si bien se comienzan a notar los esfuerzos por apuntarle a este tipo de construcción valorando, sobre todo, lo que en una etapa constructiva, para muchos, representa un desecho, aún falta camino por recorrer y lugares donde llegar a transmitir este tipo de conocimiento. Como ya se ha mencionado, en municipios de Antioquia se está desarrollando muy bien la labor; no obstante, para el caso de la ciudad de Medellín aún existen algunas brechas que falta superar:

- Falta de aceptación comercial, ya que si se compara la oferta de mano de obra que existe para técnicas convencionales en materiales industrializados con la que existe actualmente dedicada a construir con tierra, es realmente grande la diferencia entre ambas, y por eso usar tierra genera un rechazo inicial por parte de quienes están interesados en desarrollar proyectos constructivos, ya que dicho material no resulta rentable, en gran medida, por las implicaciones que trae buscar mano de obra especializada para esas técnicas tradicionales.
- Hasta el momento, los proyectos de construcción con tierra se muestran restringidos al sector rural, debido a que en la ciudad de Medellín las normas de planeación no los aceptan, y aceptarlos tampoco resulta rentable si se toma en consideración que el valor del suelo en la ciudad es mucho más costoso, lo cual implica una construcción en altura y, por ende, quedan descartadas las técnicas con tierra, las cuales no pueden ser utilizadas en edificaciones de más de dos niveles; sin embargo, es importante tomar en cuenta que la idea no es limitarse a un solo material o un tipo de técnica, sino lograr una combinación armónica de materiales y sistemas. Para ello, los avances tecnológicos están permitiendo ese tipo de alianzas entre materiales: ejemplo de esto sería la posibilidad de lograr un edificio de aproximadamente veinte pisos con estructura en concreto, pero con muros divisorios en BTC (Cabrerá et al., 2020).
- La percepción de materiales que la comunidad reconoce como más “resistentes” ha llevado a asociar las



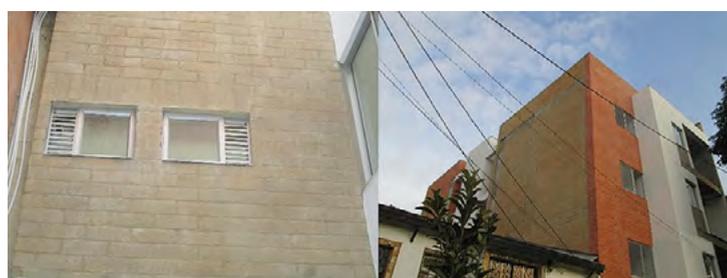
▲ Figura 1. Muros en tapia, en el restaurante de la Universidad Adventista de Colombia.

Fuente: González, G. (2021).



▲ Figura 2. Muros en tapia pisada en el Jardín Botánico Joaquín Antonio Uribe.

Fuente: González, G. (2021).



▲ Figura 3. Edificio Balcones de Villa Nueva.

Fuente: González, G. (2021).

construcciones con tierra a calificativos de “débiles” y “poco desarrolladas”. Es así como el desconocimiento representa una limitante en cuanto a la utilización del material en técnicas constructivas. La comunidad aún es reticente porque asocia este material y sus técnicas a riesgos en cuanto a resistencia, durabilidad y mantenimiento, y a factores patógenos como insectos y humedad; esto, no obstante contarse con varios precedentes de construcciones que se han desarrollado en Colombia y en otros países.

- La falta de profesionales especializados e interesados en este tipo de construcciones es otro factor limitante. Cabe anotar que sí los hay, pero es necesario que, desde los procesos de formación académica en áreas afines a la construcción, se les oriente en cuanto a los beneficios tanto económicos como ambientales de utilizar la tierra como opción técnica y estética de óptimo desempeño.

Inclusión de la tierra como material de construcción en la formación de los profesionales

Entendiendo que es en la universidad donde se forma el profesional en sus bases teóricas, y que es allí donde comienza a perfilar sus intereses dentro del ámbito de estudio que abarca cada programa de educación superior (Gallego, 2018), se hizo una búsqueda dentro de un grupo de universidades, con la intención de conocer el rol que

está jugando la academia en la educación de profesionales para desempeñarse en el sector de la construcción, y que, aparte de estar capacitados para enfrentar el desarrollo futuro con nuevas tecnologías, también reconozcan en su patrimonio una manera de ejercer con responsabilidad su profesión (Hernández, 2017).

En 2018 la búsqueda se centró en las carreras de pregrado de las siguientes universidades que tenían ofertas afines a la construcción y la arquitectura. Se identificaron cuatro pregrados y once universidades, como se detalla seguidamente.

- Arquitectura: Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia; Universidad Católica Luis Amigó; Universidad Nacional de Colombia sede Medellín; Universidad Pontificia Bolivariana; Universidad San Buenaventura; Universidad Santo Tomás.

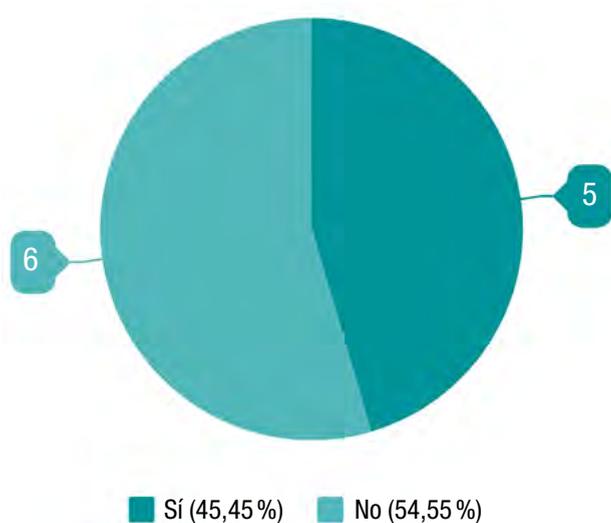


Figura 4. Universidades con asignaturas relativas a construcción con tierra.

Fuente: elaboración propia (2018).

Nota: desarrollado por Piktochart.

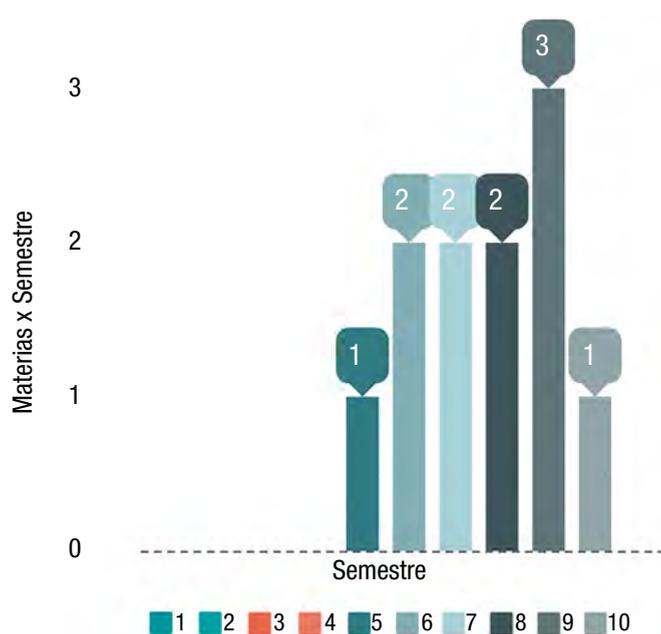


Figura 5. Ubicación de las asignaturas por semestre.

Fuente: elaboración propia (2018).

Nota: desarrollado por Piktochart.

- Construcción: Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.
- Construcciones Civiles: Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia.
- Ingeniería Civil: Universidad Católica Luis Amigó; Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid; Universidad de Antioquia; Universidad de Medellín; Universidad EAFIT; Universidad Escuela de Ingeniería de Antioquia; Universidad Nacional de Colombia sede Medellín.

De este modo, de las once universidades evaluadas, cinco tienen cursos relacionados y seis no los tienen, como se muestra en la figura 4, con lo cual se puede decir que, si bien son resultados bastante cercanos entre sí, existe una notoria intención por parte de la academia de relacionar en su plan de formación el tema de interés. Cabe mencionar que el carácter de las universidades, sea público o privado, no influye en que se tenga o no una oferta académica de asignaturas que desarrollen en sus contenidos temas de construcción con tierra.

Por otro lado, la figura 5 expone los semestres en los cuales se ubican las materias que se imparten en las universidades ya mencionadas, y que se relacionan con el tema de investigación. Esta investigación halló que el 100% de dichas materias son cursadas por los estudiantes después de haber aprobado la primera mitad de su ciclo profesional; es decir, cuando ya se ha cursado una formación básica de los programas y han comenzado líneas de profundización específicas, lo cual puede indicar que las asignaturas pertenecen a una de esas líneas de profundización.

Por otra parte, es posible decir que la intensidad horaria de los cursos identificados no es tan alta. La figura 6 relaciona el número de materias para cada número de créditos. Los resultados de la investigación determinan que, en su mayoría, cinco materias son de dos créditos, lo que corresponde a 96 horas de dedicación del estudiante al trabajo de la asignatura durante el semestre. Las dos materias que presentan un número de créditos más elevados —es decir,

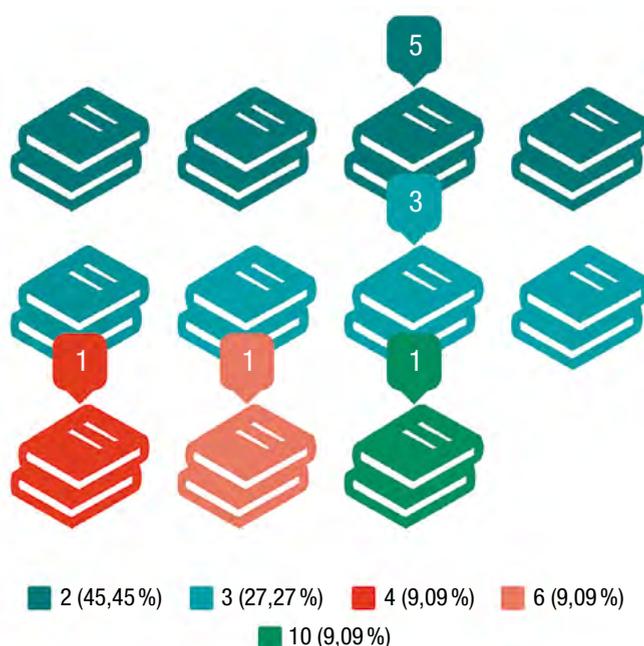


Figura 6. Número de créditos por asignatura.

Fuente: elaboración propia (2018).

Nota: desarrollado por Piktochart.

seis y nueve— son cursos que corresponden a talleres o trabajos de grado, respectivamente.

Entre tanto, fue posible registrar que ocho de los cursos tenían una tipología obligatoria, como se muestra en la figura 7, por lo que se hallaban dentro del plan de estudios establecido para cada programa, lo cual demuestra que existe una mayor certeza de que el estudiante cursará la asignatura; sin embargo, las tres materias que corresponden a la tipología de libre elección son las ofertadas en la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín, pero al respecto es posible afirmar que, no obstante pertenecer al plan de estudios de los tres programas que se registraron en la universidad, existe un gran número de estudiantes que se interesa en inscribirlas y cursarlas.

De igual forma, se encontraron dos universidades, ambas para el programa de Ingeniería Civil, que, aunque tienen dentro de los planes de estudio materias de construcción sostenible, no las tienen ofertadas. Una de las razones es que no cuentan con los profesionales para impartir estos temas; sin embargo, sería importante pensar en la posibilidad de diseñar dicha materia por movilidad académica entre las universidades, mediante convenios de cooperación, para así crear una red entre las instituciones de educación superior, y así lograr impactar una mayor cantidad de estudiantes.

De la oferta académica de todas las universidades, el programa con menores materias identificadas fue Ingeniería Civil. De las siete ofertas con las que cuenta esa carrera, solo en dos de dichas universidades se identificaron materias con contenidos sobre la tierra, a diferencia del programa de Arquitectura, que cuenta con seis ofertas, y tres con dichas asignaturas. Para los programas de Construcción y de Construcciones Civiles, que tienen una oferta cada uno, en ambos se tocan temas relacionados con la tierra como material para la construcción.

Para el caso del programa de Ingeniería Civil, algunos de los docentes entrevistados manifestaron que la

construcción con tierra es un campo en el cual los profesionales no podrían desempeñarse, pues el tema no es acorde a los avances tecnológicos y científicos que se desarrollan en la actualidad, y eso puede explicar su baja oferta. Sin embargo, es importante destacar los casos de la Universidad Nacional de Colombia sede Medellín y la Universidad EAFIT, las cuales sí les apuestan a dichos temas en sus planes de estudio.

Por otro lado, es importante reconocer que, en su mayoría, las ofertas de los programas demuestran su interés en los temas ambientales, pues consideran que hacen parte fundamental de la formación integral de un profesional contemporáneo, y son toda una declaración a favor de un componente ambiental que incluya temas de desarrollo sostenible ofertado a todos los estudiantes.

Para 2022 se analizan, nuevamente, las once universidades, pero ya desde sus posgrados y sus grupos de investigación. En la tabla 1 se compilan los resultados obtenidos. Se encontró que, si bien dentro de los grupos de investigación hay énfasis en materiales de construcción, sostenibilidad, medio ambiente y patrimonio —todos ellos, relativos a la construcción con tierra—, solo en tres de las universidades hay publicaciones producto de investigaciones con una intención clara de impulsar y promover la tierra como un material para la construcción; principalmente, en la generación de bloques.

Es importante resaltar que tres universidades (Colegio Mayor de Antioquia, Universidad Nacional de Colombia y Universidad EAFIT), identificadas en la tabla 1 por publicaciones dentro de sus grupos de investigación con temas relativos a la construcción con tierra, se encuentran dentro de las cinco que para 2018 incluían en sus pregrados temas relacionados. Ello evidencia la continuidad y la intención de formar profesionales con conocimientos sobre el tema. Adicionalmente a eso, promover la investigación es una estrategia fundamental necesaria para recuperar una cultura constructiva que hemos olvidado, pero responde bien a las necesidades de sostenibilidad que en la actualidad requerimos (Avendaño et al., 2021). Además, es posible reinventarla para que sea completamente competitiva con los materiales industrializados, porque, como menciona Cao (2020), “cuando hablamos de reinversiones de técnicas antiguas, estos cambios no constituyen necesariamente un paso atrás, sino que hablan de un futuro más consciente” y en equilibrio.

Discusión

Percepción de los profesionales de la construcción frente a la implementación de la tierra como material

En 2018 se midió la percepción que tenían los profesionales del sector de la construcción frente a implementar la tierra como material para construir. En la investigación *Reivindicación del suelo residual para la construcción. “Arraigo y sostenibilidad para un patrimonio futuro”* se halló que el uso de ciertos materiales influye en la connotación de desarrollo que se tiene al momento de edificar, entendiéndose como sinónimo de este, los materiales producto de los procesos de industrialización.

Ahora bien, pasados cuatro años del mencionado trabajo, se vuelve a recurrir a las empresas antes contactadas y a otras —en total, catorce—, para evaluar, nuevamente, si tras los avances de la industria de la construcción y las

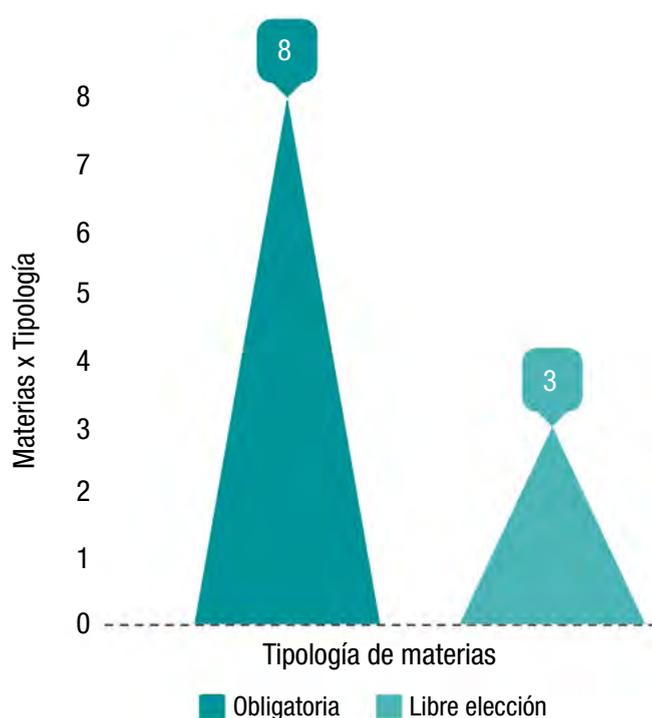


Figura 7. Tipología de asignatura.

Fuente: elaboración propia (2018).

Nota: desarrollado por Piktochart.

Universidad	Programa posgrado	Énfasis	Grupo de investigación	Hallazgos
Colegio Mayor de Antioquia	Especialización en Construcción Sostenible	N/A	Ambiente, hábitat y sostenibilidad. Líneas de investigación: • Arquitectura, patrimonio y contexto; Ambiente y hábitat. • Tecnología de la construcción. Líder: Edna Rodríguez. edna.rodriguez@colmayor.edu.co	Dentro del grupo de investigación se han desarrollado trabajos relacionados con el tema de interés: BTC con aditivos bituminosos. Hacia un avance ambiental y tecnológico de la construcción con tierra como patrimonio futuro: del bloque de suelo cemento (BSC) al bloque de tierra con geopolímeros (BSG).
			https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=0000000009644	
Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid	Maestría en Ingeniería	En Sistemas Sostenibles	Grupo de Investigación en Ingeniería Sostenible (GIS). Líneas de investigación: • Materiales sostenibles y análisis de ciclos de vida. • Sistemas sostenibles. Líder: Henry Omar Sarmiento Maldonado. hosarmiento@elpoli.edu.co	No hay publicados artículos relacionados con el tema.
			https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=0000000009670	
Universidad Católica Luis Amigó			Sus grupos de investigación no tienen líneas relacionadas con el tema de interés	No hay oferta de posgrados en la línea de la arquitectura o la construcción.
Universidad de Antioquia	Maestría en Ingeniería	En Ingeniería Civil	Sus grupos de investigación no tienen líneas relacionadas con el tema de interés.	No tiene un énfasis en temas con relación a la construcción con tierra o artículos publicados al respecto.
Universidad de Medellín	Especialización en Gerencia de Construcciones	N/A	Grupo de Investigación en Ingeniería Civil (GICI). Líneas de investigación: • Recursos hídricos-Ingeniería hidráulica e hidrología. • Vías y geotécnica. • Estructuras. • Materiales y construcción. • Gestión de la construcción. Líder: Ricardo León Bonett Díaz. rbonett@udem.edu.co	Dentro del grupo de investigación tratan sobre materiales de construcción como los residuos de construcción y demolición (RCD) u otros que llaman "alternativos"; sin embargo, no se evidencia un énfasis específico en construcción con tierra o artículos publicados al respecto.
	Especialización Ingeniería de Construcción	N/A		
	Maestría en Ingeniería	En Ingeniería Civil y en la línea de Profundización en materiales y construcción		
	Doctorado en Ingeniería	En la línea de investigación en infraestructura: Materiales y construcción		
		https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000014259		
Universidad EAFIT	Especialización en Gestión de la Construcción	N/A	Grupo de investigación Gestión de la Construcción. Líneas de investigación: • Productividad en la construcción. • Tecnologías de información y comunicaciones en la construcción. Líder: Luis Fernando Botero Botero. lfbotero@eafit.edu.co	Dentro del grupo de investigación se han desarrollado trabajos relacionados con el tema de interés: Fabricación de BTC con adición de RDC como reemplazo del agregado pétreo convencional. Sostenibilidad: actualidad y necesidad en el sector de la construcción en Colombia.
	Maestría en Ingeniería	Gestión de la Construcción		
		https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000000031		
Universidad Escuela de Ingeniería de Antioquia	Especialización en Infraestructura Verde	N/A	Grupo de Investigación ENERGÍA. Líneas de investigación: • Energía y edificaciones (nos enfocamos en buscar soluciones que permitan hacer que las edificaciones sean más sostenibles, mediante el mejor uso de sus recursos, la eficiencia energética, la integración de tecnología, nuevas formas de construcción, nuevos materiales, e incorporación de elementos de cambio cultural). • Movilidad sostenible. • Digitalización de la energía. • Tecnología de recursos energéticos y distribuidos. • Política pública, regulación y cambio cultural. • Transición energética. Líder: Andrés Jaramillo Vélez. andres.jaramillo19@eia.edu.co	No se evidencia un énfasis en el tema de interés; sin embargo, dentro de una de las líneas de investigación del grupo Energía (energía y edificaciones), se puede tratar el tema, pero al revisar las publicaciones y los artículos no se encuentra alguno relacionado.
	Maestría en Ingeniería			
		https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=00000000020106		

Universidad	Programa posgrado	Énfasis	Grupo de investigación	Hallazgos
Universidad Nacional de Colombia. Sede Medellín	Maestría en Construcción	Construcción Sostenible	Grupo de Investigación en Construcción. Líneas de investigación: <ul style="list-style-type: none"> • Ciudad e informalidad. • Ciudad y vida cotidiana. • Construcción sostenible. • Construcción, naturaleza y cultura. • Espacio, territorio, cultura. • Gestión inmobiliaria. • Gestión de ciudades. • Interventoría de Proyectos y Obras (EIPO). • Materiales. • Patología. • Tecnología. Líder: Carlos Mauricio Bedoya Montoya. cmbedoya@unal.edu.co	Tanto en la maestría como dentro del grupo de investigación, se tratan temas relativos a la construcción en tierra; de hecho, presentan publicaciones relacionadas: "Construcción de vivienda sostenible con bloques de suelo de cemento: del residuo al material". "Del residuo al material. Minería a la inversa".
			https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=0000000005742	
Universidad Pontificia Bolivariana	Especialización en Gestión para la Intervención del Patrimonio Cultural	N/A	Grupo de Investigación en Arquitectura, Urbanismo y Paisaje. Líneas de investigación: <ul style="list-style-type: none"> • Urbanismo, territorio y ciudad. • Arquitectura crítica y proyecto. • Paisaje. • Proyecto, técnica y sostenibilidad. Líder: Victoria Eugenia Sánchez Holguín. victoria.sanchez@upb.edu.co	Si bien no se evidencia como tal un énfasis en la construcción con tierra o algún artículo publicado, es importante rescatar que la gran mayoría de las edificaciones patrimoniales están construidas en tierra, por lo que esta especialización tiene potencial en el reconocimiento y la valoración de las técnicas constructivas en tierra, pues tiene un enfoque que busca visibilizar el patrimonio como un sistema cultural, que requiere un manejo multidisciplinario para atender al conjunto de bienes que lo constituyen.
			https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=0000000001502	
Universidad San Buenaventura	Maestría en Bioclimática	Con líneas de investigación acordes a las líneas de investigación del grupo	Grupo de investigación hombre, proyecto y ciudad. Líneas de investigación: <ul style="list-style-type: none"> • Bienestar humano y tecnología. • Medio ambiente y territorio. • Memoria, identidad y cultura. • Creación y estética. Líder: Diana Valencia Londoño. diana.valencia@usbmed.edu.co Entre los proyectos que se adelantan en el grupo de investigación se observan algunos relacionados con la sostenibilidad; sin embargo, ninguno está relacionado con la arquitectura en tierra.	No tiene un énfasis en temas relativos a la construcción con tierra, ni artículos publicados al respecto.
			https://scienti.minciencias.gov.co/gruplac/jsp/visualiza/visualizagr.jsp?nro=0000000003230	
Universidad Santo Tomás	Maestría en Estudios del Territorio	-	-	No tiene un énfasis en temas relacionados con la construcción con tierra, ni artículos publicados al respecto.

Tabla 1. Posgrados y grupos de Investigación.

Fuente: elaboración propia (2022).

necesidades de unos procesos más limpios y menos agresivos con el medio ambiente han influido en la percepción inicialmente hallada.

Para ambos momentos de la investigación se aplicó una encuesta como instrumento de recolección de datos, y la cual fue suministrada como un formulario de Google y enviada por vía digital, donde se adjuntó el enlace para responder.

La figura 8 muestra la percepción que tienen los encuestados en cuanto a si el uso de algún material en específico para la construcción de edificaciones representa mayor o menor nivel de desarrollo socioeconómico, a lo que el 18,18% contestó que sí, y el 81,26% coincide en que no.

Por lo tanto, si tal respuesta se compara con los resultados obtenidos en la investigación de 2018, nos damos cuenta de que la percepción ha cambiado, pues del 28,57% que en ese momento coincidieron en que sí representaba un nivel de desarrollo diferente usar determinados materiales, para ese año, el mismo porcentaje bajó; así, cabe entender que materiales que no son producto de la industrialización, como la tierra, han ido ganando campo en el sector constructivo.

El cálculo de los puntajes relacionados en las figuras 9, 10 y 11 sigue el escalonamiento tipo Likert, donde se obtiene la puntuación sumando los valores alcanzados en cada enunciado o cada pregunta, lo cual hace que sea una escala aditiva (Hernández et al., 2010).

De igual forma, para el porcentaje de encuestados que respondieron afirmativamente se pidió que calificaran unos materiales según consideraran el nivel de desarrollo socioeconómico que representaba su utilización. La figura 9 describe los resultados obtenidos. En 2018, la puntuación más alta la obtuvo el concreto, pero para 2022, la percepción ha cambiado, y el BTC se sitúa con la mayor puntuación, lo cual bien puede llevar a inferir que el desarrollo podríamos medirlo o considerarlo desde la implementación de materiales que aporten y favorezcan la preservación de los recursos naturales, y que el material producto de la industrialización no necesariamente es el que representa desarrollo. Es posible, entonces, concebir este aspecto desde la forma como se implementa el material, y no desde su composición.

La figura 10 presenta la comparación de la percepción de los encuestados frente a los materiales en diferentes aspectos en 2018. Las barras se muestran en el mismo orden en el que las preguntas fueron dirigidas en la encuesta, por lo cual exponen los puntajes de izquierda a derecha con respecto al menor impacto ambiental, la disponibilidad del material, el menor costo de construcción, la apariencia para generar mayor confort, la resistencia ante sismos y la preferencia. Para la figura 10 el sistema de calificación permite un máximo de 70 puntos.

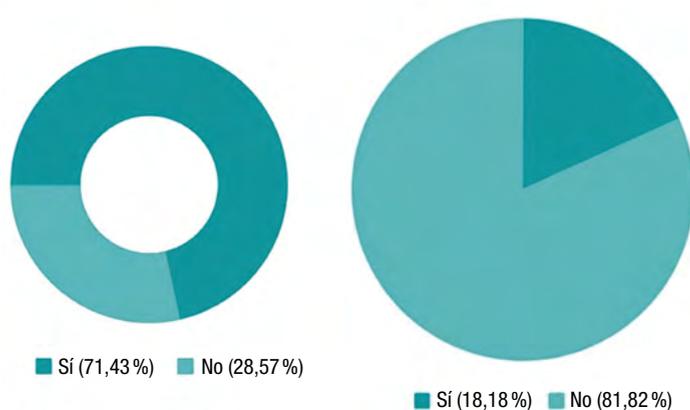


Figura 8. Respuestas a la pregunta de si la utilización de un material representa un nivel de desarrollo.

Fuente: elaboración del autor (2018).

Nota: desarrollado por Piktochart.

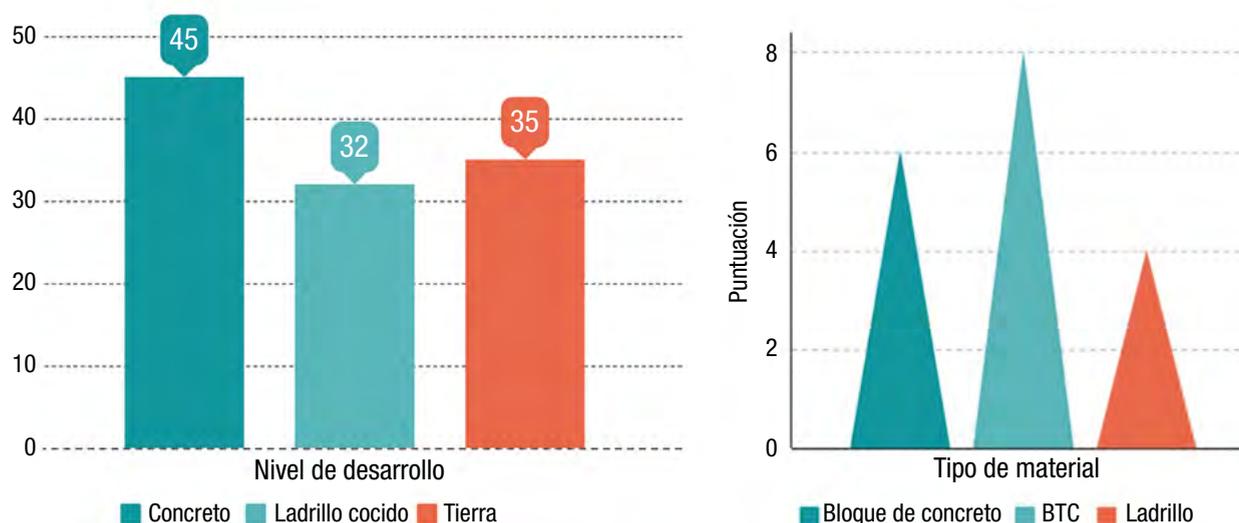


Figura 9. Nivel de desarrollo socioeconómico que puede representar la utilización de determinados elementos en la construcción.

Fuente: elaboración del autor (2018).

Nota: desarrollado por Piktochart.

Los resultados de calificación indican que, en términos de un menor impacto ambiental, la tierra es calificada como el mejor material, con 50 puntos, seguida del concreto, con 44, y el ladrillo cocido, con 37. A pesar del puntaje obtenido por la tierra, la diferencia de puntajes con los otros materiales no es tan representativa. En cuanto a la disponibilidad, se posiciona el concreto con el puntaje mayor (60 puntos), seguido por el ladrillo (58) y finalizando con la tierra (46), de lo cual podría inferirse que las empresas constructoras no ven en el suelo proveniente de excavaciones y nivelaciones una materia prima de gran disponibilidad en sus obras. Sin embargo, en el aspecto de menor costo de producción la tierra se vuelve a ver favorecida, con 50 puntos, por sobre el ladrillo cocido (48) y el concreto (40).

Considerando la capacidad de conformar espacios más agradables para quien habrá de habitarlos, los resultados indican que el concreto y el ladrillo cocido tienen la misma puntuación (52), por sobre la tierra (50). Este aspecto presenta unos valores muy aproximados de lo que podría inferirse: los encuestados consideran que los tres materiales tienen una capacidad similar a la hora de formar espacios confortables. Para el aspecto de la resistencia, el concreto obtiene el máximo puntaje (70), seguido del ladrillo cocido (43) y la tierra (38), lo cual demuestra que aún existe una marcada tendencia a ver la tierra como un material que no tiene la capacidad necesaria para que las construcciones desarrolladas con ese material sean resistentes ante sismos.

Con la intención de relacionar los puntajes obtenidos en el aspecto de preferencia y lograr una mayor comprensión de los resultados, se calculó el valor promedio para todos los aspectos. Los resultados indican que el valor más alto es para el concreto, con 53,7; el ladrillo cocido tiene un valor < 48,2, y la tierra, el menor promedio, con 47,2, todo lo cual es acorde al orden de los puntajes para el aspecto de preferencia: 56, 51 y 49 puntos, respectivamente, lo cual muestra una diferencia no tan significativa, pero el concreto sigue liderando, a pesar de que en algunos aspectos se reconoció que la tierra podía tener mayor puntaje.

De igual forma, para identificar si existen diferencias significativas entre las tendencias de aceptación entre el concreto y la tierra, se hizo una prueba de hipótesis para las respuestas obtenidas en este aspecto en la encuesta aplicada.

\bar{x}_1 = Media de la preferencia de las empresas constructoras en la utilización del concreto.

\bar{x}_2 = Media de la preferencia de las empresas constructoras en la utilización de la tierra

S_1^2 = Varianza concreto

S_2^2 = Varianza tierra

n^1 = Muestra

	Preferencia por el concreto	Preferencia por la tierra
Media	4	3,5
Varianza	0,769230769	2,269230769
Observaciones	14	14
Varianza agrupada	1,519230769	
Diferencia hipotética de las medias	0	
Grados de libertad	26	
Estadístico <i>t</i>	1,073265454	
<i>P(T ≤ t)</i> una cola	0,146506368	
Valor crítico de <i>t</i> (una cola)	1,70561792	
<i>P(T ≤ t)</i> dos colas	0,293012737	
Valor crítico de <i>t</i> (dos colas)	2,055529439	

Tabla 2. Análisis estadístico de prueba de intervalo de confianza para diferencia de medias.

Fuente: elaboración propia (2018).

n_2 = Muestra

$$\bar{x}_1 - \bar{x}_2 - t_{\alpha/2} \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}} < \mu_1 - \mu_2 < \bar{x}_1 - \bar{x}_2 + t_{\alpha/2} \sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}$$

Prueba de hipótesis para la diferencia de medias

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 = 0$$

$$H_0: \mu_1 - \mu_2 \neq 0$$

$$\alpha = 0,05$$

$$4 - 3,5 - 2,145 \times \sqrt{\frac{0,769}{14} + \frac{2,269}{14}} < \mu_1 - \mu_2 < 4 - 3,5 + 2,145 \times \sqrt{\frac{0,769}{14} + \frac{2,269}{14}}$$

$$-0,766 < \mu_1 - \mu_2 < 1,232$$

Dado que el intervalo pasa por cero, no hay suficiente razón para rechazar H_0

Ahora bien, en 2022, con la intención de evaluar la percepción desde otros aspectos importantes, la figura 11 representa dicha percepción en cuanto a unos enunciados específicos, referentes a la utilización de la tierra como material en el sector constructivo. Para la figura 11 el sistema de calificación permite un máximo de 55 puntos. A efectos de mejor comprensión del gráfico, los enunciados se enumeran del 1 al 7, y de esta forma aparecen en el eje x:

1. ¿Cree usted que la aplicación de la arquitectura en tierra, en la actualidad, es una solución para enfrentar problemas de cambio climático y habitabilidad?
2. ¿Considera que es alto el nivel de aceptación que tiene el sector de la construcción para desarrollar proyectos que implementen técnicas constructivas en tierra?
3. ¿Cree que las construcciones en tierra pueden ser durables y resistentes?
4. ¿Considera que es fácil contar con mano de obra con experiencia a fin de elaborar y aplicar técnicas en tierra para la construcción?
5. ¿Considera que es amplio el conocimiento que tienen los profesionales del sector constructivo en cuanto al manejo de técnicas con tierra?

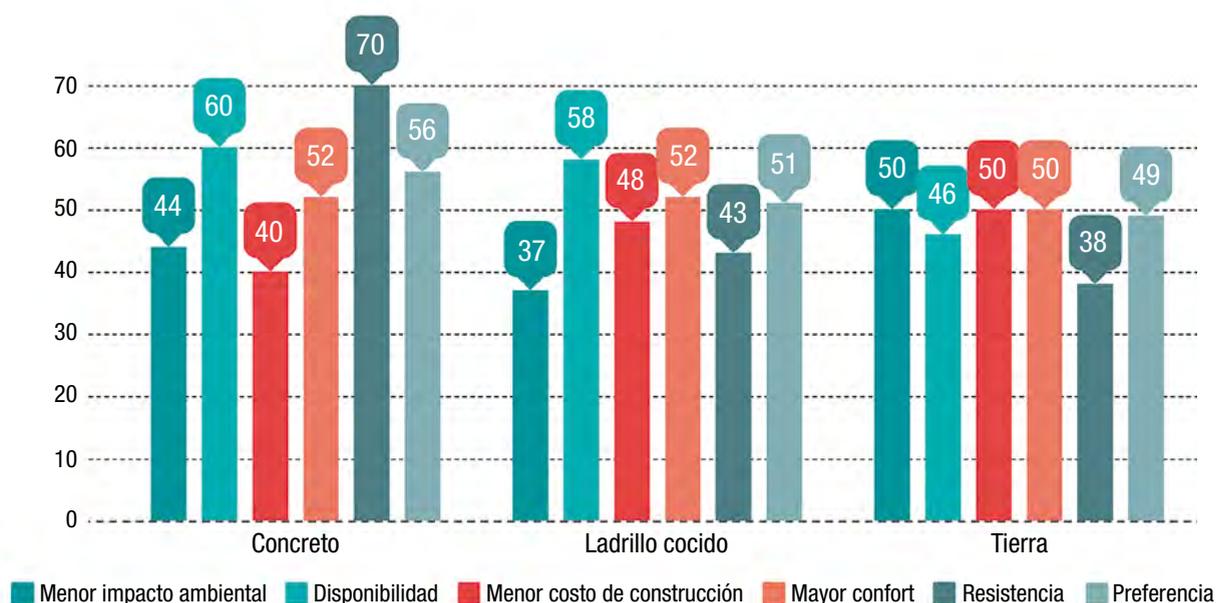


Figura 10. Respuestas al punto: De acuerdo con su percepción, califique los siguientes aspectos que aluden a la construcción con tierra.

Fuente: elaboración propia (2018).

Nota: desarrollado por Piktochart.

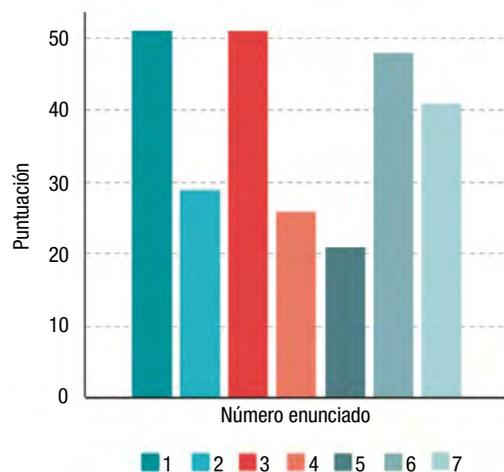


Figura 11. Respuestas al punto: De acuerdo con su percepción, califique los siguientes enunciados, que aluden a la construcción con tierra.

Fuente: elaboración propia (2022).

Nota: desarrollado por Piktochart.

- ¿Cree posible la creación de normas que respalden la arquitectura en tierra?
- ¿Considera que la aplicación de técnicas en tierra, como la tapia, el bahareque o el BTC, pueden ser competitivos en el sector construcción frente a materiales como el concreto?

Los resultados de la calificación para los enunciados 1 y 3, con una puntuación de 51, indican que, para los encuestados, construir con tierra puede representar la solución a problemas de cambio climático y, a su vez, obtener edificaciones durables y resistentes en el tiempo, lo que podría significarnos una oportunidad para posicionar a la tierra como un material totalmente capaz de solucionar problemas de habitabilidad en zonas donde el acceso y los recursos son limitados. De igual forma, ante la posibilidad de que se creen normas que respalden este tipo de construcción, los encuestados también demuestran que no es algo para descartar, con una puntuación de 48: aspecto importante, ya que uno de los limitantes para implementar técnicas con tierra es la falta de una normativa que respalde su uso y genere en usuarios y profesionales un mayor aval para su implementación siendo también competitivo con el uso de otros materiales, como el concreto.

Sin embargo, en aspectos como encontrar una mano de obra calificada y con experiencia, y profesionales con formación académica en la construcción con tierra, se identifica en las respuestas una tendencia a que aún falta trabajo. Es desde la formación de los nuevos profesionales donde debe irse abriendo camino y retomarse una cultura constructiva casi olvidada. La puntuación obtenida para cada uno de estos aspectos —encontrar mano de obra calificada en técnicas para la construcción con tierra y si los profesionales afines tienen amplio conocimiento en este tipo de construcción—, respectivamente, fue de 26 y 21 puntos.

Uno de los aspectos nuevos que esta investigación buscó incluir para 2022, como una forma de valorar el patrimonio construido, es la importancia de la restauración y la recuperación de edificaciones en tierra, por lo que la figura 12 muestra los resultados a la pregunta de si en algún momento han tenido la oportunidad de realizar este tipo de restauraciones, y donde solo un bajo porcentaje (18,18%) ha tenido la experiencia de realizar

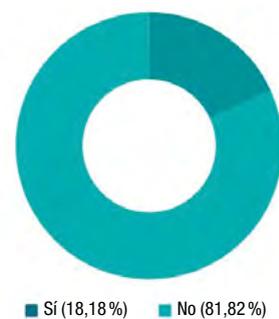


Figura 12. Respuestas al punto: ¿Ha tenido su empresa experiencia en la restauración de edificaciones patrimoniales construidas en técnicas con tierra?

Fuente: elaboración propia (2022).

Nota: desarrollado por Piktochart.

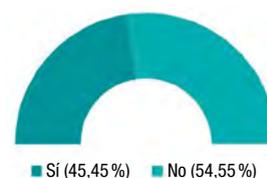


Figura 13. Respuestas al punto: ¿Han utilizado en su empresa la tierra como material para construir?

Fuente: elaboración propia (2022).

Nota: desarrollado por Piktochart.

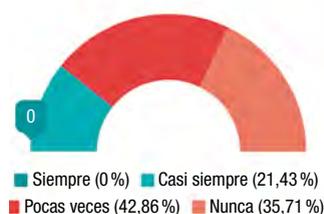


Figura 14. Frecuencia de utilización de tierra en procesos constructivos.

Fuente: elaboración propia (2018).

Nota: desarrollado por Piktochart.

intervenciones de restauración; entre las mayores dificultades presentadas al momento de hacerlo está la falta de experiencia de los profesionales, para no invertir tiempo y dinero, al igual que su inclinación constante hacia el concreto y la falta de normativas existentes que respalden un proceso adecuado.

A pesar de que la restauración de edificaciones construidas en tierra no es un proceso común entre las empresas constructoras, la implementación del material para construir lo es un poco más; por eso, la figura 13 muestra cómo el 45,5% de los encuestados en 2022 ha implementado alguna vez en su empresa la tierra en alguno de sus procesos constructivos.

Para 2018, el análisis se hizo desde la frecuencia con la que se implementaba el material en algún proceso constructivo (figura 14), lo cual indicaba que la frecuencia con mayor porcentaje (42,86%) es pocas veces, seguida de nunca (35,71%) y casi siempre (21,43%).

De este modo, como los resultados arrojan que no todas las empresas han utilizado la tierra como material para construir, o que la frecuencia al hacerlo ha sido baja, sí existen algunos momentos en los que es usada; por eso, la figura 15 enseña las técnicas más implementadas.

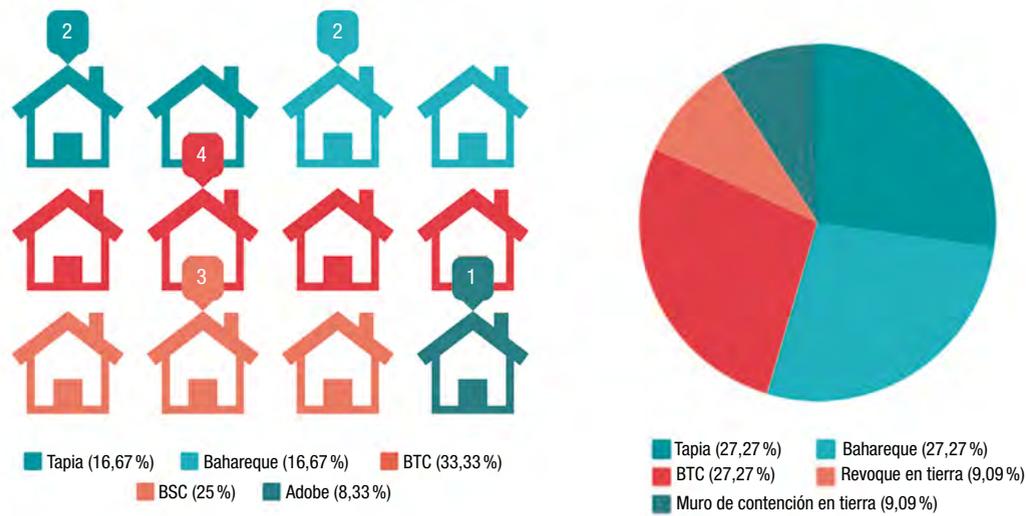


Figura 15. Técnicas de construcción implementadas con tierra.

Fuente: elaboración propia (2018).

Nota: desarrollado por Piktochart.

Conclusiones

Luego de los análisis, es posible determinar que, por parte de las empresas constructoras y los profesionales, la tierra es valorada desde su capacidad para solucionar problemas de cambio climático y habitabilidad; sin embargo, esto no se ve reflejado en su implementación. Es decir, sí existe una aceptación, pero aún falta un gran camino por recorrer en cuanto a una mayor inclusión de este material dentro de proyectos de construcción como alternativa de primer nivel.

De acuerdo con la prueba de hipótesis realizada para el análisis estadístico de los datos obtenidos de la encuesta, en cuanto a la preferencia que existe en el uso del concreto o el suelo residual para la construcción por parte de las empresas constructoras, es posible afirmar, con una confianza del 95 %, que no hay diferencias significativas entre las tendencias a escoger por parte de los constructores entre concreto y suelo residual, y ello representaría un avance significativo en cuanto a la aceptación de este último material.

Las universidades que en sus grupos de investigación cuentan con publicaciones sobre el tema de la tierra como material las tienen porque desde sus pregrados existe la intención de formar profesionales con criterios en el manejo de construcciones en tierra, y porque, adicionalmente, promuevan la investigación y el desarrollo tecnológico para generar conocimientos sistemáticos que den paso al posicionamiento de la tierra como un material confiable.

Las empresas más nuevas, formadas por los nuevos profesionales, fueron las que más mostraron afinidad con el tema de la construcción con tierra, lo cual evidencia que

estos pequeños avances percibidos en la academia sí han llegado a incidir sobre ellos. Adicionalmente, se encontró que en el lapso de los cuatro años entre los dos periodos de investigación, dos empresas más se unieron a apostar a la sostenibilidad desde su quehacer diario impulsando la utilización de la tierra y sus técnicas constructivas.

Es importante reconocer que, a pesar de que existen empresas constructoras que no se dedican a la construcción con tierra, sí reutilizan el material en diferentes procesos; es decir, el material pierde su connotación de desecho y desperdicio y adquiere valor, lo cual se ve reflejado no solo en ganancias económicas para la obra o el proyecto —debido al ahorro de la disposición o la botada de la tierra—, sino también, ganancias ambientales en cuanto a su compromiso en el tema, tomando en cuenta el ciclo de vida del material.

Contar en la ciudad de Medellín con antiguas construcciones en tierra que aún se conservan con el paso de los años implica que los conocimientos en este tipo de construcción se centren no solo en la conservación y la rehabilitación de lo ya construido, sino también —y tal vez, muy importante—, en el desarrollo de nuevos proyectos en tierra que, si bien en el presente son la imagen de un edificio o de una casa factible (técnica, económica y ambientalmente), también son un potencial patrimonio futuro. Ni la arquitectura, ni la ingeniería ni la construcción resolverán, entonces, la necesidad apremiante e inmediata del abrigo, sino que estarán trazando y materializando la oportunidad de que, con el transcurrir de los años, la belleza y la funcionalidad permanezcan fuertemente unidas; por eso, se habla de *patrimonio futuro* como un compromiso sublime de los profesionales *de hoy*.

Contribuciones y agradecimientos

Este artículo es el resultado de una investigación que se realizó en 2018, y que, gracias a una pasantía otorgada por MinCiencias en el Grupo de Investigación en Construcción de la Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín, se actualizó para 2022.

Ana María Yepes contribuyó como autora principal del texto. Carlos Mauricio Bedoya contribuyó en la redacción, la revisión crítica y la aprobación final del artículo.

Los autores agradecen la significativa colaboración para la investigación y la información que derivaron en este artículo al ingeniero civil Gustavo González. Y también, a las personas de las empresas constructoras y de las instituciones de educación superior que proporcionaron su tiempo e información para el logro de esta investigación. Al Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación y a la Universidad Nacional de Colombia, por el apoyo para darle continuidad a la investigación, y arrojar así datos más precisos en temporalidad y pertinencia.

Referencias

- Arenas, F. J. (2008). Los materiales de construcción y el medio ambiente. Medio ambiente y derecho. *Revista Electrónica de Derecho Ambiental*, 17. <https://onx.la/bb4d0>
- Avendaño, G., Rueda, G., & Velasco, B. (2021). Construcción sostenible en Colombia. Análisis a partir del proyecto de Ley número 208/2019 Cámara. *Revista de Ciencias Sociales*, 27(4), 571-583. https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-50062021000300095&lng=en&nrm=iso&tlng=en#:~:text=http%3A//dx.doi.org/10.4067/S0718%2D50062021000300095
- Bedoya, C. (2015). *Del residuo al material*. Minería a la inversa. Ed. Díké. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2018.20.1.1193>
- Bedoya-Montoya, C. M. (2018). Construcción de vivienda sostenible con bloques de suelo cemento del residuo al material. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 20(1), 62-70. <https://onx.la/8c45b>
- Cabrera, S., González, A., & Rotondaro, R. (2020). Resistencia a compresión en bloques de tierra comprimida. Comparación entre diferentes métodos de ensayo. *Informes de la Construcción*, 72(560), e360. <https://doi.org/10.3989/ic.70462>
- Cao, L. (2020, 15 de febrero). El futuro de lo antiguo: Cómo se están actualizando las técnicas constructivas tradicionales [The Future of the Old: How Ancient Construction Techniques are Being Updated]. *ArchDaily Colombia* (Trad. Franco, José Tomás). <https://www.archdaily.co/co/933035/el-futuro-de-lo-antiguo-como-se-estan-actualizando-las-tecnicas-constructivas-tradicionales>
- Gallego Jorroto, M. (2018). Sobre la enseñanza de la arquitectura. P+C, proyecto y ciudad. *Revista de Temas de Arquitectura*, 9, 121-130. <http://hdl.handle.net/10317/7195>
- Gómez-Patrocino, F. J., García-Soriano, L., Vegas, F., & Mileto, C. (2021). Técnicas y características de los muros mixtos de tierra y madera. El caso de España. *Informes de la Construcción*, 73(561), e372. <https://doi.org/10.3989/ic.73876>
- González, L. (2008). *Artesanos y maestros en la arquitectura de Medellín y Antioquia 1775-1932*. Universidad Nacional de Colombia.
- González, L. (2011). Del alarife al arquitecto. *El saber hacer y pensar la arquitectura en Colombia, 1847-1936*. Universidad Nacional de Colombia.
- Guibbert, J. (1987). *Tecnologías urbanas socialmente apropiadas, experiencias colombianas*: Vol. 1. Red colombiana de tecnología apropiada. ENDA. https://www.academia.edu/36293981/Proyecto_Tecnologias_apropiadas_de_Construccion_Saneamiento_Basico_y_Energias_Alternativas
- Hernández Moreno, S. (2017). La sustentabilidad en la enseñanza de la arquitectura en México. *La Colmena*, (59), 133-135. <https://lacolmena.uaemex.mx/article/view/5989>
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, M., (2010). *Metodología de la investigación*. Quinta edición. McGRAW-HILL.
- López, P. C., Ruiz, D., Jerez, S., Aguilar, S., Torres, J. F., & Alvarado, Y. A. (2020). Comportamiento sísmico de edificaciones de tapia pisada reforzadas con marcos de madera y viga de coronación en concreto. *Informes de la Construcción*, 72(559), e347. <https://doi.org/10.3989/ic.70914>
- Núñez Coronel, D. (2019). Medellín, una ciudad transformada por su gestión. Análisis de la gestión de su Centro Histórico (1990-2015). *Devenir - Revista de Estudios sobre Patrimonio Edificado*, 6(11), 69-86. <https://doi.org/10.21754/devenir.v6i11.634>
- Peña Rodríguez, M. L. (2008). El Programa CINVA y la acción comunal. *Bitácora Urbano Territorial*, 12(1), 185-192. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/bitacora/article/view/18621>
- Rivero Bolaños, S. (2007). El uso masivo de la tierra como material de construcción en Colombia. Apuntes: *Revista de Estudios sobre Patrimonio Cultural*, 20(2). <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/revApuntesArq/article/view/8990>
- Tripura, D. D., & Singh, K. D. (2018). Mechanical behaviour of rammed earth column: A comparison between unreinforced, steel and bamboo reinforced columns. *Materiales de Construcción*, 68(332), e174. <https://doi.org/10.3989/mc.2018.11517>



Recuperación de áreas urbanas para uso de recreación con diseños de cubiertas ligeras

Recovery of urban areas for recreation use with light roof designs

Carlos César Morales-Guzmán

Universidad Veracruzana, Poza Rica, Veracruz (México)

Facultad de Arquitectura

Máster en Ingeniería para la Arquitectura, Universidad Camilo José Cela (España).

Doctor en Arquitectura, Universidad Nacional Autónoma de México (México).

Doctor en Estructuras de la Edificación, Universidad Politécnica de Madrid (España).

Posdoctorado en Arquitectura Tensada, Universidad Politécnica de Catalunya (España).

Posdoctorado en Ingeniería y Arquitectura Transformable, Universidad de Sevilla (España).

Investigador-Académico en la Universidad Veracruzana, Facultad de Arquitectura.

 <https://orcid.org/0000-0002-4499-6968>

 dr.arqmorales@gmail.com / carlmorales@uv.mx

Resumen

El diseño de cubiertas ligeras (velarías, *tensegrity* y plegables) es una alternativa para rescatar áreas verdes en la ciudad de Poza Rica, Veracruz. El objetivo del estudio fue rehabilitar los parques en la mencionada ciudad, ya que en la zona norte del estado el clima es extremadamente caluroso, y este efecto constante afecta a los habitantes de la ciudad, pues, debido a ello no se pueden usar con frecuencia estas áreas de recreación. Por tanto, una de las premisas de esta investigación serán las condiciones climáticas de la zona, y también, las condiciones de infraestructura que hay en el lugar donde los habitantes hacen su actividad. Evaluadas dichas condiciones, se plantearán los primeros requisitos y parámetros para el mejoramiento de la infraestructura de esas áreas urbanas; esto, a su vez, conlleva obtener un propuesta de diseño que se desarrollará en dos fases: la primera es el análisis del sitio y su contexto, y la segunda, el desarrollo de modelos arquitectónicos que se adapten al contexto climático y urbano de la zona, para así dar uso a estas superficies que pueden mejorar la calidad de vida y la convivencia social en la mancha urbana de la ciudad. Por último, se contempla un proyecto aplicado, presentado al Ayuntamiento de Poza Rica, sobre cómo serían las mejoras posibles para estos espacios, si se llegase a rehabilitarlos con objetos arquitectónicos que modifiquen las condiciones del lugar para su uso durante todo el día.

Palabras clave: cubiertas ligeras; modelo arquitectónico; rehabilitación urbana; rescates áreas verdes

Abstract

The design of light roofs (canopies, tensegrity and folding) is an alternative to rescue green areas in the city of Poza Rica, Veracruz. The objective of the study was to rehabilitate the parks in the city, since in the northern part of the state the climate is extremely hot, and this constant effect affects the inhabitants of the city, because, due to this, they cannot be used frequently these recreation areas. Therefore, one of the premises of this investigation will be the climatic conditions of the area, and the infrastructure conditions that exist in the place where the inhabitants carry out their activity. Once these conditions have been evaluated, the first requirements and parameters for the improvement of the infrastructure of these urban areas will be established; this, in turn, entails obtaining a design proposal that will be developed in two phases: the first is the analysis of the site and its context, and the second, the development of architectural models that adapt to the climatic and urban context of the area. To make use of these surfaces that can improve the quality of life and social coexistence in the urban sprawl of the city. Finally, an applied project is contemplated, presented to the Poza Rica City Council, on what the possible improvements for these spaces would be, if they were to be rehabilitated with architectural objects that modify the conditions of the place for use throughout the day.

Keywords: architectural model; light covers; rescue green areas; urban rehabilitation

Introducción

El trabajo se centró en desarrollar cubiertas ligeras de fácil manufactura para generar la habilitación más rápida posible del espacio urbano dentro de la ciudad, por lo que en nuestro caso de estudio el problema por resolver fue la ubicación de áreas urbanas abandonadas o en desuso, lo cual justifica el desarrollo de proyectos arquitectónicos necesarios para activar dichas zonas para un uso de bienestar social. En consecuencia, se desarrollaron esquemas iconográficos de cubiertas ligeras en espacios de rescate urbano dentro de la ciudad de Poza Rica, Veracruz. Estos fundamentos se diseñaron mediante una metodología basada en sistemas de estructuras adaptables, analizadas en las primeras etapas de este trabajo, y que se refieren específicamente a los métodos de búsqueda de las formas. La metodología para obtenerlos incluye actividades de proyección experimental dentro de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Veracruzana, donde se gestarán varios modelos esquemáticos que pueden brindar una tecnología innovadora para el desarrollo del proyecto que se piensa realizar.

Cabe destacar que esta investigación tiene una orientación eminentemente tecnológica, al propiciar el desarrollo de la construcción experimental en estructuras de rápido montaje. Partiremos de preguntas directrices, que encontrarán respuestas, si las tienen, a lo largo del trabajo, pero nos concentraremos en el desarrollo de la forma, en su manufactura y cómo se la implementaría en las propuestas de rehabilitación en el espacio urbano.

Posteriormente, se presenta una serie de prototipos que serán ejecutados dentro de las instalaciones de la Facultad de Arquitectura, donde se verifican las construcciones de innovadoras, y donde se elaboran cubiertas ligeras de todo tipo: estructuras tensadas, estructuras de plegables, tipo paraguas, hiperbólicas, etc.

En este sentido, se ha hecho una ordenación sistemática de los tipos de cubiertas que se pueden adaptar a nuestro contexto. Con tal fin, se realizará un análisis del sitio, en el cual se verificarán las condiciones de este y cómo influyen las condiciones del clima en las zonas urbanas. Teniendo las premisas del caso, se harán las propuestas, y ello incluirá la mejora de la infraestructura adaptándose a las cubiertas ligeras. Dicha clasificación no debe considerarse definitiva, sino un punto de partida, con la posibilidad de ser alterada o modificada para otros escenarios de sitio.

Finalmente, se obtendrán los parámetros necesarios para diseñar proyectos, con los cuales se buscará proponer y definir aproximaciones o resultados de los estudios previos ya mencionados, realizando análisis de prototipos, con el objetivo de demostrar la viabilidad de la propuesta. Se experimentará con modelos a escala de diferentes materiales, para así seleccionar el material idóneo que proporcione más beneficios.

Para ello, se hicieron modelos y prototipos a escala real, analizados con rigor científico, a fin de comprobar su resistencia y su equilibrio en el espacio, y así se verificará el proceso constructivo de las propuestas. En consecuencia, se contempla que el diseño de proyectos de mejoramiento arquitectónico sea mostrado al ayuntamiento de la ciudad.

Georreferencia del análisis del sitio

Para determinar las condiciones del sitio y hacer las posteriores propuestas, se realizará una serie de mapeos del municipio de Poza Rica, donde extrapolaremos todas la

información de las condicionantes geográficas, hidrológicas, de uso del suelo y de tipo de subsuelo, para determinar zonas de oportunidades donde rehabilitar y rescatar áreas verdes en la zonas urbanas de la ciudad, por lo que para nuestro estudio se hace también una tabla climática de la zona, a fin de entender qué tipos de materiales y parámetros de diseño utilizar. El municipio se encuentra ubicado en la región del Totonacapan, en las coordenadas 20° 32' latitud norte, y 97° 27' longitud oeste, a una altura 50 msnm. Limita al noroeste y al este con Papantla; al sur, con Coatzintla, y al noroeste, con Tihuatlán. Su distancia aproximada al noroeste de la capital del Estado por carretera es de 290 km.

Por su condición geográfica, el centro de la ciudad se asienta en un pequeño valle, sobre la cuenca del río Cazonos, en la llanura costera del golfo de México, con una altitud promedio de 60 msnm, aunque la mayor parte del territorio se asienta sobre suelos irregulares; en su mayor parte, lomeríos al noreste de la ciudad, entre los que sobresale el cerro del Mesón, con una altura máxima de 242 msnm. Los suelos preponderantes son del tipo vertisol, con un alto contenido de arcillas expansivas que forman grietas en temporadas de sequía.

La hidrografía del municipio de Poza Rica se circunscribe a la cuenca hidrográfica del río Cazonos; este río, de 100 km de longitud, nace en la región montañosa del estado de Hidalgo y desemboca en el golfo de México, tiene un escurrimiento promedio anual superior de 40 m³/s en su desembocadura. La ciudad también se encuentra circundada por varios arroyos tributarios del río Cazonos, como el Mollejón, el Hueleque, el Salsipuedes y el arroyo del Maíz, que regularmente se ven afectados por inundaciones en la temporada anual de lluvias.

Los principales ecosistemas que coexisten en el municipio son el de bosque mediano perennifolio, con especies de guarambo, jonote, guanactle y sangrado, donde se desarrolla una fauna compuesta por poblaciones de conejos, armadillos, mapaches, tlacuaches, tejones y coyotes.

La ciudad cuenta con yacimientos de petróleo y gas natural, además de una industria petroquímica (INEGI, 2010; Del Ángel, 2014).

Su uso del suelo que tiene zona urbana (66%), agricultura (20%), vegetación - pastizal (8%) y selva (6%), en el plano (Figura 1), se puede observar la traza urbana con su uso de suelo correspondiente. Se observa que la mayor parte del suelo de la ciudad es de uso habitacional unifamiliar medio. La zona de comercio se ubica a lo largo del bulevar principal. La zona de industria se ubica al suroeste, y la zona de reserva, principalmente, al este y el sur de la ciudad. Poza Rica cuenta con 36 parques, y los más importantes entre ellos son:

1. Plaza cívica 18 de Marzo.
2. Parque Juárez.
3. Parque de las Américas.
4. Parque Petromex.
5. Parque Cuauhtémoc.

Extrapolando la información anterior con la información de hidrología, ecología y subsuelo, y con el mapa de uso de suelo, se genera el mapa de oportunidades específico de la ciudad, donde se muestran las áreas aptas y las no aptas para la construcción.

También en este mapeo se identifican las franjas que, según las características del suelo y el contexto, son ideales o inadecuadas para la construcción, ya sea porque las características no son las propicias para desplantar estructuras o al ser propensas a estancamientos de agua o inundaciones. Por ello, se delimitará esta investigación a desarrollar la rehabilitación de parques en uso constante y que sirven para la segregación social de las colonias, y localizados en el primer cuadrante importante de la ciudad; o sea, las zonas A y B (INAFED, 2020; Morales, 2011).

Condición física del espacio

Para percibir en qué condiciones físicas se encuentran los espacios urbanos de la ciudad se realizaron fichas de evaluación para determinar en qué condiciones se encontraban las áreas verdes dentro de la ciudad, por lo cual se hicieron varias preguntas técnicas, que reflejan el diagnóstico físico de las áreas públicas. Esta catalogación se concentró en los parques, de los cuales, según notamos, la mayor parte carecía de infraestructura para el desarrollo de actividades deportivas, sociales y de recreación. En este ejemplo se mostrará el parque Cuauhtémoc, con condiciones regulares en su infraestructura, con un buen acceso y en el cual todas sus áreas cubren de cierta manera las necesidades que se busca suplir para interacción social del usuario en un parque (Bentley, 1999).

En la ficha se desarrollaron algunas preguntas de percepción visual, como: *¿Qué tipo de actividad principal se hace?*, además de preguntas sobre: estado de mantenimiento general, valor histórico, si tiene accesos restringidos, tipo de usuarios que asisten, tipos de actividades que se realizan,

mayor frecuencia de uso, tipo de vegetación que existe, tipo de fauna, estados de mantenimiento de las superficies y los pisos, y de la infraestructura de servicio público (luz, agua potable, limpieza, drenaje, etc.), tipos de mobiliario urbano (luminarias, jardines, áreas verdes, áreas deportivas, áreas infantiles, etc.), si el espacio es saludable (si hay contaminación medioambiental, acústica, olfativa, visual, etc.) en la figura 2 se muestra el ejemplo de esta ficha en específico. Al parque Cuauhtémoc se le da un alto valor histórico dentro de la ciudad, ya que fue el primero que se asentó dentro de la zona cuando la ciudad era una comunidad llamada Poza de Cuero. Por simbolismo histórico, su quiosco tiene un mural pintado por el artista Teodoro Cano García, donde representa la cultura Totonacapan, y el cual le expresa la apropiación cultural de la zona (INAFED, 2020; Morales, 2011).

Condición climática

Se presenta la información necesaria para comenzar el análisis del clima del sitio Poza Rica de Hidalgo, Veracruz.

Para comprender los datos encontrados sobre el tema, en la tabla 1 se presenta el resumen del resultado del análisis del historial climático de la ciudad de Poza Rica, Veracruz.

Primeramente, verificamos el rango de temperatura promedio anual: este va de 19,58 °C-30,49 °C, según lo cual la urbe se sitúa en una zona de clima cálido. Las temperaturas más extremas registradas han sido -0,5 °C como mínima, y una máxima de 47 °C. Se observa que los meses más calurosos son *abril, mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre*, con temperaturas máximas por arriba de los 30 °C, y mínimas, por arriba de los 20 °C. Es importante mencionar que en junio, julio y agosto se observa una ligera oscilación térmica. Los meses *templados y fríos* son *enero, febrero, marzo, noviembre y diciembre*, con temperaturas máximas por debajo de los 28 °C, y mínimas, por debajo de los 18 °C. Los meses más calurosos son mayo y junio, con una temperatura máxima promedio de 34,71 °C, y el mes más frío es enero, con un promedio de temperatura mínima de 14,40 °C.

El comportamiento de la humedad relativa (HR) no es tan drástico como el de la temperatura. El rango se mantiene entre el 70% y el 80% de HR.

Se tiene una precipitación anual de 1.136,37 mm; el comportamiento de las lluvias va desde escasa hasta muy abundante, y tiene un rango de 32,22 mm de *precipitación mínima mensual*, en marzo, a 224,93 mm de *precipitación máxima mensual*, en septiembre. Los meses con abundante lluvia son *junio, julio, agosto, septiembre y octubre*, durante los cuales queda representando el 67,49% de la precipitación anual. Los meses con lluvias escasas son *enero, febrero, marzo y diciembre*.

El cielo de la ciudad suele estar parcialmente nublado todo el tiempo. Los meses en los que predomina el cielo totalmente nublado son *enero, febrero, noviembre y diciembre*. Estos datos nos sirven para justificar la eficiencia de dispositivos solares.

La intensidad de los vientos dominantes, según la escala Beaufort, es *débil*, con un rango de velocidad de 0,3-3.3 m/s, con procedencia del noreste. Excepto en los meses de *invierno*, cuando el viento cambia de intensidad y dirección, la intensidad disminuye a viento en calma (0,0-0,2 m/s), con procedencia del norte, como se muestra en la tabla1 (INAFED, 2020; Morales, 2011).

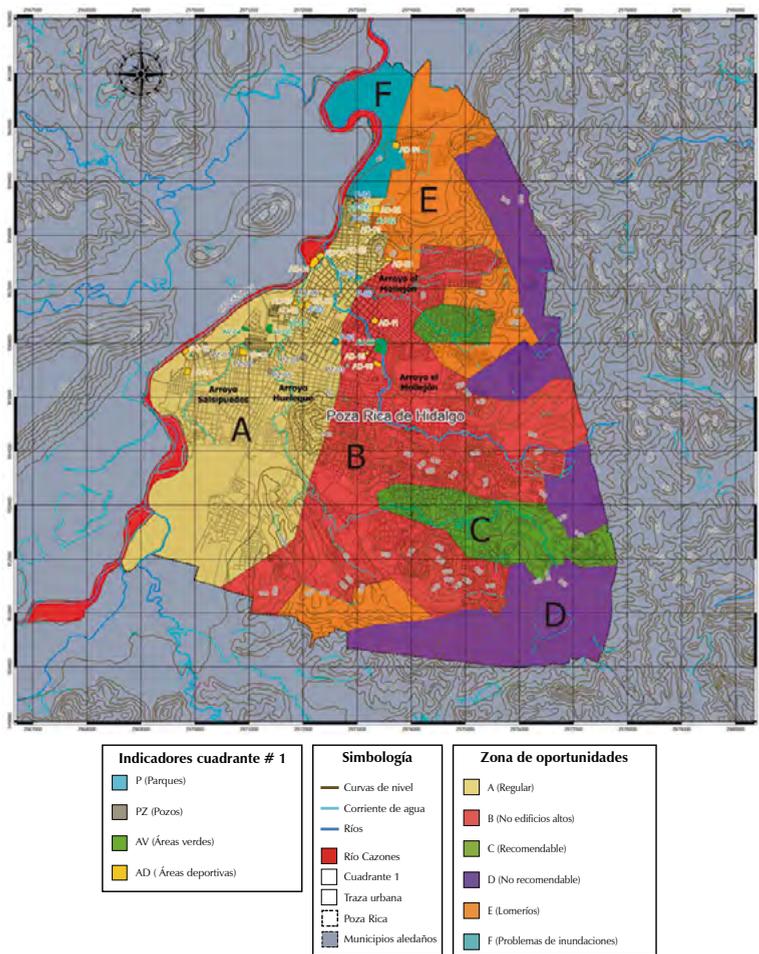


Figura 1. Mapa de zonas de oportunidades de la ciudad de Poza Rica, Veracruz.

Fuente: elaboración propia (2021).

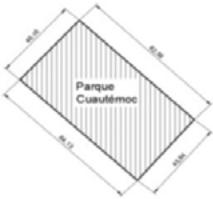
UNIVERSIDAD VERACRUZANA		MOBILIARIO URBANO	CRITERIO	OBSERVACIONES	
	UNIVERSIDAD VERACRUZANA	ALUMBRADO PÚBLICO	SI	ESTADO DE CONSERVACIÓN REGULAR	
	FACULTAD DE ARQUITECTURA - POZA RICA	ÁREAS VERDES	SI	ESTADO DE CONSERVACIÓN REGULAR	
	ANÁLISIS DEL ESPACIO PÚBLICO	JARDINERAS	SI	ESTADO DE CONSERVACIÓN REGULAR	
	P-02	FUENTES	NO		
  		ÁREAS RECREATIVAS	SI	ESTADO DE CONSERVACIÓN REGULAR	
		ÁREAS DEPORTIVAS	SI	ESTADO DE CONSERVACIÓN REGULAR	
		JUEGOS INFANTILES	SI	ESTADO DE CONSERVACIÓN REGULAR	
		EJERCITADORES DEPORTIVOS	NO		
		BANCAS DE DESCANSO	SI	ESTADO DE CONSERVACIÓN REGULAR	
		BOTES DE BASURA	SI	ESTADO DE CONSERVACIÓN REGULAR	
		CASETA DE VIGILANCIA	NO		
		PARADA DE AUTOBÚS	NO		
		COMERCIO AMBULANTE	SI	ESTADO DE CONSERVACIÓN REGULAR	
		KIOSCO	SI	ESTADO DE CONSERVACIÓN REGULAR	
	MÓDULO DE INFORMACIÓN	NO			
	ÁREAS TECHADAS	SI	ESTADO DE CONSERVACIÓN REGULAR		
ACTIVIDADES PRINCIPALES	PARQUE CON ESPACIOS PARA JUGAR, DESCANSAR Y REALIZAR OTRAS ACTIVIDADES DE RECREACIÓN O EVENTOS DIVERSOS	SEGURIDAD SOCIAL (PRESENCIA POLICIAL Y SEGURIDAD CIUDADANA)	SI	VISITAS AL SITIO PERIÓDICAMENTE	
ESTADO DE MANTENIMIENTO GENERAL	BUENO	SERVICIO DE LIMPIEZA DE BASURA	SI		
VALOR HISTÓRICO PATRIMONIAL	SI				
ACCESO RESTRINGIDO	NO				
TIPOS DE USUARIOS	FAMILIAR	SI	ESPACIOS SALUDABLES	CRITERIO	OBSERVACIONES
	PAREJAS	SI	CONTAMINACIÓN MEDIOAMBIENTAL	NO	
	GRUPOS DE AMIGOS	SI	CONTAMINACIÓN ACÚSTICA	SI	RUIDO CAUSADO POR VEHÍCULOS Y VIALIDADES CERCANAS
	INDIVIDUALES	SI	CONTAMINACIÓN VISUAL	NO	
	OTRO		CONTAMINACIÓN OLFATIVA	NO	
TIPOS DE ACTIVIDADES	ACTIVIDAD COMERCIAL	(SI) VENDEDORES AMBULANTES	ACCESIBILIDAD UNIVERSAL	SI	
	ACTIVIDAD RECREATIVA	SI	SEÑALÉTICA	NO	
	ACTIVIDAD DEPORTIVA	SI	CONCLUSIÓN	ES UN LUGAR QUE A TRAVÉS DE LOS AÑOS HA TENIDO REPARACIONES DEBIDO AL DESCUIDO DE VARIOS ESPACIOS QUE HABÍA Y POR LAS CONDICIONES EN LAS QUE SE ENCONTRABA EL PARQUE EN GENERAL.	
	ACTIVIDAD PASIVA (LECTURA - DESCANSO)	SI			
MAYOR FRECUENCIA DE USO	FIN DE SEMANA				
TIPO DE VEGETACIÓN	PERENE: FICUS BENJAMINA. ÁRBOLES: CEDRO, PALMERAS, FLAMBOYAN				
TIPO DE FAUNA	ARDILLA, PALOMAS				
TIPOS DE PISOS Y SUPERFICIES	ANDADOR DE CONCRETO HIDRAÚLICO, ADOQUÍN, LOCETA, CÉSPED				
ESTADO DE MANTENIMIENTO DE PISOS Y SUPERFICIES	REGULAR				
REHABILITACIÓN DEL ESPACIO PÚBLICO EN LOS ÚLTIMOS 4 AÑOS	SI				
INFRAESTRUCTURA Y SERVICIOS PÚBLICOS	AGUA POTABLE, ELECTRICIDAD, DRENAJE, CALLES Y BANQUETAS PAVIMENTADAS				

Figura 2. Ficha de análisis del espacio público en Poza Rica. Fuente: elaboración propia (2011).

Parámetros	1955-2009												Promedio anual
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	
Temperatura													
Máxima	24,14	25,95	29,14	32,35	34,71	34,71	33,71	34,18	32,88	31,04	27,83	24,92	30,46
Mínima	14,4	15,41	17,83	20,14	22,8	23,37	22,69	22,67	22,21	20,34	17,59	15,5	19,58
Media	19,27	20,68	23,48	26,24	28,75	29,04	28,2	28,43	27,55	25,69	22,71	20,21	25,02
Humedad relativa													
Promedio en %	79	78	74	73	72	73	73	73	76	77	77	79	75,33
Precipitación													
Promedio en mm	38,76	37,22	32,36	57,41	75,2	136,36	119,4	130,75	224,93	155,54	80,28	48,17	1136,37
Vientos dominantes													
Velocidad (m/s)	0,30-3,30	0,30-3,30	0,30-3,30	0,30-3,30	0,30-3,30	0,30-3,30	0,30-3,30	0,30-3,30	0,30-3,30	0,30-3,30	0,00-0,20	0,00-0,20	0,30-3,30
Dirección	N	NE	N	N	NE								

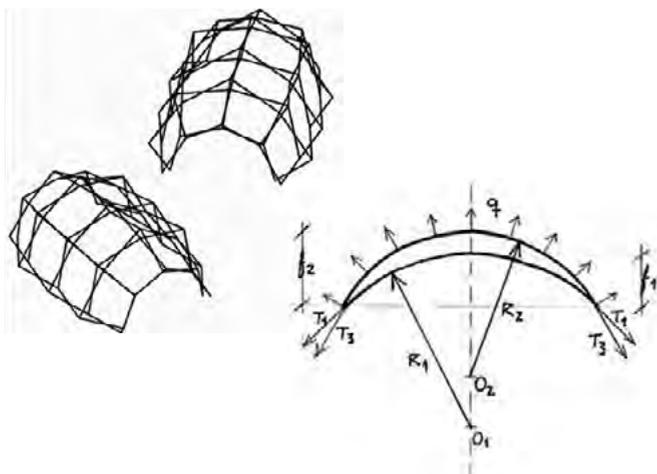
Tabla 1. Climatológica para la ciudad de Poza Rica. Fuente: Del Ángel (2014).

Planteamiento de diseño

El desorden espacial y la falta de criterio en el manejo de los espacios públicos y urbanos, así como la poca cultura de conservación en la población, son algunos de los aspectos que han contribuido al deterioro en las instalaciones de los parques en Poza Rica. Por ello, plantearemos el proceso de diseño para la rehabilitación de los parques y cómo generar la infraestructura necesaria para su utilización durante el día. Una de las principales causas del abandono de la población de los parques es la falta de un inmobiliario adecuado para desarrollar las actividades en ese emplazamiento. Por tal motivo, se pretenderá realizar dichas adecuaciones de modo que el proceso abarque las necesidades de la población circundante (Gehl, 2006).

Con el fin de dotar a la ciudad de Poza Rica de un espacio público moderno, que brinde a usuarios de todas las edades posibilidades de desarrollar funciones que fomenten el respeto a la población, la convivencia social y diversas actividades al aire libre, surge la necesidad de rehabilitar y remodelar el espacio existente que hay en los parques, para generar pulmones de aire en la ciudad.

Al describir el concepto de espacio público, la respuesta, de hecho, debe ser enfocada en cómo brindar un sitio donde las personas puedan recrearse física y socialmente, y hacerlo de manera sana y segura. Ello, a su vez, remite a preguntarse qué tipo de instalaciones pueden adecuarse a las necesidades de las personas. No se busca reemplazar las actuales actividades del sitio, sino complementarlas y mejorar su funcionamiento, para brindar una mayor comodidad y más seguridad contando con áreas verdes total o



▲ Figura 3. Esquema de una cubierta desplegable de aspas para cubrir una piscina unifamiliar 11 m x 7 m, en Sevilla, España (Dr. Félix Escrig). Fuente: Escrig (2012); Sánchez (1992).



▲ Figura 4. Cierre de los lugares públicos por la pandemia de COVID-19. Fuente: elaboración propia (2021).

parcialmente cubiertas, así como la vegetación necesaria para generar un microclima agradable a los usuarios.

Hay alrededor de 36 parques en la periferia de la ciudad de Poza Rica que debemos aprovechar para la interacción social; por esto debemos contemplar los sistemas estructurales alternos que podrían desarrollarse eficientemente en la zona; por ello, integraremos una serie de modelos de cubiertas ligeras, que ocuparán una concepción primordial para el desarrollo de diseño del rescate de áreas públicas abandonadas.

Dado lo anterior, la presente investigación se enfocó en generar modelos constructivos que ayudarán a generar unas cubiertas ligeras para espacios urbanos, por lo cual las nuevas tecnologías ayudarán a crear esta arquitectura cambiante, y así adecuarse a las del habitante usuario, por lo que es una prioridad en nuestro presente trabajo el diseño de cubiertas ligeras. La característica primordial de este tipo de sistemas recae sobre el diseño de una conexión constructiva óptima para poder manufacturar. El método de diseño arquitectónico en el que se realizaron dichas tesis se referencia a las investigaciones del Dr. Félix Escrig y el Dr. Josep Llorens Durán, como se muestra en la figura 3, pues dichos autores desarrollaron un sistema plegable simple, que responde de manera más efectiva a los constantes cambios de uso, ya que los sistemas son plegables y fáciles de construir y montar en el lugar. También desarrollaron un esquema de tipologías de cubiertas, en el cual nos basamos para crear prototipos que se adapten a la zona (Berger, 1996; Becker & Kuschnir, 1995).

Justificación y premisas de proyecto

La problemática de abandono de los parques públicos de la zona empeoró cuando en el municipio de Poza Rica se cerraron por completo los espacios públicos, al igual que ha ocurrido en gran parte del país, como medida sanitaria ante la pandemia de COVID-19, como se muestra en la figura 4, por lo que es un reto enorme resolver esta situación, debido a su naturaleza de riesgo sanitario; más aún, cuando la autoridad municipal no tiene pensado rehabilitar espacios urbanos, pues el actual riesgo de contagios complica algunas actividades al aire libre, por lo cual las zonas verdes de la urbe padecen más por el abandono y la falta de mantenimiento; esto, aunado al reciente impacto del huracán Grace, en septiembre de 2021, en la zona norte del estado de Veracruz, y que devastó gran parte de la infraestructura pública, como se muestra en la figura 5, que ayude a recuperar más rápido estas áreas, y a que la rehabilitación de dichos espacios los haga útiles para los



▲ Figura 5. Destrucción del inmobiliario urbano por el paso del huracán Grace. Fuente: elaboración propia (2021).

Programa de necesidades				
Necesidad	Actividad	Solución espacial	Subzona	Zona
Práctica de deporte.	Jugar, correr, entrenar, lanzar pelotas, rebotar pelotas.	Canchas de baloncesto, fútbol y voleibol.	Deportes tradicionales.	Recreación activa
Esparcimiento para infantes.	Saltar, correr, esconderse, columpiarse, jugar con otros niños.	Juegos para infantes tradicionales y no tradicionales.	Juegos infantiles.	
Actividades recreativas acuáticas.	Cambiarse, bañarse, refrescarse, nadar, jugar y divertirse.	Piscinas para adultos y niños.	Piscinas.	
Actividades recreativas.	Patinar, montar en bicicleta.	Senderos para patinar y maniobrar bicicletas.	Pistas de patinaje y bicicletas.	
Necesidades fisiológicas.	Cambiarse, defecar, orinar, guardar ropa.	Duchas, servicio sanitario (S. S.), casilleros, lavamanos.	Desvestidores y S. S.	
Consumir alimentos.	Preparar alimentos, almacenarlos, vender, atender al público, comprar y comer,	Cocinas, áreas de mesa exteriores e interiores, áreas de atención al público, despensa y servicios sanitarios.	Cafetería.	Recreación pasiva
Ver vistas de paisajes del entorno.	Observar, relajarse, conversar.	Espacios para contemplar el entorno natural.	Miradores.	
Venta de artículos artesanales.	Exhibir, comprar, vender.	Locales de venta y bodega.	Quioscos de artesanías.	
Recorridos agradables, tranquilidad física y mental.	Caminar, observar.	Accesos y circulaciones señalizadas.	Ruta ecoturística.	Atención médica
Estar totalmente sano, realizarse la prueba Covid-19.	Atención médica, chequeo de temperatura corporal, aplicación de gel antibacterial, realización de pruebas Covid-19.	Consultorios y áreas de camillas.	Servicios básicos de atención médica para Covid-19.	
Sentarse, descansar, poder observar con claridad, seguridad al caminar.	Hacer uso del equipamiento urbano disponible en el parque para diversas actividades de recreación.	Botes de basura, bancas, mesas de trabajo, jardines, luminarias, rampas para PCD, barandales de protección.	Distintos muebles urbanos para el servicio del público en general.	Equipamiento urbano

Tabla 2. Programa de necesidades desarrollado con base en las nuevas necesidades sanitarias y de impactos de meteoros climáticos.

Fuente: elaboración propia (2021).

usuarios, ya que no se pueden diseñar y construir espacios públicos convencionales, dado al surgimiento de este tipo de nuevas necesidades y problemáticas por resolver.

Por lo planteado, proponer un sistema de cubierta ligera permitirá crear espacios más dinámicos dentro de los espacios públicos y, además, crear una metodología eficiente de rehabilitación mediante mobiliario urbano flexible y adaptado a las nuevas necesidades sanitarias, utilizando como complemento diversos elementos arquitectónicos que permitan embellecer estos espacios y hacerlos atractivos, funcionales y seguros (Morales, 2021a).

Metodología

Hipótesis de diseño

Para proponer el diseño de cubiertas ligeras nos basaremos en una metodología propuesta por el Dr. Josep Llorens Durán. Dicho proceso es una guía en la búsqueda de la forma de las cubiertas ligeras, lo cual ayudará a generar un proyecto que se adecue a las necesidades espaciales de nuestra investigación, pero, en especial, considera una variable principal: la estabilidad de la estructura con un

mínimo de material, para así generar la superficie de la cubierta ligera, todo lo cual puede resumirse en las fases siguientes:

1. Información previa: Programa, emplazamiento, dimensiones, límites, materiales y medios disponibles.
2. Anteproyecto: Establecimiento de la forma, la curvatura y el desagüe, así como de las características arquitectónicas, de la relación con el entorno y de los puntos de apoyo y anclaje.
3. Determinación de la forma.
4. Cálculo estructural: Obtención de tensiones y deformaciones; dimensionado.
5. Estrategia medioambiental: Acondicionamiento de instalaciones e iluminación natural y artificial; acondicionamiento térmico; acondicionamiento acústico; resistencia al fuego; cableado; energía incorporada; emisiones; residuos.
6. Patronaje.
7. Detalles constructivos.
8. Especificaciones relativas a los materiales, la puesta en obra, el control y las tolerancias.
9. Plan de inspecciones y mantenimiento.
10. Medición y presupuesto.

Las siguientes propuestas presentadas en este trabajo se realizaron en todas las fases mencionadas, pero para esta disertación solo nos concentraremos en las aplicaciones de las propuestas de diseño, ya que sería muy extenso el reporte de la realización de todos los modelos, y el objetivo de este análisis es aplicar en un proyecto este tipo de cubiertas en las áreas públicas, como se muestra en la tabla 3, y que se incluyeron en el proyecto de rescate de parques.

Tomando en cuenta las tipologías en la tabla 3, se desarrollaron las propuestas de diseño para el rescate de los parques, donde propondremos infraestructura e inmobiliario urbanos que ayuden a mitigar las condiciones ambientales y la recuperación de espacios urbanos de forma segura (Escrig, 1984 y 1988; Llorens, 2011;2015).

Una vez establecidas las condiciones climáticas del sitio y una ficha técnica de cómo se encuentran los parques en la zona, se desarrollaron propuestas iconográficas en las áreas urbanas y sobre cómo serían sus intervenciones con el uso de cubiertas ligeras. Dichas aproximaciones no ayudarán a ver las ventajas que podrían obtenerse si se incluye este tipo de estructuras ligeras en los parques. Las experimentaciones generaron propuestas de proyectos, que, primeramente, se presentan en un esquema metodológico de anteproyecto. Como se muestra en la figura 6 se genera un proceso de diseño del parque Cri-cri, donde se ve el desarrollo de esquemas de tipos de cubiertas que pueden desarrollarse en las áreas; también se incluye la ubicación y cómo se encuentra la infraestructura del parque, por lo cual nuestra primera aproximación fue que necesitaba áreas cubiertas para espacios en los juegos y en las áreas deportivas, y así favorecer la realización de las actividades en el parque a cualquier hora del día, por lo que se generó un modelo donde verificamos las ventajas y las desventajas de aplicar una cubierta ligera que detonara el proyecto de rescate.

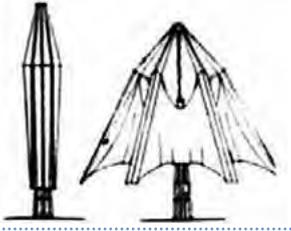
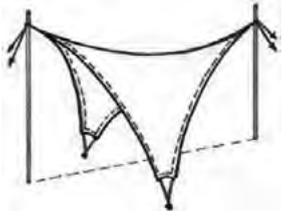
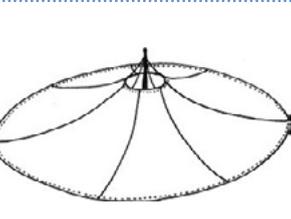
Estructuras transformables en forma de paraguas	
Estructuras ligeras tensadas	
Estructuras ligeras a base de tensigrity	

Tabla 3. Tipologías de cubiertas ligeras.

Fuente: Escrig (2012); Morales (2013).

En estos esquemas de desarrollo nos encontramos que cada área urbana tiene diferentes necesidades. Para el siguiente ejemplo de esquema, desarrollamos un anteproyecto del parque del cerro del Abuelo, como se muestra en la figura 7, donde el lugar es una zona histórica de interés para la ciudad, ya que ahí nacieron algunos de los primeros asentamientos y es un hito para el ayuntamiento, por lo que su desarrollo se concentró no solo en generar una serie de modelos de cubiertas, sino también, en diseñar inmobiliario urbano icónico para el desarrollo de actividades turísticas del lugar, pues el área es ocupada constantemente para realizar eventos públicos, por lo que cada caso de rescate de áreas urbanas tendrá una aportación diferente en su diseño arquitectónico (Morales, 2017a).

Generación de modelos

Las siguientes propuestas tecnológicas desarrolladas buscan ser un ejemplo de cómo generar cubiertas ligeras para rehabilitar zonas públicas urbanas —en específico, de los parques—, por cuanto la condición física de algunos de estos espacios no está tan deteriorada como en otras áreas de la ciudad, pero la falta de infraestructura que pueda cobijarlos en horas de calor extremo impide que se realicen las actividades públicas, deportivas y recreativas propias del sitio, por lo cual se harán prototipos con los cuales mejorar las condiciones de uso de dichos espacios. Primeramente se hizo el rescate de espacio en desuso dentro de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Veracruzana; cabe mencionar que para las siguientes propuestas, el material que se utilizó es diverso, pero en su mayoría se utilizó acero al carbono de cédula 40, con un espesor de 3½", ya que esta fue donada por compañías de la zona, como PEMEX, o financiada con recursos propios; esto ayudó a bajar los costos de habilitación de los sucesivos modelos mostrados a continuación. Una de las peculiaridades de los siguientes prototipos es que todos están cubiertos por una membrana —para el caso que se mostrará, de malla sombra—, el cual ayuda a facilitar la construcción de los modelos en sitio en unas cuantas horas, y permite, además, su fácil instalación en la zona (McCormac, 2000).

Otra condicionante de la membrana que se utilizó fueron sus propiedades, ya que los prototipos fueron hechos con malla sombra del 95%; esto quiere decir que deja pasar los rayos del Sol, pero no toda la radiación solar. De igual manera, esta malla deja pasar el viento en su superficie, lo que ayuda a autorregular el microclima del área que se está utilizando. Para el ejercicio se usaron las áreas de la Facultad de Arquitectura, donde pudimos rehabilitar zonas en desuso, como la explanada de la cafetería y el área de recreación (Sánchez, 1992).

Estos dos primeros modelos que presentaremos, y que se muestran en la figura 8 ya se publicaron en la *Revista Arquitectura (Bogotá)*, de la Universidad Católica de Colombia, por lo cual solo mencionaremos que la virtud de este tipo de cubierta ligera fue que se instaló en solo dos horas, pues se la diseñó para que no se utilizara andamiaje y fuesen colocada rápidamente en el sitio, por lo cual el esquema tecnológico de aplicación de este tipo de cubiertas ayuda como ejemplo de aplicación para propuestas finales dentro del rescate de parques (Morales, 2017b).

El siguiente prototipo se desarrolló con el concepto de un paraguas invertido, como se muestra en la figura 9 con la finalidad de cubrir una área mayor, pero también, para captar agua lluvia de la zona; como este tipo de cubierta puede llegar a cubrir de 13 m-50 m de diámetro,



Figura 6. Metodología de diseño de cubiertas ligeras para desarrollar propuestas de rescate de parques en la ciudad de Poza Rica.

Fuente: elaboración propia (2017).

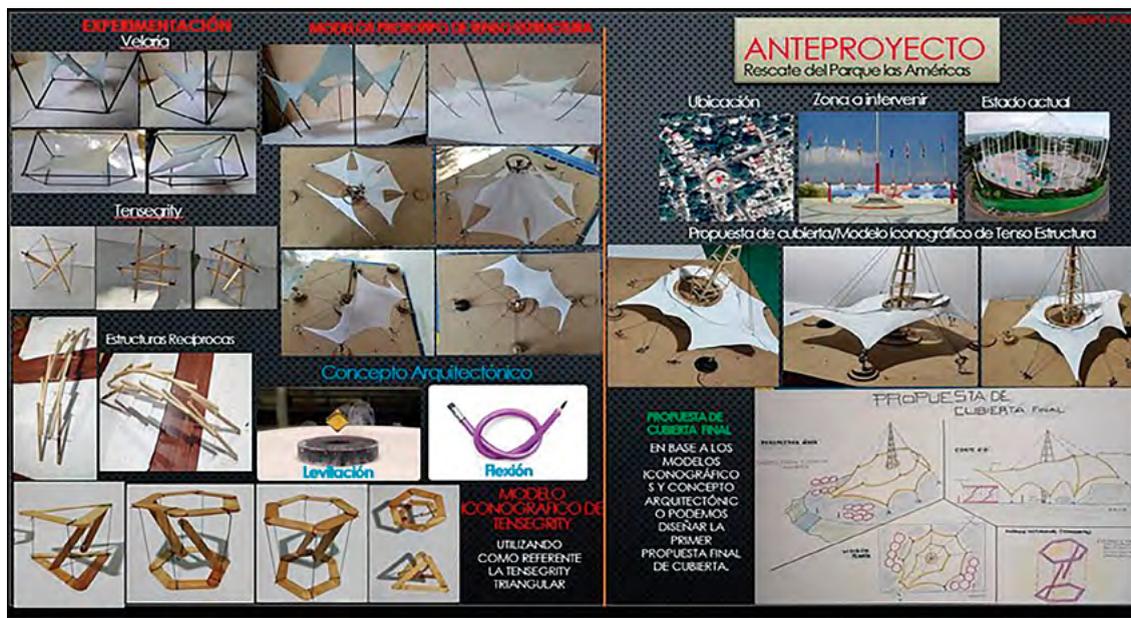


Figura 7. Metodología de diseño de cubiertas ligeras para desarrollar propuestas de rescate de parques en la ciudad de Poza Rica.

Fuente: elaboración propia (2017).

la tipología estructural de la propuesta fue aligerarle sus brazos, con postes reforzados con cable, que ayudaron a tener una envergadura de 13 m de diámetro, y cuya instalación duró solo cuatro horas. En este caso hubo que utilizar andamios, porque la cubierta era desplegable al momento de desmontarse (Morales, 2018a).

Los siguientes modelos se elaboraron en el género de cubiertas desplegables. Dicha característica es un poco más compleja para diseñar, pero cuando se termina su manufactura, la construcción en sitio es rápida y puede ser colocada en menos tiempo que las propuestas anteriores. Para estos ejemplos, el material utilizado fue el acero galvanizado, por su fácil adquisición y su manejabilidad para crear los modelos; pero para propuestas de escala mayor, como las anteriores, el uso del acero al carbón, de aluminio estructural, de plástico estructural o de bambú son

buenas opciones para la construcción de sus miembros, pero en cuestión de sus uniones o de nodos deberán ser de una materia resistente, para que puedan desplegar sus aspas sin ninguna afectación de pandeo o agrietamiento. De igual manera, la membrana que se utilizó fue la malla sombra, por sus propiedades flexibles y térmicas, aunque su durabilidad es muy precaria, y dependerá del mantenimiento que se le dé al material, ya que un buen mantenimiento anual puede extender su vida útil hasta ocho o diez años. Ya hay en el mercado materiales con mayor durabilidad, con hasta 35 o 50 años de utilidad, pero su costo es muy elevado (Morales, 2016; 2018b).

Para estos prototipos su uso dentro de la institución fue para realizar espacios itinerantes, ya que cada año dentro de la Universidad Veracruzana tiene lugar la Exporienta. Dichos modelos tienen la función de cubrir el stand de la



Figura 8. Propuesta de cubiertas ligeras: tensoestructuras.

Fuente: elaboración propia (2018).

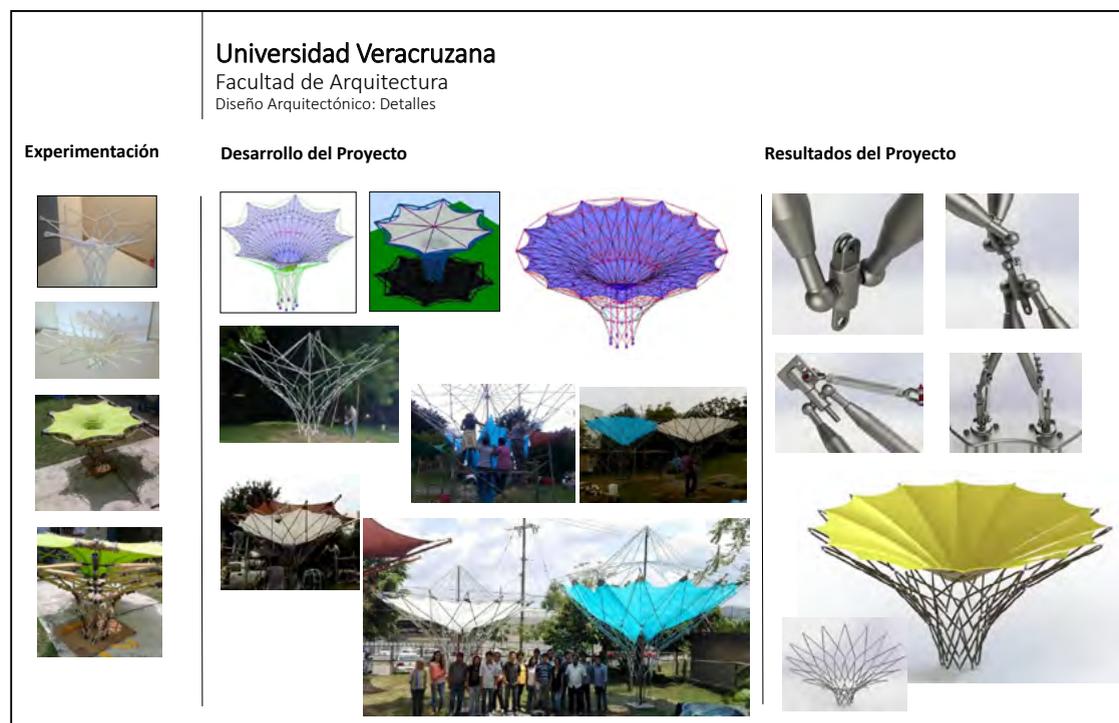


Figura 9. Propuesta de cubiertas ligeras: paraguas plegable tensado.

Fuente: elaboración propia (2019).

carrera de Arquitectura para las demostraciones de su plan de estudio, en los niveles de preparatoria en la localidad. Estos prototipos también se publicaron en otras revistas, por lo que el resultado de esas investigaciones prácticas será únicamente sobre cómo aplicarlas dentro de un proyecto. El primer prototipo desarrollado fue una hipérbola desplegable, que puede llegar a tener diámetros de 10 m-50 m, como se muestra en la figura 10. Este modelo, con escala 1:5, no utiliza andamios, gracias a que tiene un poste central que hace que abra la hipérbola desplegable y se ancle fácilmente al suelo. Para su instalación en el sitio se necesitaron 30 minutos, y se pusieron dos dentro del área de exposición de la Facultad de Arquitectura (Gantes, 2001; Morales, 2016).

La siguiente propuesta busca demostrar la factibilidad de uso que tienen las cubiertas desplegables dentro del rescate de espacios, y como serían las diversas aplicaciones que podrían llegar a obtenerse dentro de los espacios públicos de la ciudad, y por eso se desarrolló una cubierta bidireccional plegable, como se muestra en la figura 11. Esta puede llegar a cubrir de 10 m-80 m de claro, según lo cual se puede cubrir un mayor rango de área en los espacios públicos. Se instaló dicha cubierta en zonas de explanada de la cancha para la Exporienta de la facultad, y solo tardó 15 minutos en desplegarse en el sitio. Esas propuestas de modelos pueden mejorar la precaria situación que hay en los parques, pero también, habilitar el espacio para cualquier hora del día, y así su instalación sería útil en todo momento del día (Torres & Franco, 2006; Morales, 2019; 2021a).



Figura 10. Propuesta de cubiertas ligeras: hiperboloide plegable.

Fuente: elaboración propia (2017).



Figura 11. Propuesta de cubiertas ligeras: cubierta bidireccional plegable.

Fuente: elaboración propia (2021).

Resultados

Como primer caso de aplicación y resultado de toda la metodología anterior, se presenta una propuesta de rehabilitación del parque Cuauhtémoc. Dicha área pública tiene un valor patrimonial histórico, por ser uno de los primeros parques de la ciudad, debido a lo cual tenemos como objetivo rehabilitar las áreas estéticamente y facilitar que cumplan con su función de cubrir del Sol y dar una nueva imagen a la ciudad. Para este proyecto se proponen dos velarías tensadas, sostenidas con postes articulados y contravientos anclados al suelo. La primera de ellas será puesta sobre el área de juegos de mesa, y cubrirá 330 m². La segunda será instalada sobre el área de juegos infantiles, y cubrirá 271 m². Junto a ellas contienen dos cubiertas más: la cubierta transformable, la cual será la que resguarde la cancha deportiva con un área cubierta de 560 m², y las dos cubiertas en forma de paraguas, que juntas cubren 120 m², para un total de 1.281 m² dentro del parque Cuauhtémoc.

Dentro del contexto arquitectónico del parque Cuauhtémoc se encuentran espacios importantes que reúnen a la población para su uso de esparcimiento. El parque es ocupado por cualquier tipo de usuarios, sin distinción de edades, y que requieren un espacio fresco y que pueda usarse a cualquier hora del día, por lo cual se proponen las cubiertas ligeras y transformables. A continuación se presentarán ilustraciones que marcan un antes y un después hipotético del parque Cuauhtémoc, donde se proponen una tensoestructura en la zona de esparcimiento familiar, y también, una cubierta tensada con un poste flotante para cubrir el área de juegos infantiles. Por último, se proponen las aplicaciones de diseño tecnológico de dos cubiertas desplegadas tipo paraguas para áreas de recreación en la salida de la escuela telesecundaria Cuauhtémoc, como se muestra en las figuras 12 a 14.

Para esta primera intervención no se contemplaron áreas de atención médica, ya que en su cercanía está el hospital regional, a tan solo dos cuadras del sitio y con una mejor infraestructura para la atención al usuario. Con esa primera propuesta se pretende llevar a cabo los otros proyectos de

rehabilitación de parques dentro de la ciudad que están en desuso por la falta de una infraestructura que ayude a resistir las inclemencias climáticas de la zona y que las áreas comunes para los usuarios de la ciudad sean, en efecto, utilizadas. Por eso, la propuesta, como se indica en la figura 15, llevará a que se tenga una mejor imagen urbana, por medio de tal tipo de estructuras de cubiertas ligeras.

Discusión

El espacio público en la ciudad debería ser un área que genere actividad social colectiva, donde la población pueda generar escenarios de vida, que rompan lo cotidiano de las arduas labores del día y, de igual manera, ser un regulador climático dentro de la mancha urbana. Esta falta de percepción por parte de las autoridades, que no motivan a la ciudadanía para apropiarse del espacio público, hace que se pierdan dichas áreas y no se les dé uso adecuado a las instalaciones; la falta de planeación en el diseño de la ciudad y la mala orientación del lugar dificulta la realización de actividades lucrativas y de recreación en estos sitios.

Al no tener una propuesta de diseño y de planeación de las áreas públicas se puede ir perdiendo la sociabilización de la población, ya que los parques tienen la función de ser hitos dentro de la mancha urbana. Por otro lado, también se encuentran espacios que tienen un valor histórico; por citar solo un ejemplo, se tiene el parque de las Américas, donde hay un mirador turístico, según se muestra en la figura 16, pero que solo es utilizado cuando el Sol se está ocultando, pues se encuentra en una de las zonas más altas de la ciudad y aumenta igualmente la ola de calor; ello, aunado a la escasez de áreas verdes, hace un radiador solar de este hito emblemático de la ciudad.

Por último, se deberá contemplar un programa de necesidades más personalizado para cada una de las áreas urbanas, no solo para recreación, sino para activación cultural, deportiva y de emergencia, ya que en la zona norte del estado de Veracruz, México, se pueden encontrar fenómenos meteorológicos como el huracán Grace, que afectó enormemente las áreas verdes y empeoró la infraestructura de la ciudad. Por ello, un sistema de cubiertas ligeras sería una buena opción para habilitar rápidamente estos espacios. De igual manera lo sería desarrollar espacios emergencia que puedan ayudar a la ciudadanía a tener un refugio temporal en esos grandes espacios, por lo que puede haber áreas eventualmente utilizables como desahogo de emergencia. Un ejemplo al respecto es el parque Ignacio de la Llave, que por su ubicación está en una zona céntrica, pero sin ayuda médica cercana, como se muestra en la figura 17, y el cual puede integrar en su programa de necesidades de rehabilitación de espacios de emergencias, justificado por el programa arquitectónico de necesidades de la tabla 2, por lo que ayudaría mucho a la zonas de estas áreas urbanas; en especial, a la comunidad universitaria, pues hay una población grande de alumnos que estudian en esas áreas.

Conclusión

La investigación se basó, desde el principio, en el esquema del Dr. Josep Llorens Durán sobre como diseñar y manufacturar las cubiertas ligeras, como la tensoestructura, sus disertaciones son un punto de referencia, ya que el desa-



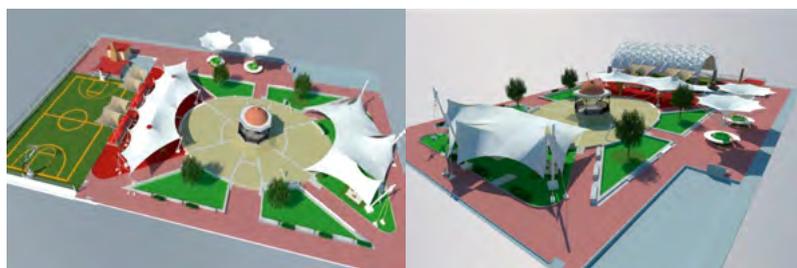
▲ Figura 12. Fotografía de estado actual y *render* idea de proyecto, sobre la calle Juárez, esquina con calle Padilla.
Fuente: elaboración propia (2021).



▲ Figura 13. Fotografía estado actual y *render* del área cubierta de los juegos infantiles, dentro del parque Cuauhtémoc.
Fuente: elaboración propia (2021).



▲ Figura 14. Fotografía estado actual en el área por cubrir y *render* del área cubierta propuesta de un par de paraguas retráctiles.
Fuente: elaboración propia (2021).



▲ Figura 15. Proyecto de rehabilitación del parque Cuauhtémoc.
Fuente: elaboración propia (2021).

rollo de las formas constructivas adecuadas se generó en el tema de las cubiertas ligeras. La tipología de la forma ayuda a que sean más estables; sobre todo, las que se configuran con una membrana textil, ya que dicha tipología ayuda a generar diferentes tipos de estructuras que son más fáciles de manufacturar y construir en espacios urbanos.

La idea conceptual, expuesta en el diseño experimental de los modelos de conexión, coadyuvó a crear modelos físicos de las estructuras ligeras; estas solo se implementarán para el desarrollo de detalles estructurales que puedan crear un sistema de cubiertas ligeras. Dichos modelos generan una premisa teórica constructiva para desarrollar ese tipo de estructuras de bajo consumo de material. Todo lo anterior ofreció un parámetro para desarrollar una propuesta constructiva de diferentes tipos de cubiertas, las cuales sirven para verificar y validar nuestro resultado final, que son las propuestas de rehabilitación de parques.

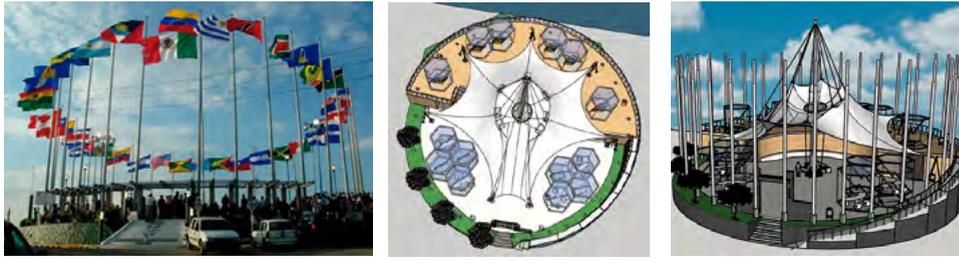


Figura 16. En la primera imagen se observa el parque de las Américas a las 9:00 a. m. En las imágenes segunda y tercera se observa la propuesta de configuración para rehabilitar el espacio a diferentes horas del día.

Fuente: elaboración propia (2021).



Figura 17. En las primeras imágenes de la izquierda se observa el parque Ignacio de la Llave con infraestructura en desuso y el cual está ubicada en una zona céntrica de la ciudad, en las segundas imágenes se observa el uso de inmobiliario urbano en áreas de recreación y módulos de emergencias médicas, en las últimas figuras la propuesta de configuración para rehabilitar el espacio a diferentes horas del día.

Fuente: elaboración propia (2021).

FORMA INDETERMINADA

GEOMETRÍA DE EQUILIBRIO

ESTADO DE AUTOTENSIÓN

¿Por qué bambú?

- Restauración más rápida y a menor costo.
- Regulador orgánico biológico de carbono en la atmósfera.
- Recurso natural renovable.
- Más alternativo de la madera.
- Fuente de material vegetativo y mejorador de suelo.
- Incrementa las reservas hídricas.
- Ingresos marginales con valor agregado.
- Generación de empleos, efecto multiplicador.
- Elemento resistente para construcción de viviendas.

TENSEGRITY

La Tensegridad es un principio estructural basado en el empleo de componentes comprimidos que se encuentran dentro de una red tensada continua, de tal modo miembros comprimidos (generalmente barras) no se tocan entre sí y están unidos únicamente por medio de componentes traccionados (habitualmente cables) que son los que delimitan espacialmente dicho sistema.

1. Construimos un prisma regular de base dodecaedro que nos servirá de guía para construir la estructura Simplex.
2. Dibujamos en la base inferior un triángulo equilátero uniendo los puntos.
3. Dibujamos en la base superior un triángulo equilátero uniendo los puntos.
4. Dibujamos los elementos a compresión uniendo los puntos de las bases inferior y superior respectivamente.
5. Dibujamos los elementos a tracción oblicuos uniendo los puntos de las bases inferior y superior respectivamente.
6. Finalmente eliminamos el prisma regular dodecaedro y tendremos nuestra estructura tensegrity Simplex.

Este tipo de estructuras nos pueden ejemplificar de una forma muy clara el uso de la compresión y tensión que hay en las estructuras y cómo es su comportamiento con la transmisión de fuerzas, hacen unas estructuras muy firmes.

Se consiguió bambú tratado de la zona norte del estado de Veracruz exactamente en la ciudad de Tampico, Tamaulipas.

- El proceso comenzó con la medición de cada bambú, dejando una medida mínima en el extremo de 20cm, que es en donde entrará la pieza de acero, a ciertas piezas de bambú fue necesario desviar el interior para que el tubo entrara sin problemas.
- Se cortó el tubo de acero cerca de 40 a medida específica de cada bambú en ambos extremos.
- A este tubo se soldó una pieza en forma de cruz, que serviría más tarde los grúas y el cable de acero.
- Fueron perforados el bambú y el tubo de acero sobre el eje X y Y con una distancia de 3 cm para sostener la pieza en su lugar.
- Posteriormente fueron rellenados los extremos en ambos extremos con Grout, un relleno estructural sin contracción para la conexión bajo estructura y enmagran. Adhiera el equipo dinámico a su base para formar un momento que contraponga la vibración.
- Terminados todos los pasos se procedió a armar un módulo, una vez que este fue armado se añadieron otros dos en los extremos, ya que era necesario tenerlos juntos, de la misma manera con los apoyos.
- El proceso de armado se realizó con ayuda de estacas con malla, colocadas en los últimos extremos a tensar, colocando estos últimos piezas hasta lograr colocar el cable de acero dentro del grúas.
- Una vez terminada la cubierta a 3 metros y los 2 apoyos, se montó la estructura, para esto utilizamos tornillos, de que el apoyo quedará justo en el punto medio y así nos aseguramos de tensar al mismo tiempo ambos extremos.
- Utilizando estacas se puso en pie la estructura y se tensó en 4 puntos más como apoyo.

Figura 18. Propuesta de cubiertas ligeras: cubierta bidireccional plegable.

Fuente: Gómez (2007) y Morales (2021b).

En cuanto a las aplicaciones tecnológicas, se hizo una serie de propuestas aproximadas para el proyecto, estas derivadas de la construcción de modelos digitales o modelos a diferentes escalas 1:5, que posteriormente se construyeron a escala 1:1, analizados con el rigor científico que sustenta su resistencia y su equilibrio para armarlos. Con ello, se cotejan aspectos tales como su armado y las correcciones

en las uniones. Los alcances de estos modelados ayudaron a adquirir experiencia y conocimiento en la manufactura de los miembros estructurales de los modelos. Esta característica experimental ayudó en gran medida a mejorar ciertos criterios de diseño constructivos, que, a su vez, se vieron reflejados en el hecho de que la elaboración de las estructuras finales no tuviera tantas excentricidades, por

medio de uniones sencillas. El diseño de las cubiertas ligeras se puede dar de varias maneras, y no necesariamente de una; pero, por cuestiones prácticas, solo se elaboró una de las varias posibles transformaciones de diseño. Igualmente, el tema del sistema constructivo no se profundizó con otros materiales más resistentes y ligeros, ni en cómo será su ejecución en el montaje en un terreno aislado, circunstancias que pueden retomarse para crear diferentes posibilidades de montaje, y también, a fin de analizar sus propiedades físicas, para saber si estará dentro de los rangos de seguridad.

En cuanto a la personalización de un programa de necesidades para cada una de las áreas urbanas, estas se pueden ejecutar con un programa arquitectónico, ya descrito en este documento, y el cual define las áreas más importantes por rescatar e incluir. Esto puede ayudar a contemplar otras necesidades como espacios emergentes; de igual manera, puede incluirse el uso de materiales alternativos, como el bambú, según se muestra en la figura 18, que no son tan contaminantes como el acero y pueden dar el mismo resultado estético y estructural que una estructura normal con materiales convencionales.

Contribuciones y agradecimientos

Se desarrolló la presente investigación con apoyos de financiamiento del Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT).

El autor declara que no tienen conflictos de interés relevantes en relación con la investigación presentada.

Referencias

- Becker, J., & Kuschnir, E., (1995). *Tipologías estructurales: la desmaterialización de las estructuras de grandes luces*. 2a Ed. Editorial Universidad Pontificia de Chile.
- Bentley, I., & Alcock, A. (1999). *Entornos vitales. Hacia un diseño urbano y arquitectónico más humano. Manual práctico*. Editorial Gustavo Gili.
- Berger, H. (1996). *Light structures, structures of light, the art of tensile Architecture*. Basel.
- Del Ángel, L. A. (2014). *Esquemas para el desarrollo de viviendas sociales en la ciudad de poza rica* [Tesis de licenciatura]. Universidad Veracruzana, Poza Rica, Veracruz. México.
- Escrig, F. (1984). Estructuras espaciales de barras desplegadas. *Revista Informes de la Construcción*, 36. <https://doi.org/10.3989/ic.1984.v36.i365.1895>
- Escrig, F. (1988). Estructuras espaciales desplegadas curvas. *Revista Informes de la Construcción*, 39. <https://doi.org/10.3989/ic.1988.v39.i393.1606>
- Escrig, F. (2012). *Modular, ligero, transformable: un paseo por la arquitectura ligera móvil*. Editorial Universidad de Sevilla.
- Gantes, C. (2001). *Deployable structure: Analysis and design*. Wit Press.
- Gehl, J. (2006). *La humanización del espacio urbano*. Editorial Reverté.
- Cómez, V. (2007). *Tensegridad, estructuras tensegríticas en ciencias y artes*. Editorial Universidad Catalunya.
- Llorens Durán, J. I. (2011). *Los detalles constructivos de las tenso estructuras*. IV Simposio Latinoamericano de Tenso Estructuras, Universidad de la República, Facultad de Arquitectura. <https://core.ac.uk/download/pdf/41766909.pdf>
- Llorens Durán, J. I. (2015). VI Simposio Latinoamericano de Tenso-estructuras. Realizado conjuntamente con el Congreso de la IASS, Brasilia, 2014. *Revista Informes de la Construcción*, 67(537). <http://informesdelaconstruccion.revistas.csic.es/index.php/informesdelaconstruccion/article/view/4059/4626>
- INEGI. (2010). *México en cifras: Información nacional, por entidad federativa y municipios*. <https://www.inegi.org.mx/programas/ccpv/2010/>
- INAFED. (2020). *Poza Rica de Hidalgo*. <https://www.gob.mx/bienestar/apoyoveracruz/documentos/municipio-poza-rica>
- McCormac, J. (2000). *Diseño de estructuras de acero, Método LRFD*. Editorial Alfaomega.
- Morales Guzmán, C. C. (2011). Sistemas de diseño para la vivienda. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 13(1), 118-127. <https://revistadearquitectura.ucatolica.edu.co/article/view/775>
- Morales Guzmán, C. C. (2013). Prototipo de diseño de una cubierta retráctil tensada. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 15(1), 102-110. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2013.15.1.11>
- Morales-Guzmán, C. C. (2016). Construcción experimental de un sistema transformable tensado plegable. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 18(1), 98-110. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2016.18.1.9>
- Morales, C. C. (2017a). Desarrollo de la forma de una tenso estructura en el diseño por computadora. *Revista Procesos Urbanos*, 4. <https://doi.org/10.21892/2422085X.356>
- Morales, C. C. (2017b). Experiencias y casos de estudio: construcción de una cubierta hiperbólica tensada para espacios tropicales. En G. Pesantez & W. Flores (Comps.), *Arquitectura: experiencias y propuestas para la ciudad* (pp. 177-192). <http://192.99.145.142:8080/xmlui/handle/123456789/17>
- Morales-Guzmán, C. C. (2018a). Diseño y desarrollo de patrones de la forma de una tensoestructura. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 20(1), 71-87. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2018.20.1.1544>
- Morales, C. C. (2018b). Diseño de una cubierta hiperbólica plegable tensada. *Revista Procesos Urbanos*, 5. <https://doi.org/10.21892/2422085X.414>
- Morales-Guzmán, C. C. (2019). Diseño y construcción de un paraguas plegable para espacios arquitectónicos. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 21(1), 76-89. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2019.21.1.1623>
- Morales, C. C. (2021a). Diseño de refugio emergente con sistemas plegables. *Arquitectura Revista*. Vol. 17(1), 1808-5741. <https://doi.org/10.4013/arq.2021.171.08>
- Morales, C. C. (2021b). *Desarrollo de un sistema transformable en las cubiertas plegables para espacios multifuncionales* [Tesis doctoral]. Universidad Politécnica de Madrid.
- Sánchez, F. (1992). *Estructuras ligeras para grandes luces*. Editorial Fundación Emilio Pérez Piñero.
- Torres, L., & Franco, R. (2006). *Estructuras adaptables*. Editorial Universidad Nacional de Colombia.



El perfil del comprador frente a una vivienda sostenible: estudio descriptivo

The profile of the buyer in front of a sustainable housing: descriptive study

Daniel Herrera-González

Universidad EAN. Bogotá (Colombia)
Facultad de Administración, Finanzas y Ciencias Económicas
Grupo de Investigación: G3PYMES-Grupo Colciencias A1
Ingeniero de Sistemas, Universidad Católica de Colombia, Bogotá (Colombia)
Doctor en Administración Estratégica de Empresas, Universidad Católica de Perú, Lima (Perú)

 https://scholar.google.com/citations?view_op=list_works&hl=es&hl=es&user=kg1M_NYAAAAJ

 <https://orcid.org/0000-0002-5932-8751>

 danielherrera03@hotmail.com

Santiago Arias-Valencia

Universidad EAN. Bogotá (Colombia)
Facultad de Administración, Finanzas y Ciencias Económicas
Grupo de Investigación: G3PYMES-Grupo Colciencias A1
Profesional en Administración de Empresas, Universidad EAN, Bogotá, (Colombia)

 https://scholar.google.es/citations?hl=es&view_op=list_works&gmla=A-JsN-F7DwLEvqIKi-WvV5h9SLI6GPksBuzOqGorBuQAK8GhyhcqZOiU9BK3x-P5BweWM1u_B7EzSDz1_i14fPWbmcjB0j9FIVt5Pp5_zXOaKYopqzHR1ko&user=NNPLUyMAAAAJ

 <https://orcid.org/0000-0002-6853-8259>

 sarias1536@gmail.com

Resumen

La presente investigación tiene como principal objetivo identificar un perfil demográfico de un grupo de personas frente a la compra de una vivienda con características sostenibles. Determinar cómo esas variables demográficas pueden influenciar una decisión de compra frente a esta nueva forma de diseñar y construir viviendas permite la comprensión detallada que potenciales clientes experimentan durante el proceso de compra. La investigación tiene un enfoque cuantitativo. Se utilizó en esta investigación el análisis de correspondencias, que consiste en un método descriptivo o exploratorio como alcance. La muestra es no probabilística a conveniencia del investigador. Acorde a los resultados del presente trabajo investigativo, se concluye que existe un perfil específico de los compradores de una vivienda con atributos de sostenibilidad. Dichos compradores tienen características demográficas orientadas a preferir el estrato 5; sin embargo, requieren condiciones flexibles en cuanto a cuota inicial, precio, y factores de diferenciación claros en la vivienda sostenible.

Palabras clave: condiciones de vida; consumidor; coste de vida; establecimientos humanos; estilo de vida; uso de la tierra

Abstract

The main objective of this research is to identify a demographic profile of a group of people facing the purchase of a home with sustainable characteristics. Determining how these demographic variables can influence a purchase decision in the face of this new way of designing and building homes, this allows a detailed understanding of how potential clients experience during the purchase process. This research has a quantitative approach. Correspondence analysis was used in this research, which consists of a descriptive or exploratory method as scope. The sample is non-probabilistic at the convenience of the researcher. According to the results of this research, it is concluded that there is a specific profile of buyers of a home with attributes of sustainability. These buyers have demographic characteristics oriented to prefer stratum five (5), however, they require flexible conditions in terms of down payment, price, and clear differentiation factors in sustainable housing.

Keywords: consumers; cost of living; human settlements; land use; lifestyle; living conditions

Introducción

La industria de la construcción ha generado grandes impactos, tanto negativos como positivos, en la sociedad; por tal motivo ha influido en la forma como habitamos los espacios. La construcción sostenible debe basarse en una gestión y una reutilización adecuadas de los recursos, lo que contempla toda la vida de una edificación para que el beneficio final sea no solo ambiental, sino también, económico y social (FIABCI, 2019). De hecho, múltiples proyectos de construcción —no solo en Colombia, sino también en otros países del mundo— han impulsado iniciativas desde los sectores público y privado para el desarrollo de más proyectos de este tipo, y que cumplen con estándares ambientales internacionales. Como consecuencia, se garantiza una mejora en el tipo de infraestructura que habitamos, según el informe de sostenibilidad publicado por el Banco Interamericano de Desarrollo (BID, 2018) en América Latina, el 81% de la población vive en las principales ciudades, y se espera que la población en las ciudades aumente en 100 millones para 2035. Según datos del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM) (2019), la industria de la construcción en Colombia es responsable del 30% de las emisiones de CO₂ y consume el 60% de los recursos no renovables del país. Tan grave problemática supone grandes retos, que, como país, industria y consumidores, debemos solucionar. Como lo manifiesta Pilaj (2015, p. 748), “El consumidor actual tiene en cuenta la inversión sostenible y responsable al momento de realizar la compra de bienes duraderos”. Ante ello, ha surgido el concepto *eco-consumidor*, el cual tiene características que inclinan sus decisiones de compra hacia productos y servicios que satisfacen su interés en la sostenibilidad, y en mitigar, de esa forma, los impactos que pueda generar su estilo de vida.

En la actualidad, la gran mayoría de los edificios no fueron diseñados para atender las necesidades ambientales que el mercado y los usuarios en general demandan, como la utilización de materiales de calidad, el diseño acústico, el control de residuos y el manejo adecuado del agua y el aire. Por las razones anteriores, el Building Research Establishment (BRE), citado por Agha et al. (2020), ha diseñado una herramienta de cálculo de costo de salud en la vivienda social, método actualmente usado en países europeos en la elaboración de proyectos residenciales. El objetivo es entregar datos asertivos conducentes a que este sector evolucione y atienda las nuevas necesidades del cliente consciente y preocupado por los daños ambientales. Por otro lado, de acuerdo con el reporte *The Business Case for Green Buildings*, de World Green Building Council (WGBC, 2020), los edificios certificados incrementan su precio de renta hasta en el 30%, y la tasa de ocupación es en el 23% mayor respecto de inmuebles no certificados. Además, su valor de mercado se incrementa en el 5%.

Revisión de literatura

Sostenibilidad

La sostenibilidad ha tenido desarrollo desde hace muchos años, como lo afirma Michel (2016) en el informe de Brundtland:

El concepto de desarrollo sostenible no es nuevo ni reciente; la más elocuente definición de lo que representa la sostenibilidad se publicó en 1987 en el Informe

Brundtland de la Comisión Mundial sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo de las Naciones Unidas (1992): Satisfacer las necesidades del presente, sin comprometer las posibilidades de las futuras generaciones para atender a sus propias necesidades. (p. 121)

La sostenibilidad tiene que ver con la inclusión misma del concepto de eficiencia. No es lo mismo presentar un proyecto como *sostenible* que presentarlo como *eficiente*. Lo eficiente tiene un impacto mucho más poderoso a la hora de vender el proyecto. Asimismo, existen ciertos estándares estéticos que excluyen de entrada la sostenibilidad. El gusto por edificios simétricos, por ejemplo, inhibe la exploración de posibles recursos como las fachadas que más sol reciben —o más humedad, dependiendo de la ubicación específica de cada elemento— (Fariña, 2002).

Bustillo (2011) referencia la sostenibilidad con la definición de la Organización de las Naciones Unidas (ONU) sobre el desarrollo sostenible:

[...] el desarrollo que suple necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras de suplir sus propias necesidades evidenciando el interés por el impacto negativo en la naturaleza que trae la industrialización y la preocupación por la gran inequidad de recursos económicos en la sociedad, los bajos niveles de indicadores de calidad de vida y pobreza. (p. 3)

En síntesis, la sostenibilidad ha surgido hace muchos años, a partir de la necesidad de obtener un desarrollo integral y óptimo en toda la escena mundial, en diferentes sectores, incluyendo el inmobiliario, la arquitectura y la construcción, donde la manera efectiva de llevar a cabo acciones sostenibles es la secuencial y jerárquica. El proceso en la construcción sostenible inicia desde los aspectos económico, social y ambiental, de manera que estén correlacionados en todo momento para lograr un impacto por completo eficiente, sostenible y responsable (Kraftl & Adey, 2008).

El interés contemporáneo en la sostenibilidad y el comportamiento ambiental despierta un gran interés en los adultos (Barr & Gilg, 2006), además de ser también relevante para los jóvenes, quienes se interesan en el ambiente exterior fuera de sus hogares, sus regiones y el mundo en general (Malone & Tranter, 2003). La sostenibilidad debe ser un tema de discusión y de constante interacción en escuelas y universidades que buscan la interacción de sus estudiantes para despertar dicha conciencia ambiental (Schreiner & Sjoberg, 2005). Es vital que los educadores —particularmente, los que se encuentran en campos de estudio de sostenibilidad y energías— informen a la gente joven y motiven a que, por decisión propia, adopten estilos de vida sostenibles usando los recursos y los medios a su alcance (Jensen, 2002).

Construcción sostenible

Las viviendas ecológicas y todo tipo de infraestructura con propósitos sostenibles incorporan una amplia gama de factores para tener en cuenta dentro del desarrollo y la ejecución de cada proyecto. Estos factores incluyen desde la procedencia de los materiales hasta las prácticas implementadas por los ingenieros y los obreros del proyecto, así como el ahorro de agua, la reducción en el gasto de energía y materiales económicos (Carrillo-Rojas et al., 2014). Adicionalmente, se toma en cuenta una gran variedad de factores bioclimáticos, condiciones económicas, sociales y de desarrollo, según el lugar donde se planea construir

(Ochoa, 2014). El concepto de vivienda tradicional se ha ideado, en muchos casos, sin tener en cuenta los factores del entorno local, el uso adecuado de materiales y los ambientes interiores y exteriores, que son factores dignos de considerar a la hora de diseñar una vivienda sostenible (Assefa et al., 2010).

Por otro lado, la correcta gestión de los materiales supone categorizarlos dependiendo de sus posibilidades de uso. Dichos materiales se manejan dependiendo de su toxicidad, y se establece un estricto y creciente porcentaje de materiales que deben ser reciclados. El ciclo urbano sustentable de los residuos implica la recuperación y la re inserción de insumos de plástico, papel, vidrio u otros materiales con usos alternos. Estos insumos deben tener una gestión, una recolección y una infraestructura adecuadas en la ciudad, de modo que dichos procesos permitan minimizar el impacto sobre el entorno. Además, el mencionado ciclo urbano implica la producción de compost o cualquier elemento que ayude en la biodigestión de los líquidos cloacales; por lo tanto, se busca generar energía a partir de los gases de los residuos orgánicos. Además, se busca generar energía para proyectar la mayor eficiencia posible en la que se tiene, y buscar que la totalidad de esta sea efectivamente generada. Una estrategia útil puede ser el aprovechamiento de la energía solar a escala residencial o barrial; otra puede ser la reutilización del calor de los residuos orgánicos líneas arriba referidos (Michel, 2016). El uso suplementario de materiales en la producción de concreto se ha incrementado alrededor del mundo durante las últimas décadas (Lothenbach et al., 2011). Estos materiales pueden mejorar la durabilidad de los productos, y también, contribuir a la mitigación del impacto ambiental asociado a la industria de la construcción.

Urbanismo sostenible

La idea de urbanismo sostenible y sus modelos involucran la interacción del territorio y acciones en la ciudad combinando lo ecológico y el paisaje urbano y sus elementos generando una optimización de los recursos naturales, mientras promueven la cohesión y la participación sociales en los ciudadanos (Perry & May, 2010). Este urbanismo sostenible se convierte en un proceso crucial para entender y poner en práctica las iniciativas amigables con el medio ambiente en el diseño, la ejecución y la venta de propiedades de vivienda que ayuden a mitigar los impactos negativos sobre el planeta. Como lo puntualizan Hodson & Marvin (2010), es importante recordar que las ciudades transitan cada década en un proceso de renovación con el propósito de reinventar espacios, zonas e infraestructura obsoletos. Tales procesos de renovación deben tener en cuenta las tendencias y las necesidades de los ciudadanos que buscan crear espacios con normas ambientales y normas ambientalmente sostenibles (Fernández & Gutiérrez, 2012).

La planificación urbanística es una ciencia multidisciplinaria de procesos y regulaciones para el desarrollo tomando en cuenta componentes urbanos y ambientales, como el transporte y los espacios verdes (Bonham-Carter, 2010). Producto de ello, en la actualidad ha adquirido relevancia incorporar la sostenibilidad económica a los proyectos de vivienda sostenible, además de las responsabilidades y los desafíos que enfrentan los proyectos constructivos en un entorno exigente por parte de la comunidad (Hodson & Marvin 2010). Además, el diseño urbanístico puede

promover más eficiencia *eco-amigable* y espacios urbanos que faciliten la interacción social en áreas naturales y urbanas (Lezama & Domínguez, 2006).

Un estudio realizado por Yang et al. (2016) encontró tres niveles de políticas gubernamentales que son barreras para la implementación de la sostenibilidad urbana: a) no existen, a futuro, políticas fuertes con proyección para las ciudades; b) hay poca cooperación entre los gobiernos metropolitanos, locales y regionales, porque hace falta flexibilizaciones y mejora en comunicación, y c) no hay implementación de herramientas de gobernanza, o bien, son muy pocas. Por lo tanto, la civilización ecológica es un nuevo escalón en el desarrollo de la civilización humana; esto es, una nueva forma de *civilización postindustrial* (Yang et al. 2016). La civilización ecológica es una suma de materiales y deseo que los seres humanos hemos logrado siguiendo objetivos con leyes de equilibrio en aspectos naturales y sociales; o sea, una correcta decisión para seguir trabajando en pro de la ecología haciendo frente a la crisis ambiental generada por la constante industrialización que la humanidad ha generado en los últimos 200 años, con diferentes grados de impacto, pero con las mismas repercusiones.

Eco-viviendas

El concepto *eco-vivienda* tiene sus orígenes en los años setenta del siglo XX. Considerando la necesidad de construir viviendas que respeten la salud de las personas y al planeta, este concepto toma como referente el concepto de que todo material de construcción viene de un recurso finito de nuestro planeta (Seyfang, 2010). A principios de la década de 1980 surge el concepto *arquitectura verde*, tomando como ingredientes principales el ahorro de energía, el clima, el ahorro de los recursos y el respeto a los usuarios con una preocupación por el planeta (Assefa et al., 2010). En cuanto al uso de materiales eficientes, el interés radica en utilizar, por ejemplo, madera de bosques con sello verde, rápidamente renovable, o productos reusables, reciclables o que no sean tóxicos. Otra vía puede ser el uso de materiales cuya fabricación y obtención estén cerca de donde se construirán las viviendas (Seyfang, 2010; Cabeza et al., 2013). Se considera que la producción de materiales que están fuera del sitio de construcción representa un total del 75% de energía utilizada en la construcción (Cabeza et al., 2013).

Consumidor responsable

Por otra parte, el *consumidor responsable* es definido por Mejía (2018, p. 14) como “aquel que incluye otros criterios en su decisión de compra —diferentes al precio y la calidad— tales como el impacto social y el comportamiento ambiental y social de la empresa que vende el producto”. En la sociedad se ha despertado una conciencia poblacional sobre el consumidor responsable y sostenible, debido a que la humanidad reconoce el deterioro físico y ambiental en el planeta, producto de su forma de consumir y desechar los objetivos cotidianos. Cada vez son más los consumidores que seleccionan un producto de acuerdo con el impacto de este sobre el medio ambiente, y como resultado, el consumidor desarrolla tendencias hacia el cuidado de los recursos naturales que le permitan visualizar un futuro más saludable.

La preocupación por el medio ambiente se ha convertido en un tema muy importante a escala mundial, no solo por los efectos de dicha preocupación en el comportamiento de

compra de los consumidores y los factores en un consumo más responsable, sino porque las empresas se enfrentan a una presión creciente para incorporar responsabilidades ambientales y sociales en sus estrategias corporativas (Michael-Lee Johnstone, 2014). De hecho, es importante conocer cuáles son aquellos factores que promueven y son determinantes para el consumidor responsable, qué conocimiento tienen estos y qué actitud asumen frente al tema, de tal manera que, desde las estrategias de mercadeo para edificaciones sostenibles, despertemos conciencia ambiental en el consumidor e impactemos de manera positiva el entorno natural.

Estudios de consumo verde en todo el mundo indican que existen diversas influencias de tipo social, cultural, demográfico, ético, e incluso familiar y personal, que son determinantes para inclinarse por la compra verde en el sector construcción. Un ejemplo de ello es un estudio en la India, propuesto por Khare (2014), donde se menciona que

La cultura diversa en la India es el resultado de la mezcla de diferentes, tribus, y grupos étnicos que hoy habitan en el país, lo que ha impactado radicalmente sus valores, costumbres, sistema político, y sus decisiones de compra verde reflejan los fuertes lazos de familia y la necesidad de los consumidores en ajustarse a estilos de vida, valores sociales y normas ambientales. (p. 314)

En otras palabras, pertenecer a culturas y etnias que se encaminan hacia la conservación de la naturaleza orientan e inclinan al consumidor a pensar y actuar ecológicamente. Por otro lado, factores como la necesidad humana de cuidar su salud y su bienestar ha obligado al consumidor responsable a observar y analizar si los productos que consume o usa realmente son buenos para su vida, e inclinado así su gusto por productos ecológicos, aunque un poco más costosos que los productos normales. Esa necesidad de cuidado y protección motiva, y de manera importante, para que los consumidores tomen la decisión de comprar verde (Mohd Noor et al., 2012).

Existe otro modelo sobre el comportamiento de compra del consumidor impulsados por el desarrollo sostenible en todo el mundo, los consumidores han ido cambiando gradualmente sus opiniones y sus intereses respecto a los productos que compran. Específicamente, el comportamiento del consumismo verde es complejo e influenciado por diversos factores; sobre todo, para los productos verdes que implican grandes gastos, como la vivienda y los automóviles. Los factores sociales y ambientales en la mente del consumidor afectan de forma significativa la intención de compra de los consumidores, y la relación entre estos determina la adquisición de productos como la vivienda con atributos de sostenibilidad. El conocimiento subjetivo, la preocupación medioambiental y los incentivos gubernamentales se consideran igualmente importantes en el ámbito del consumo ecológico de viviendas sostenibles.

Eco-consumidor

Según señala Andrade Carreño (2015, p. 95) en su investigación, Giddens describe el *estilo de vida* como “el conjunto de prácticas sociales que representan una forma de vida particular y dan sustancia a la narrativa continua de un individuo, propia identidad, y propia actualización”. El estilo de vida sostenible incluye conceptos como *vida simple*, o *simplicidad voluntaria*, donde los individuos reducen drásticamente el consumo y optan por productos

con huella ecológica positiva como una manera de mejorar simultáneamente su bienestar (Ballesteros García, 2018). Por ejemplo, sus vidas las desarrollan en espacios más reducidos, en eco-villas y cultivando sus propios alimentos. El estilo de vida sostenible tiene importancia para el cuidado del medio ambiente por medio de políticas que responden a las necesidades globales consensuadas frente al cambio climático, y es, por tanto, de vital importancia y asunto de responsabilidad colectiva para nuestro futuro (Lorenzoni et al., 2007).

Un ejemplo de estudio de caso ocurrió gracias a una investigación realizada por Winter (2018), en Copenhague, que tuvo como foco la huella de carbono ambiental y sus políticas donde se describía el concepto de gobernabilidad de huella de carbono. Este concepto explica cómo los individuos esperan tomar responsabilidad por cuenta propia para la búsqueda de la reducción de la huella de carbono, acorde a los objetivos trazados por gobiernos y sus ciudadanos, con el lema de “ser un buen ciudadano carbono”. Dentro del concepto de estilo de vida sostenible presentado en esta investigación realizada en Copenhague durante el 2018, se tiene como elemento de estudio la medición de eficiencia energética y los distintos impactos que genera esta frente al comportamiento de los ciudadanos midiendo su consumo por individuo, sus beneficios, sus costos y las acciones individuales que producen. Marres (2011) puntualiza cómo surgen las eco-tecnologías urbanas, las cuales han servido para construir sistemas que miden la calidad de la movilidad, así como para implementar mejoras y generar una mayor participación colectiva en pro de una mejor ciudad identificando el nivel de aceptación por parte del individuo y de grupos poblacionales, y la ineludible relación que hay entre un estilo de vida sostenible y las inversiones económicas necesarias.

Quastel (2009, p. 702) hace un estudio en el cual señala las posibles repercusiones de la tendencia al estilo de vida sostenible, al mencionar que “un nuevo tipo de consumo puede estar emergiendo como una nueva forma de distinción de clases sociales”, además de hacer creer que el simple uso de bicicletas para ir al trabajo y acciones con poco impacto estarían opacando los verdaderos desafíos sociales que existen. Adicionalmente, habría que tener en cuenta la falsa idea mencionada por Quastel (2009) donde los beneficios van a ser universales, cuando en realidad no existen, lo cual daría como resultado que la utilidad de promover un estilo de vida sustentable en ciudades aún no es clara, y esta ambigüedad permite que en el entendimiento de narrativas locales no exista un contexto político que permita implementar medidas efectivas.

Un ejemplo de ciudad sostenible es Copenhague, la cual es reconocida a menudo en los *rankings* globales como una ciudad verde, sustentable y amigable con el medio ambiente: por ejemplo, fue ranqueada como la primera ciudad sostenible en la lista de Siemens (2009). Además, “The Copenhagen Climate 2025 Plan”: es un mapa estratégico para convertirse en una ciudad “Carbono Neutro Cero” para 2025. Como objetivo, Copenhague debe reducir cada año su huella de CO₂, con estándares muy estrictos, como la construcción de nuevos edificios, la producción de energía limpia y una movilidad amigable con el ambiente. Los objetivos de carbono neutro incorporan la producción de energía por medio del viento, de la biomasa y de paneles solares. La movilidad verde ha sido impulsada por políticas que incentivan el transporte público y la infraestructura de calidad.

Metodología

La presente investigación tuvo un enfoque cuantitativo. Como lo señala Sarduy Domínguez (2007, p. 2), “el producto de una investigación cuantitativa es un informe que muestra una serie de datos clasificados, sin ninguna información adicional que dé una explicación, más allá de eso en sí mismos”. Además, es importante destacar que las investigaciones cuantitativas estudian las asociaciones entre las variables que se cuantifican, para que al final ayuden a la interpretación de los hallazgos. También se utilizó en la presente investigación el análisis de correspondencias, que consiste en un método descriptivo o exploratorio como alcance del estudio. La finalidad de dicho análisis radica en disminuir un conjunto importante de datos en un número menor de dimensiones, para así reducir también la pérdida de información. Esta técnica se aplica en variables categóricas u ordinales.

En primer lugar, se agruparon los ítems observables en seis categorías, que se muestran en la tabla 1. Estas categorías son: Demográfica; Ahorro; Preferencia de compra; Factores de la decisión de compra; Eco-consumidor, y Ambiente; todo ello, a fin de observar las relaciones entre los diferentes niveles de las variables.

Como muestra se diseñó un *muestreo no probabilístico* a conveniencia del investigador. El número de casos aplicados fue de 230, pero, tras una revisión y una depuración, el número de casos válidos para los análisis quedó en 200. Se aplicó un cuestionario, estructurado y revisado

Categoría	Nivel
1. Demográfica	• Edad
	• Género
	• Educación
	• Estrato
2. Ahorro	• Importancia (percepción sobre su relevancia)
	• Propósito (razón y motivación)
3. Preferencias de compra	• Inversión (destino del ahorro)
	• Estrato en el que compraría
	• Condición de vivienda
	• Recursos para la compra
	• Solicitud de crédito
4. Factores de la decisión de compra	• Presupuesto disponible
	• Precio
	• Cuota inicial
	• Bancos que otorgarían crédito
	• Tasa de interés
	• Ubicación
	• Metros cuadrados (m ²)
• Constructora	
5. Eco-consumidor	• Áreas comunes
	• Importancia del cuidado ambiental
	• Preocupación por problemas ambientales
	• Práctica del reciclaje
6. Ambiente	• Ahorro energético
	• Ahorro de agua
	• Importancia del proyecto inmobiliario que cuida el ambiente
	• Proyecto con características verdes

Tabla 1. Categorías de análisis.

Fuente: elaboración propia (2021).

por expertos para garantizar la validez interna y externa del instrumento. Los expertos fueron dos personas del Consejo Colombiano de Construcción Sostenible y dos docentes de la Universidad EAN. Dicho cuestionario se envió por medios electrónicos en la ciudad de Bogotá, D. C., Colombia. Las personas encuestadas fueron estudiantes, personal administrativo y visitantes del nuevo edificio EAN Legacy, que ganó el Premio a la Protección del Medio Ambiente, otorgado por Caracol Televisión, del grupo Valorem S. A., en la categoría Empresa Grande de Colombia.

Resultados

Análisis descriptivo de la muestra

A fin de comprender la estructura de los datos y la distribución de las variables, en la figura 1 se muestran los porcentajes obtenidos para la categoría demográfica.

La muestra se compone, en su mayoría, de personas entre sus 20 y sus 50 años, y acumula un total del 95 %, como se muestra en la figura 1. Asimismo, el género masculino es el más preponderante, con el 64 %, como se muestra en la figura 2, mientras que la maestría y el pregrado constituyen los niveles académicos más representativos, como se muestra en la figura 3. Finalmente, los estratos socioeconómicos 4 y 5 reúnen el 80 % de los individuos participantes, como se muestra en la figura 4. En la tabla 2 se muestra la distribución en la categoría Ahorro.

En cuanto a la importancia del ahorro, como se muestra en la tabla 2, se identifica que, en general, es algo o muy importante (92 %), mientras que en el propósito la mayoría se orienta hacia la inversión (74 %). Asimismo, la inversión del ahorro se destina hacia la vivienda (80 %). A continuación, se muestran los porcentajes relacionados con las preferencias de compra del inmueble que pertenece a la categoría 3.

En cuanto a los estratos, la preferencia se encuentra en los estratos 5 y 4, como se muestra en la figura 5; la vivienda nueva es la de mayor interés. El grupo de encuestados prefiere, en el 84 % de los casos, comprar vivienda nueva, según muestra en la figura 6. Por su parte, la combinación de ahorros con créditos parece ser la práctica más usual, con el 44 %, como se muestra en la figura 7. Asimismo, la fuente para acceder a recursos sigue siendo el banco, con el 80 %, como se ve en la figura 8, con presupuestos entre 450 millones y 550 millones (53 %), como se ve en la figura 9.

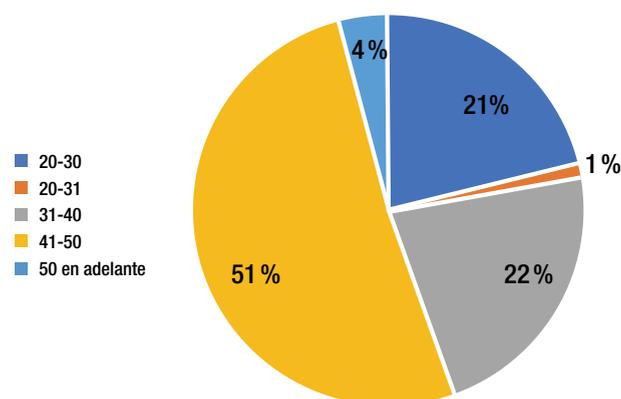


Figura 1. Categoría Demográfica por edad.

Fuente: elaboración propia (2021).

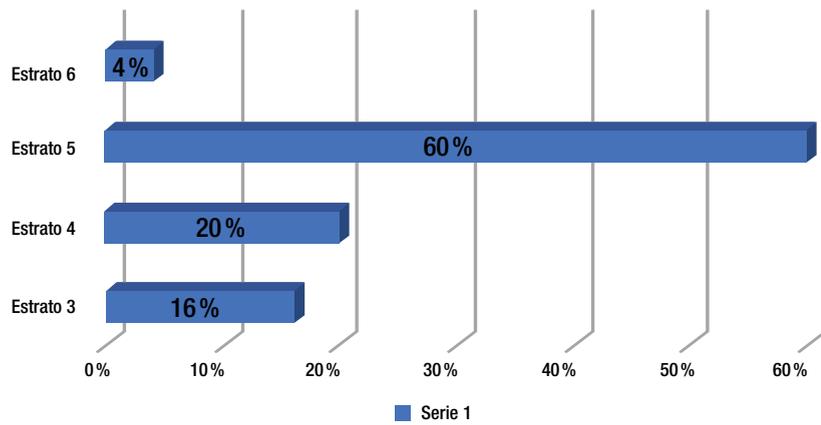


Figura 2. Categoría Demográfica por género.
Fuente: elaboración propia (2021).

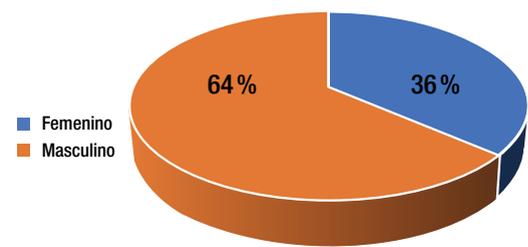


Figura 3. Categoría Demográfica por nivel educativo.
Fuente: elaboración propia (2021).

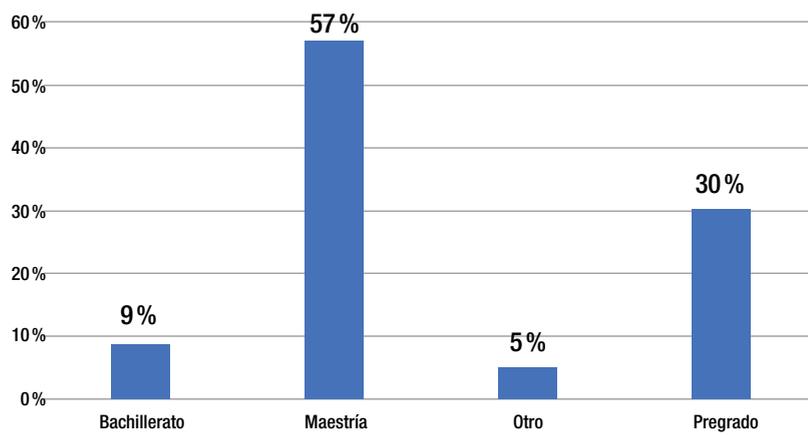


Figura 4. Categoría Demográfica por estrato socioeconómico.
Fuente: elaboración propia (2021).

Ahorro	N = 200
Importancia del ahorro	
Algo importante	91 (46%)
Muy importante	91 (46%)
Poco importante	18 (9,0%)
Propósito del ahorro	
Futuros gastos	40 (20%)
Invertir	148 (74%)
Otro	2 (1,0%)
Para alguna emergencia	10 (5,0%)
Inversión del ahorro	
Mercado financiero	19 (9,5%)
Metales	3 (1,5%)
Otros activos	18 (9,0%)
Vivienda	160 (80%)

Tabla 2. Categoría Ahorro.
Fuente: elaboración propia (2021).

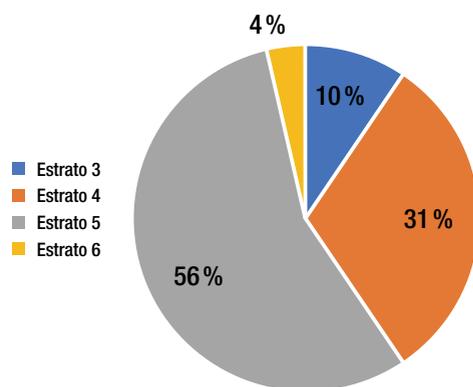


Figura 5. Categoría Preferencia de compra.
Fuente: elaboración propia (2021).

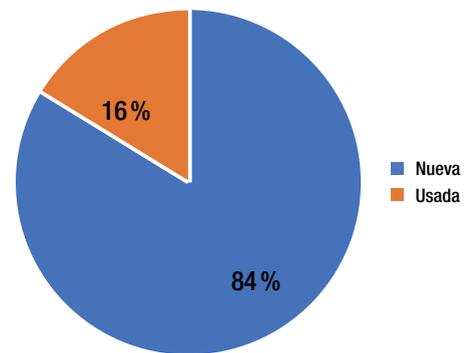


Figura 6. Categoría Compra de vivienda.
Fuente: elaboración propia (2021).

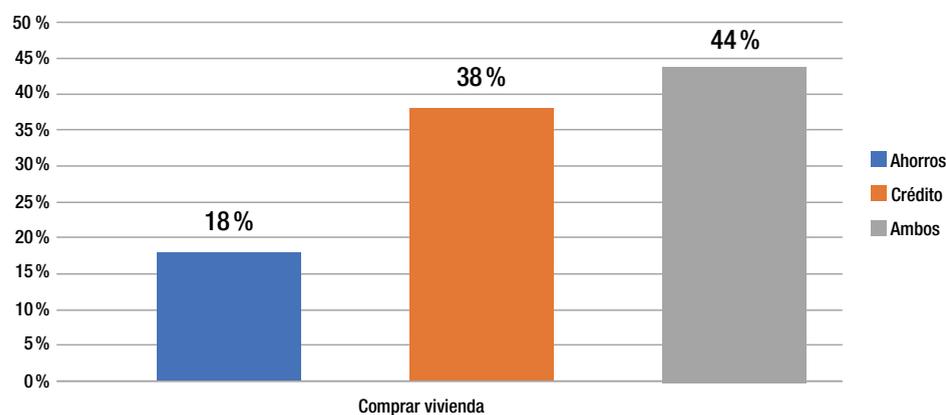


Figura 7. Compra de vivienda con recursos financieros.
Fuente: elaboración propia (2021).

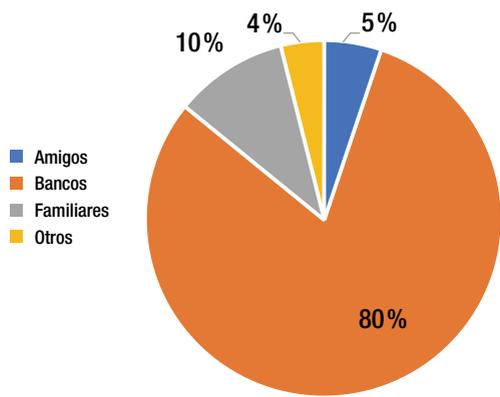


Figura 8. Categoría Solicitud de crédito.

Fuente: elaboración propia (2021).

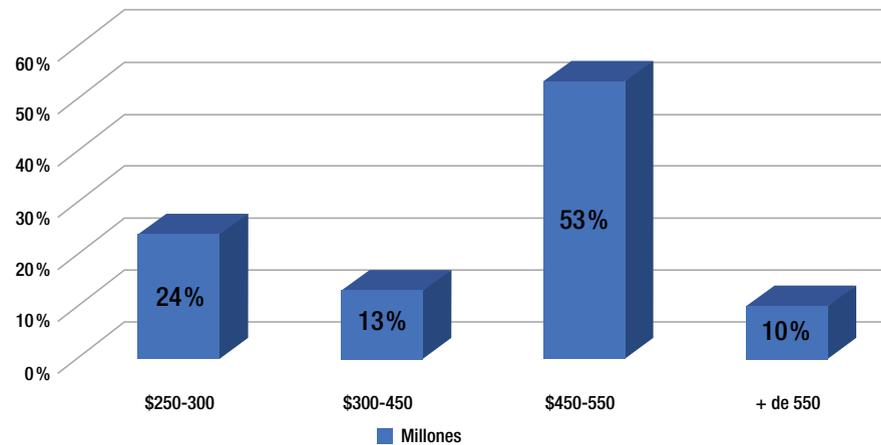


Figura 9. Categoría Presupuesto destinado a compra de vivienda.

Fuente: elaboración propia (2021).

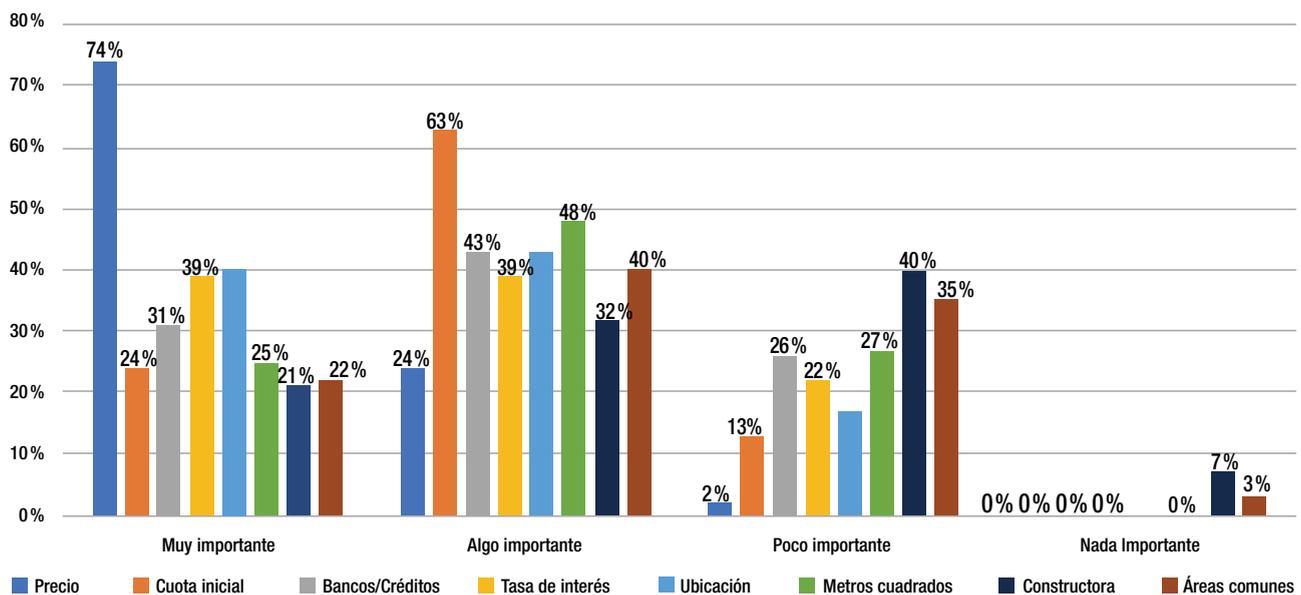


Figura 10. Categoría Factores de decisión de compra.

Fuente: elaboración propia (2021).

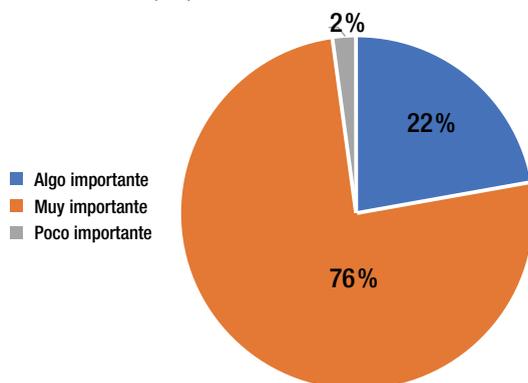


Figura 11. Categoría Eco-consumidor.

Fuente: elaboración propia (2021).

En cuanto a los factores de decisión de compra, como se muestra en la figura 10, el precio es muy importante, según la opinión de los encuestados; igualmente, la cuota inicial resulta algo importante para la mayoría, mientras que el tipo de banco y de crédito resultan de relevancia considerable. Con respecto a la tasa de interés, se observa que es *muy* y *algo* importante para los individuos. En general, la empresa constructora parece no tener una importancia significativa (40%), así como tampoco la tienen las áreas comunes, como se muestra en las figuras 11 y 12.

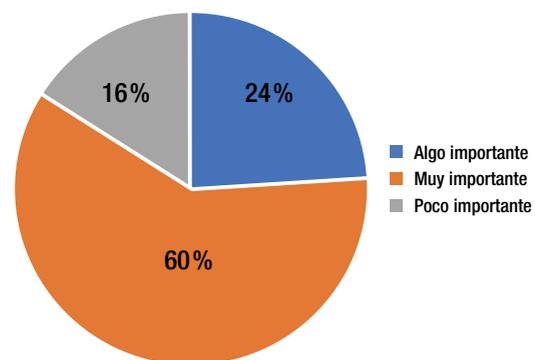


Figura 12. Categoría Principales problemas con el medio ambiente.

Fuente: elaboración propia (2021).

El perfil del eco-consumidor se caracteriza por darles una mayor importancia a ciertos aspectos, como el cuidado del ambiente, los problemas ocasionados por los gases de efecto invernadero, según lo muestran las figuras 13, 14 y 15. Además, se evidencia que la práctica del reciclaje está presente en el 76% de los casos, así como el ahorro energético y del agua. Por su lado, en la categoría Ambiente se evidencian los porcentajes mostrados en la figura 15.

Al indagar sobre la importancia que los sujetos dan a los proyectos habitacionales que cuiden el medio ambiente, el 76% considera este aspecto muy importante, al igual que un proyecto con características verdes. Mientras, en su mayoría, el presupuesto que se maneja se encuentra entre los 450 millones y los 550 millones.

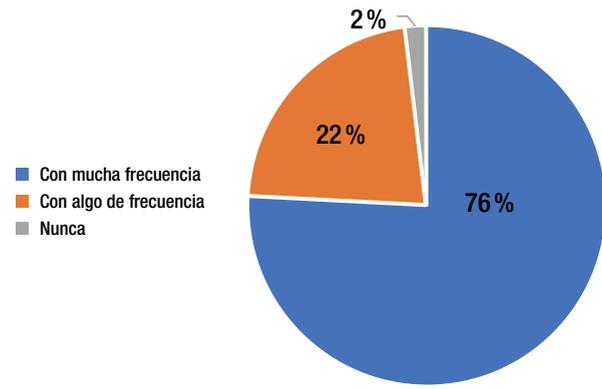


Figura 13. Frecuencia de reciclaje.
Fuente: elaboración propia (2021).

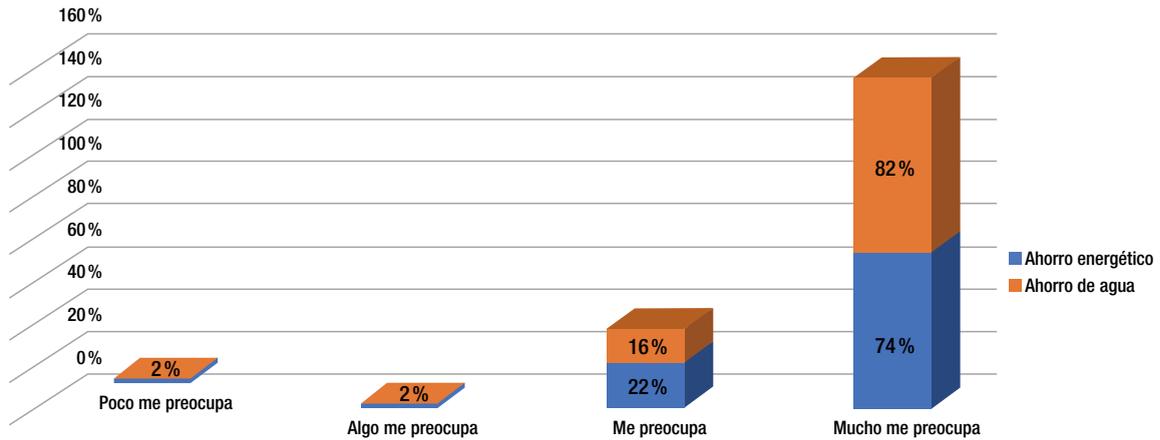


Figura 14. Preocupaciones sobre el uso de recursos renovables.
Fuente: elaboración propia (2021).

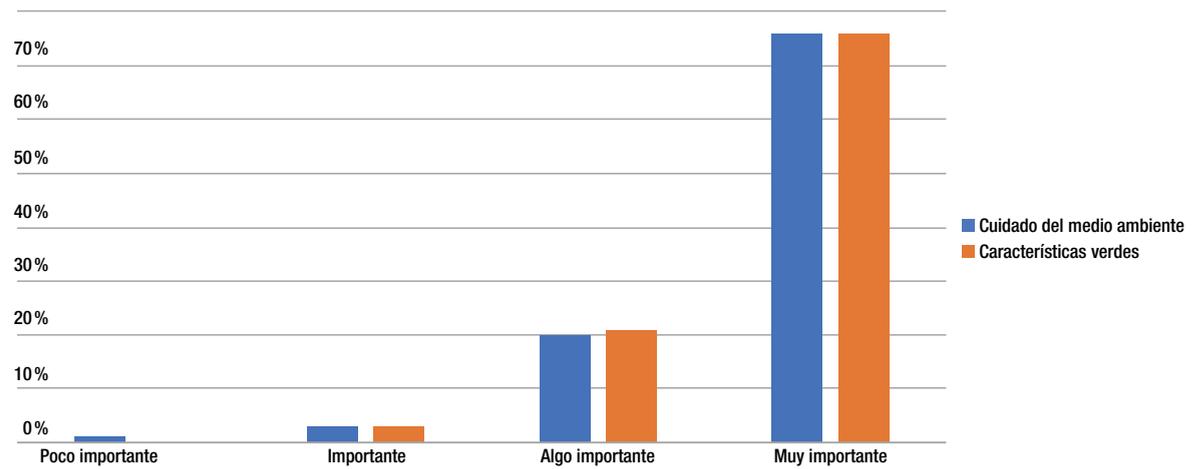


Figura 15. Categoría Ambiente; evaluaciones de los aspectos para tomar en cuenta cuando compran un proyecto con atributos de sostenibilidad.
Fuente: elaboración propia (2021).

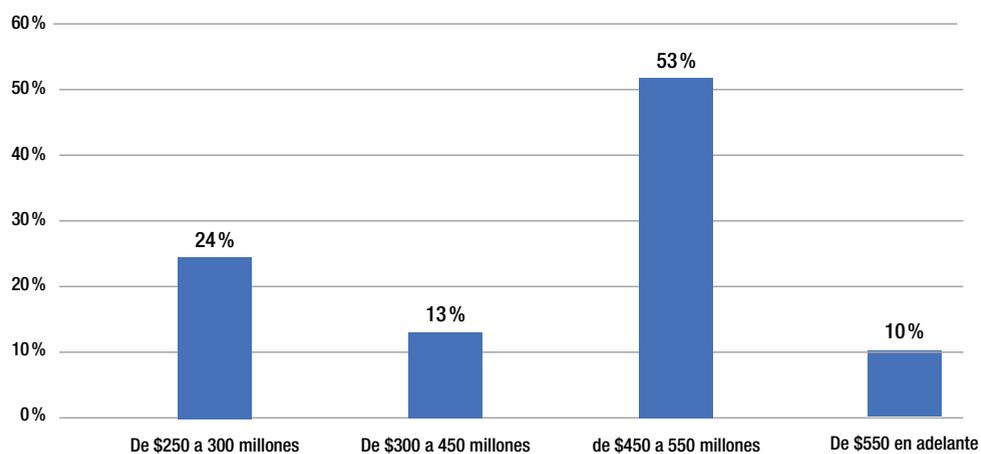


Figura 16. Presupuesto para comprar vivienda con características sostenibles.
Fuente: elaboración propia (2021).

Discusión

El cliente invierte su dinero para distintas opciones, tales como el ahorro, la inversión y la compra de vivienda. Los resultados de la presente investigación muestran cómo el comprador da una importancia muy alta (en el 92% de los casos) al ahorro, con un propósito, que es invertir (en el 74%), y especialmente, para vivienda (en el 80%). Esto permite inferir el perfil de la persona dispuesta a comprar con sus propios ahorros una vivienda sostenible. Como lo manifiestan Lin et al. (2018), el conocimiento subjetivo, la preocupación medioambiental y los incentivos gubernamentales se consideran igualmente importantes en el ámbito del consumo ecológico de viviendas sostenibles. Estos hallazgos en otros países, unido ello a los resultados de la presente investigación, permitirán impulsar aún más el crecimiento y la demanda de viviendas sostenibles en Colombia.

Además, el potencial cliente, en efecto, prefiere comprar viviendas con esas características en estratos altos (el 56%, en estrato 5). Igualmente, dicha vivienda debe ser nueva (en el 84% de los casos), y los recursos serán mixtos (personales y préstamos del sector bancario en el 44%). El valor, según los resultados de la nueva vivienda con atributos amigables con el medio ambiente, será en estrato 5, en un rango de precios entre 450 millones y 550 millones de pesos. En esos resultados se demuestra que el precio es muy importante (en el 74% de los casos), y otro factor determinante en la compra de una vivienda sostenible es la cuota inicial, porque el 63% de los encuestados manifestó que tomarían la decisión si esa cuota inicial es competitiva. Es conclusión, los resultados son iguales a lo que manifiesta Pilaj (2015, p. 748) "El consumidor actual tiene en cuenta la inversión sostenible y responsable al momento de realizar la compra de bienes duraderos". En los análisis anteriores, el potencial público interesado en una compra sostenible le da una importancia del 76% al cuidado del medio ambiente, y el 60%, a la emisión de gases de efecto invernadero de las construcciones. El 76% de los encuestados reciclan con mucha frecuencia, el 74% tienen un pensamiento responsable de ahorro energético, porque les preocupa mucho, y el 82% están inquietos por el ahorro del agua que hacen las viviendas con características sostenibles. Como consecuencia, los nuevos proyectos de vivienda deben presentar de manera transparente cómo las edificaciones cuidan de los recursos no renovables que usamos en la vida diaria. Se puede concluir que el comprador de una vivienda sostenible tiene un perfil de eco-consumidor. Estos resultados son similares a los expuestos por Ballesteros García (2018), quien afirma que el estilo de vida sostenible incluye el concepto de vida simple, o simplicidad voluntaria, donde los individuos reducen drásticamente el consumo y optan por productos con huella ecológica positiva como una manera de mejorar simultáneamente su bienestar. Por último, el diseño de los edificios con características sostenibles debe demostrar cómo estos cuidan y protegen el medio ambiente, porque el 76% de los encuestados analizan en detalle estos impactos en el planeta, y además, que las viviendas tengan características verdes (en el 76% de los casos), para que este grupo de personas se inclinen por adquirir esa nueva forma de viviendas.

Conclusiones

La construcción sostenible representa no solo el futuro de esta industria, sino también, el de la forma como habitamos los espacios, las ciudades y los entornos creados por el ser humano. La sostenibilidad involucra tres ejes importantes, en los que cualquier estructura tiene gran

impacto. Desde el aspecto *económico* podemos, a través de la construcción, atraer oportunidades y desarrollo en las comunidades locales. En lo social podemos crear comunidades resilientes, unidas y más seguras. Por último, desde lo *ambiental* podemos generar bienestar al medio ambiente, pero también, a quienes lo habitan. Como resultado, se garantiza un equilibrio entre el uso eficiente de los recursos y el desarrollo de proyectos que permitan ofrecer un valor agregado a cada habitante de estas nuevas edificaciones, además de democratizar el acceso a viviendas de calidad y un estilo de vida sostenible.

En varios estudios a escala mundial se ha demostrado cómo las iniciativas ambientales amigables en la construcción aprovechan los recursos no renovables para preservar los de las generaciones futuras. Estas ideas, enfocadas en la sostenibilidad, ofrecen una nueva propuesta de construcción con alto valor diferencial, que se traduce en la representación de un conjunto de aspectos que resaltan los componentes de la sostenibilidad ambiental y social. No obstante, la evolución y el auge de esos desarrollos constructivos están todavía en desarrollo. En Colombia, el terreno por recorrer es muy largo, pues pocas personas son sensibles a los temas ambientales y a darles importancia en el momento de adquirir productos como la vivienda.

Acorde a los resultados de esta investigación, se concluye que existe un perfil específico de los compradores de una vivienda con atributos de sostenibilidad. Estos segmentos de personas tienen características demográficas particulares, y son personas que destinan sus ahorros a comprar vivienda nueva en estrato 5. Asimismo, los aspectos ambientales son importantes en el momento de tomar la decisión de adquirir una edificación sostenible. Sin embargo, la cuota inicial y el precio deben ser muy competitivos, porque en su proceso de decisión de compra estas variables son determinantes.

Para finalizar, se recomienda seguir haciendo estudios más profundos, con muestras representativas en todo el país, para analizar cómo las variables socio-culturales afectan y cambian estos perfiles de compradores de vivienda sostenible.

Contribuciones

El presente artículo se deriva desde el desarrollo de trabajos de investigación llevados a cabo en la Universidad EAN en la línea de investigación de Mercadeo y Sostenibilidad, con el proyecto *El perfil del consumidor sostenible frente a las viviendas*. Santiago Arias Valencia, coautor de esta investigación, ha tenido un interés personal en aspectos de sostenibilidad y construcción, y participado, por eso, en semilleros de investigación donde tutores y docentes guiaron el proceso de investigación.

Daniel Antonio Herrera contribuyó ampliamente en el diseño y el método investigativo, así como en la recolección de información en el marco teórico, en el instrumento de investigación y en la metodología del proyecto investigativo, además de su participación en el análisis y la interpretación de los resultados obtenidos del instrumento de investigación aplicado, y en la revisión crítica del contenido intelectual presentado para la aprobación del artículo académico.

Santiago Arias Valencía, el autor, contribuyó al desarrollo investigativo y a la concepción del artículo desde el inicio, así como en la recolección de información y en el contenido intelectual en cada uno de los componentes del proyecto, y su correspondiente redacción; además, fue el encargado de aplicar el instrumento de investigación y de la redacción de los hallazgos obtenidos, al igual que del análisis de cada resultado. Asimismo, participó en la revisión del contenido relevante y en la aprobación final del proyecto.

Los autores declaran que no tienen conflictos de interés relevantes en relación con la investigación presentada.

Referencias

- Agha, A., Shibani, A., Hassan, D., & Salmon, A. (2020). Building research establishment environmental assessment methodology on the UK residential projects. *International Journal of Construction Engineering and Management*, 9(6), 183-189. https://www.researchgate.net/publication/347982039_Building_Research_Establishment_Environmental_Assessment_Methodology_on_the_UK_Residential_Projects
- Andrade Carreño, A. (2015). Los postulados fundamentales de la teoría de la modernidad reflexiva de Anthony Giddens. *Acta Sociológica*, (67), 87-110. <https://doi.org/10.1016/j.acso.2015.04.004>
- Assefa, G., Glaumann, M., Malmqvist, T., & Eriksson, O. (2010). Quality versus impact: Comparing the environmental efficiency of building properties using the Eco Effect tool. *Journal Building and Environment*, 45(5), 1095-1103. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2009.10.001>
- Ballesteros García, C. (2018). La mejor solución a tu problema. Hacia una filosofía del marketing y el consumo. *Gestão e Filosofia / Philosophy of Management* (pp. 451-472). <https://www.jstor.org/stable/26509992>
- Barr, S., & Gilg, A. (2006). Sustainable lifestyles: Framing environmental action in and around the home. *Geoforum Journal*, 37(6), 906-920. <https://doi.org/10.1016/j.geoforum.2006.05.002>
- Banco Interamericano de Desarrollo (BID). (2018). *Informe de sostenibilidad*. <http://dx.doi.org/10.18235/0001639>
- Bonham-Carter, C. (2010). *Sustainable communities in the UK*. Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0219-1_10
- Bustillo Castillejo, M. C. (2011). El marketing social una respuesta del mundo mercantil al desarrollo sostenible. *Saber, Ciencia y Libertad*, 6(2), 169-176. <https://doi.org/10.18041/2382-3240/saber.2011v6n2.2504>
- Cabeza, L., Barreneche, C., Miro, L., Morera, J., Bartoli, E., & Fernández, I. (2013). Low carbon and low embodied energy materials in buildings: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 23, 536-542. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.03.017>
- Carrillo-Rojas, G., Andrade-Rodas, J., Barragán-Escandón, A., & Astudillo-Alemán, A. (2014). Impacto de programas de eficiencia energética eléctrica, estudio de caso: Empresas alimentarias en Cuenca, Ecuador. *DYNA*, 81(184), 41-48. <https://doi.org/10.15446/dyna.v81n184.40821>
- Fariña, T. J. (2002). Sostenibilidad y racionalidad de los procesos de urbanización. Textos sobre sostenibilidad. En *Ecología y ciudad: raíces de nuestros males y modos de tratarlos*. <https://oa.upm.es/56484/>
- Fernández, L., & Gutiérrez, M. (2012). Bienestar social, económico y ambiental para las presentes y futuras generaciones. *Información Tecnológica*, 24(2), 121-130 <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642013000200013>
- FIABCI. (2019). *Comisión de Legislación y Medio Ambiente de FIABCI Internacional*. <http://www.fiabcispain.com/>
- Hodson, M., & Marvin, S. (2010). Urbanism in the Anthropocene: Ecological urbanism or premium ecological enclaves? *Journal City*, 14(3), 298-313. <https://doi.org/10.1080/13604813.2010.482277>
- IDEAM. (2019). *Inventario Nacional y Departamental de Gases Efecto Invernadero – Colombia*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/023634/INGEI.pdf>
- Jackson, T. (2003). Sustainability and the 'Struggle for Existence': The Critical role of metaphor in society's metabolism. *Environmental Values*, 12(3), 289-316. <https://doi.org/10.3197/096327103129341333>
- Jensen, B. B. (2002). Knowledge, action and pro-environmental behavior. *Environmental Education Research*, 325-334. <https://doi.org/10.1080/13504620220145474>
- Khare, A. (2014). Antecedents to green buying behaviour: a study on consumers in an emerging economy. *Marketing Intelligence & Planning*, 33(3), 309-329. <https://doi.org/10.1108/MIP-05-2014-0083>
- Kraftl, P., & Adey, P. (2008). Architecture/affect/inhabitation: Geographies of being-in buildings. *Annals of the Association of American Geographers*, 98, 213-231. <https://doi.org/10.1080/00045600701734687>
- Lezama, J. L., & Domínguez, J. (2006). Medio ambiente y sustentabilidad urbana. *Papeles de población*, 12(49), 153-176. http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-74252006000300007&lng=es&tln=es
- Lorenzoni, I., Nicholson, S., & Whitmarsh, L. (2007). Barriers perceived to engaging with climate change among the UK public and their policy implications. *Global Environmental Change*, 17(3-4), 445-459. <https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2007.01.004>
- Lothenbach, B., Scrivener, K., & Hooton, R. (2011). Supplementary cementitious materials. *Cement and Concrete Research*, 41(12), 1244-1256. <https://doi.org/10.1016/j.cemconres.2010.12.001>
- Malone, K., & Tranter, P. (2003). *Out of bounds: Insights from children to support a cultural shift towards sustainable and child-friendly cities*. UNSW- Australian Defence Force Academy RMIT University. <https://apo.org.au/sites/default/files/resource-files/apo-nid309600.pdf>
- Marres, N. (2011). The costs of public involvement: Everyday devices of carbon accounting and the materialization of participation. *Economy and Society*, 40(4), 510-533. <https://doi.org/10.1080/03085147.2011.602294>
- Mejía, M. (2018). *Proyecto arquitectónico de viviendas colectivas, empleando el tapial como sistema constructivo en Chua Bajo, Huaraz* [Tesis pregrado]. Universidad San Pedro. <http://repositorio.usanpedro.edu.pe/handle/USANPEDRO/8376>
- Michael-Lee Johnstone, L. P. (2014). *Exploring the gap between consumers' green rhetoric and purchasing behavior*. Springer Science+Business Media, 311.
- Michel, N. (2016). Construcciones sostenibles: Incentivos para su desarrollo en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. *Cuaderno Urbano: espacio, cultura y sociedad*, 20(20), 119-138. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1853-36552016000100006&lng=es&tln=es
- Mohd Noor, A. M., Muhammad, A., Kassim, A., Muhammad Jamil, C. K., Mat, N., Mat, N., & Salleh, H.S. (2012). Creating green consumers: How environmental knowledge and environmental attitude lead to green purchase behaviour? *International Journal of Arts & Sciences*, 5(1), 55-71. <http://www.universitypublications.net/ijas/0501/html/GDE209.xml>
- Naciones Unidas. (1992). *Declaración de Río sobre el Medio Ambiente y el Desarrollo*. <https://www.un.org/spanish/esa/sustdev/agenda21/riodeclaration.htm>
- Ochoa, P. (2014). Estudio de caso: Diseño de viviendas ambientales de bajo costo, Cuenca (Ecuador). *Maskana Revista Científica*, 5(1). <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/5587>
- Perry, B., & May, T. (2010). Urban knowledge exchange: Devilish dichotomies and active intermediation. *International Journal of Knowledge-Base Development*, 1(1-2), 6-24. <https://doi.org/10.1504/IJKBD.2010.032583>
- Pilaj, H. (2015). The choice architecture of sustainable and responsible investment: Nudging investors toward ethical decision-making. *J Bus Ethics*, 140, 743-753. <https://doi.org/10.1007/s10551-015-2877-9>
- Quastel, N. (2009). Political ecologies of gentrification. *Urban Geography*, 30(7), 694-725. <https://doi.org/10.2747/0272-3638.30.7.694>

- Sarduy Domínguez, Y. (2007). El análisis de información y las investigaciones cuantitativa y cualitativa. *Revista Cubana de Salud Pública*, 33(3). http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-34662007000300020&lng=es&tlng=es.
- Schreiner, C., & Sjoberg, S. (2005). Empowered for action? How do Young people relate to environmental challenges? Beyond Cartesian Dualism. *Science & Technology Education Library*, 29, 53-68. https://doi.org/10.1007/1-4020-3808-9_5
- Seyfang, G. (2010). Community action for sustainable housing: Building a low-carbon future. *Energy Policy*, 38(12), 7624-7633. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2009.10.027>
- Siemens. (2009). *The green city index*. <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/api/uuid:cf26889b-3254-4dcb-bc50-fef7e99cb3c7/gci-report-summary.pdf>
- Winter, A. (2018). The green city citizen: Exploring the ambiguities of sustainable lifestyles in Copenhagen. *Environmental Policy and Governance*, 29(1), 14-22. <https://doi.org/10.1002/eet.1837>
- World Green Business Council (WGBC). (2020). *The business case for green building: A review of the costs and benefits for developers, investors and occupants*. <https://www.worldgbc.org/news-media/business-case-green-building-review-costs-and-benefits-developers-investors-and-occupants>
- Yang, C. H., Wang, C., & Chen, J. M. (2016). Fusion of "Naadam" and Multiculture from the Perspective of AGIL Paradigm: Taking Fuxin Mongolian Autonomous Country as an example. *Journal of Shenyang Sport University*, 35(3), 131-135. https://group.skanska.com/4af531/siteassets/sustainability/reporting-publications/reports-on-green-building/business_case_for_green_building_report_web_2013-03-13.pdf

El diseño de rampa en la arquitectura de Vilanova Artigas

Ramp design in the architecture of Vilanova Artigas

Ana Tagliari

University of Campinas. Campinas (Brasil)
School of Civil Engineering, Architecture and Urban Design
Arquiteta e Urbanista, Universidade Mackenzie, São Paulo (Brasil)
Máster en Arte. Universidad de Campinas. Campinas (Brasil)
Doctor en Arquitectura. Universidad de São Paulo. São Paulo (Brasil)
Post-Doctor en Arquitectura. Universidade Mackenzie, São Paulo (Brasil)

 <https://scholar.google.com.br/citations?user=rtZTCqUAAAAJ&hl=pt-BR>

 anatagli@unicamp.br / tagliari.ana@gmail.com

Wilson Florio

University of Campinas. Campinas (Brasil)
School of Civil Engineering, Architecture and Urban Design
Arts Institute
Arquiteto, Universidade Mackenzie. São Paulo (Brasil)
Máster en Arquitectura. Universidade Mackenzie. São Paulo (Brasil)
Doctor en Arquitectura. Universidad de São Paulo, São Paulo (Brasil)

 <https://scholar.google.com.br/citations?user=OxQwbFEAAAAJ&hl=pt-BR>

 <https://orcid.org/0000-0002-6940-8341>

 wflorio@unicamp.br / wilsonflorio@gmail.com

Resumen

Vilanova Artigas diseñó muchos edificios con rampas. Así, surgió la pregunta: *¿Cuál es el papel de la rampa en las estrategias de proyecto del arquitecto?* Para identificar los conceptos fundamentales que orientaron las acciones del arquitecto, los criterios para seleccionar el objeto de estudio fueron: proyectos con rampas producidos entre las décadas de 1940 y 1980. En la primera fase se estudiaron los proyectos y los textos escritos por el arquitecto. En la segunda, los proyectos fueron analizados gráficamente. En la tercera, se identificaron los conceptos y se realizó la clasificación. Los procedimientos de análisis fueron el rediseño, los cortes de los edificios, el realce de la rampa y la elaboración de diagramas. La clasificación se hizo mediante tablas comparativas. Los resultados muestran que las rampas contribuyeron a definir la organización del programa para la creación de un espacio único, fluido y continuo, que represente la continuidad visual y espacial de la arquitectura moderna.

Palabras clave: diagrama; estrategia; espacios de circulación; programa de arquitectura; proyecto no construido

Abstract

Vilanova Artigas designed many buildings with ramps. Thus, the question arose: *What is the role of the ramp in the architect's design strategies?* In order to identify the fundamental concepts that guided the architect's actions, the criteria for selecting the object of study were projects with ramps produced between the 1940s and 1980s. In the first phase, the projects and texts written by the architect were studied. In the second, the projects were analyzed graphically. In the third, the concepts were identified, and the classification was performed. The analysis procedures were redesign, building cuts, ramp enhancement, and diagramming. The classification was done using comparison tables. The results show that the ramps contributed to defining the organization of the architectural program for the creation of a unique, fluid, and continuous space, representing the visual and spatial continuity of modern architecture.

Keywords: architectural program, circulation spaces, design strategy diagram; unbuilt project

Introducción

La rampa puede considerarse un elemento que materializa conceptos modernos en arquitectura. Un plano inclinado que crea continuidad espacial y visual.

Le Corbusier dijo: “[...] on monte insensiblement par une rampe, ce qui est une sensation totalement différente de celle donnée par un escalier formé de marches. Un escalier sépare un étage d’un autre: une rampe relie” (Le Corbusier, 1964, p. 25). En el contexto moderno, podemos decir que la arquitectura *corbusiana* es constituida por un conjunto de propuestas implícitas en sus teorías y sus prácticas. La adopción de la rampa como elemento de circulación vertical y la *promenade architecturale* fue un importante concepto introducido por el arquitecto que inspiró a generaciones de arquitectos modernos y contemporáneos, así como debates y propuestas innovadoras en el campo de la arquitectura. Elementos que materializan las metáforas del movimiento como rampas, escaleras y pasarelas, con referencias a barcos y automóviles, celebran la vida moderna (Curtis, 1986, p. 74). La historiografía reiteró el elemento *rampa* como esencial en el escenario arquitectónico brasileño. En cada proyecto, el diseño de rampas es diverso y único. Los arquitectos diseñan la configuración geométrica y formal y la ubicación de las rampas basándose en su concepto, vinculado al problema que presenta el programa, el partido, el lenguaje y los condicionantes del proyecto en cuestión.

El presente estudio focaliza en el diseño de rampas en la obra de Vilanova Artigas, para explorar las estrategias de proyecto, y relacionando la teoría con el proyecto. Cabe notar que las rampas en la arquitectura de Artigas no solo cumplen un aspecto funcional del proyecto, sino que también presentan una organización del programa de necesidades, un espacio que promueve encuentros y la convivencia.

Entre las estrategias utilizadas por Artigas destacamos: la organización del programa de necesidades en niveles medios; definir la estructura como la arquitectura; iluminación cenital; configuración del patio interior; la adopción de rampas. Estos conceptos de su discurso teórico se han implementado en su obra a través de nuevas posibilidades constructivas; sobre todo, con el uso de hormigón armado, una técnica moderna.

En su arquitectura, las estrategias para la ubicación, la geometría, la forma y la función de las rampas son clave para la concreción de sus propuestas, como la creación de espacio continuo, sin interrupciones, que promueve la convivencia. Se observan diferentes formas de uso de rampas en edificios públicos y privados, en diferentes partidos, entre entornos en niveles medios, lo que resulta en espacios interiores dinámicos, así como en recorridos y visuales variados.

Ante la cantidad de proyectos con rampas y la singular manera de adoptar este elemento, se planteó una pregunta: *¿Cuál es el rol de la rampa en la arquitectura de Artigas?* Tal aspecto no despertó el interés de los investigadores en la arquitectura de Vilanova Artigas; un vacío que necesita el análisis, la discusión y el reconocimiento en la obra de este importante arquitecto.

El presente texto es el resultado de la investigación sobre el elemento *rampa* en la arquitectura moderna. La investigación se centra en las rampas como elemento que mate-

rializa los conceptos modernos en la obra de Vilanova Artigas, no solo como un elemento de circulación vertical, ni restringido a cuestiones de accesibilidad, para analizar la relación entre teoría y proyecto arquitectónico; para ello, fueron fundamentales los textos escritos por el arquitecto para la correcta correspondencia entre concepto y materialización. Se parte del supuesto de que cada arquitecto diseñó las rampas desde sus respectivas teorías y sus propios conceptos, de diferentes formas, pero coinciden en que este elemento es la materialización de conceptos modernos en la arquitectura.

Metodología

El enfoque está en resaltar el papel de la rampa en la arquitectura de Artigas, con el fin de relacionar la teoría, el proyecto y sus estrategias. La investigación exploratoria se organiza en etapas y procedimientos: 1) revisión bibliográfica y lectura de textos sobre arquitectura moderna, y sobre Vilanova Artigas y sus principales críticos; textos de análisis de proyectos. 2) Lectura de artículos y libros escritos por Artigas; extracción de conceptos presentes en los textos objeto de estudio; creación de un diagrama de síntesis de estos conceptos. 3) Recopilación de información sobre los proyectos, a partir de libros y publicaciones de importantes críticos, además de sus propios escritos. 4) Recopilación de datos iconográficos sobre las obras y los proyectos seleccionados de fuentes fiables y archivos oficiales. 5) Visitas a los edificios construidos seleccionados. 6) Interpretación del diseño de las rampas, en la forma y en el espacio proyectados, relacionando teoría y proyecto. 7) Análisis de los proyectos a través de dibujos y modelos. 8) Reflexión y discusión sobre los resultados obtenidos. El análisis por dibujos se basa en los siguientes criterios: implantación; ubicación de la rampa; sectores de comunicación; visuales ofrecidas desde el recorrido por la rampa, y secuencia de acceso-circulación-conexión.

El trabajo se organiza en cinco apartados: Rampas en la arquitectura moderna; Concepto, Hormigón y rampas en la obra de Artigas; Rampas en la arquitectura de Vilanova Artigas; Proyectos y obras con rampas; Discusión y consideraciones finales.

Rampas en la arquitectura moderna

Las grandes innovaciones de la arquitectura en el siglo XX han sido en la concepción de espacios amplios, integrados y fluidos, así como en la estructura y en nuevos materiales. En este marco, la libre circulación en espacios se ha convertido en uno de los aspectos más explorados por los arquitectos modernos. Por ello, estos profesionales trabajaban con, al menos, tres nociones fundamentales: espacio, tiempo y movimiento.

Entre las innovaciones que caracterizan al periodo de la arquitectura moderna, es fundamental el concepto *recorrido* para interpretar los significados de los espacios y sus conexiones. Hay diferentes enfoques del tema recorrido en el espacio, desde la composición clásica de la enseñanza de *Beaux-Arts* en el periodo moderno, até la arquitectura posmoderna y contemporánea (Tagliari, 2018, p. 4). En este sentido, las rampas son uno de los elementos de la arquitectura que concretizan dicho concepto.

Dado que se trata de la temporalización del espacio, que se considera la cuarta dimensión (Zevi, 1994, p. 15), la idea



de recorrido, movimiento y circulación, como nociones estructurantes de espacios y formas, es tradicionalmente moderna. Las rampas establecen la idea de movimiento lineal en el espacio, con desplazamiento diagonal en el edificio; además, brindan una calidad temporal al acto de caminar y proporcionan una dimensión vertical al edificio agregando calidad temporal al acto de trasladarse por el espacio.

Las rampas constan de elementos arquitectónicos en edificios de arquitectura moderna y se presentan con diferentes características que incluyen aspectos escultóricos o funcionales, así como diluir varias funciones en un mismo espacio, como la circulación, para el encuentro y la convivencia.

A finales del siglo XIX se empezó a utilizar nuevos materiales de construcción, como el hormigón armado, y esto posibilitó que las rampas aportaran a la realización de lo ideal del espacio moderno: continuo, fluido y sin interrupciones físicas y visuales.

En su obra *Arquitectura Moderna*, Vincent Scully (2002) apunta que la *continuidad espacial y visual* es una característica significativa de la arquitectura moderna. De esta manera, las rampas, como elementos arquitectónicos, contribuyen a la concreción de dicho concepto.

En su libro *El Lenguaje Moderno de la Arquitectura*, Bruno Zevi (1984) considera entre sus siete invariantes de la arquitectura moderna la *continuidad espacial y visual*, y la *importancia del recorrido para la lectura y la apreciación de espacios y formas*; es decir, la *temporalidad de la arquitectura*, la conocida *cuarta dimensión* del espacio.

Las renombradas obras de importantes arquitectos modernos han adoptado rampas. Entre los ejemplos en los cuales las rampas se han convertido en el elemento más notorio se destacan: la Villa La Roche (1925), por Le Corbusier; el Palácio das Indústrias, en el Parque Ibirapuera (1951), por Oscar Niemeyer, o el Museo Guggenheim, de Nueva York (1943-1959), por Frank Lloyd Wright.

Las rampas definen en muchos casos la arquitectura, su partido, y no podrían ser reemplazadas por otro tipo de elemento de circulación vertical, como escaleras o ascensores, ya que operan en la forma y en el espacio, de una manera muy particular, con el concepto que se ha adoptado. Son algunos ejemplos de ello el edificio de la Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAUUSP) (1961), por Vilanova Artigas y Carlos Cascaldi; el Carpenter Center for the Visual Arts (1961-64), por Le Corbusier, y el Centro Cultural São Paulo (1976), por Luiz Telles y Eurico Prado Lopes.

En la década de 1920, Le Corbusier ya había propuesto rampas en sus proyectos Villa Meyer y La Roche. En la década de 1930, la adopción de rampas también apareció en los dibujos de Lúcio Costa. Una de las primeras rampas más destacadas de arquitectos brasileños fue la rampa

Figura 1. Rampas en edificios diseñados por arriba, izquierda: Frank Lloyd Wright, arriba, derecha: Le Corbusier; abajo, izquierda: Vilanova Artigas y abajo, derecha: Oscar Niemeyer.

Fuente: elaboración propia (2019).

diseñada por Oscar Niemeyer para el Pabellón Brasileño, para la Exposición Universal de 1939, en Nueva York.

Por otra parte, en el caso de Wright el arquitecto tuvo una forma muy particular de diseñar las rampas en sus proyectos (Tagliari & Florio, 2019). La *arquitectura orgánica* de Wright previó un proyecto único e integrado, donde el espacio es configurado por elementos unificados que actúan en conjunto, y nunca separados. En el caso de Le Corbusier, la rampa en cada proyecto se ha diseñado de manera más libre e individual, y puede ser curva, recta, suelta en el espacio, cerrada o abierta, y apoyada contra la pared. Respecto a la obra de Oscar Niemeyer, la forma de las rampas cumple un carácter más escultórico y libre, como se muestra en la figura 1 siguiendo sus preceptos conceptuales de plasticidad del hormigón (Florio & Tagliari, 2021).

Por su parte, el diseño de rampas en la arquitectura de Artigas es predominantemente recto, y se abre en un espacio más amplio —por lo general, con doble altura—, y va más allá de la función de circulación incorporándose a otro ambiente, que también promueve la interacción, el encuentro y la convivencia (Tagliari, 2012, p. 391). Las rampas en los proyectos de Artigas suelen ser en forma de U, incluidas en un espacio amplio e integrado, y promueven visuales desde diferentes ángulos.

Por tanto, las rampas en las obras de los mencionados arquitectos son, de hecho, un elemento clave que materializa los conceptos modernos y actúan de forma fundamental en la organización del programa de necesidades. Sin embargo, cada arquitecto define un diseño de rampa basado en conceptos que subyacen a su propia arquitectura.

Resultados

Concepto, hormigón y rampas en la obra de Artigas

João Batista Vilanova Artigas (1915-1985) fue uno de los arquitectos brasileños más importantes e influyentes del siglo XX. La relevancia de su obra no se limita solo a su arquitectura, sino que abarca sus escritos y sus enseñanzas que han contribuido a la formación de la arquitectura paulista y brasileña. Artigas, arquitecto, profesor e intelectual, dejó importantes proyectos y obras que constituyen una parte significativa de la cultura brasileña, y renovó conceptos que hasta entonces estaban ligados al pasado colonial y provincial de São Paulo.

Como una importante etapa en la metodología de esta investigación, la lectura de textos escritos por Artigas, como



La función social del arquitecto y Caminos de la arquitectura moderna, permitió comprender mejor su pensamiento sobre la arquitectura. Con base en esto y en el análisis de su obra arquitectónica, se identificaron conceptos importantes, presentes tanto en el discurso teórico como en la práctica del proyecto:

- Búsqueda de nuevas y variadas formas y soluciones técnicas, y consecuentemente, nuevos rumbos.
- Experimentación científica, técnica y artística.
- Carácter innovador en el ámbito de la técnica y la ciencia; sobre todo, en la exploración del hormigón armado como la estructura definidora de la arquitectura.
- Espíritu nacionalista de creación, desarrollo y fortalecimiento de una identidad para la auténtica arquitectura paulista.
- Espacios humanos que promueven encuentros y la convivencia, y que fortalecen el carácter colectivo y social.

Estos conceptos y estas premisas fueron implementados a través de nuevas posibilidades de construcción; especialmente, el hormigón armado. De acuerdo con Yves Bruand (2008),

Al abandonar en definitiva la sumisión a la naturaleza que le había marcado su primera fase, optó decididamente por materiales modernos, como la estructura independiente con hormigón armado. (p. 296)

En los textos de Artigas es evidente la postura del arquitecto respecto a la arquitectura, la construcción y la técnica.

En el texto *Arquitectura y Desarrollo Nacional*, Artigas (1981, p. 137) comenta su formación en la escuela de ingeniería, y destaca que los arquitectos son inicialmente constructores. Enfatiza, además, que los profesionales de la arquitectura no solo deben construir edificios funcionales y técnicos, sino que deben basar la construcción en la sensibilidad humana.

La obra de Artigas puede considerarse una manifestación de su postura en la sociedad de su tiempo. El uso de nuevos materiales y técnicas constructivas fueron clave para reemplazar el lenguaje de su arquitectura. Las rampas son elementos de circulación vertical —sobre todo, adoptadas en la arquitectura moderna—, que proporcionan un espacio fluido y continuo, visual y formal. Además del cambio constructivo, también buscaba transformar la agencia del programa y los espacios. Para Artigas, las modificaciones en la sociedad pasaban a requerir una nueva postura por parte de arquitectos y artistas. A lo largo de su carrera, el arquitecto propuso cambios en la organización del programa, así como en la sectorización, la circulación y la conexión entre espacios.

Desde mediados de la década de 1940, el proyecto de viviendas de Artigas adquirió un nuevo lenguaje, como lo señalan importantes autores (Bruand, 2008; Zein, 1984), en que la referencia más observada es la de Le Corbusier.



Figura 2. Fotos de rampas en edificios diseñados por Vilanova Artigas. Fuente: elaboración propia (2020).

Es importante resaltar que la adopción de rampas por parte del arquitecto no está relacionada con el debate actual sobre accesibilidad, sino con la realización de algunos ideales que pretendía la arquitectura moderna, como la continuidad espacial y visual y la importancia del recorrido para leer la arquitectura, como lo señalaron Bruno Zevi (1984) y Vincent Scully (2002).

Rampas en la arquitectura de Vilanova Artigas

A lo largo de 50 años de actividad profesional, Vilanova Artigas concibió proyectos con diferentes finalidades en los ámbitos público y privado, como hogares, clubes, escuelas y sindicatos, entre otros. En búsquedas sobre las obras arquitectónicas de este arquitecto, se encontraron más de 60 proyectos, entre construidos —como se muestra en la figura 2— o no terminados, con la adopción de rampas. Este expresivo número permite inferir la importancia de las rampas en su arquitectura como un elemento de circulación y una forma de materializar los conceptos.

La circulación, el movimiento y los recorridos por los espacios son aspectos importantes y presentan conceptos actuales relacionados con la arquitectura moderna. En la arquitectura de Artigas, la adopción de rampas en edificios públicos da continuidad al recorrido y al espacio público, sin interrupciones ni límites rígidos. Las estrategias para la ubicación de las rampas son clave para concretar las propuestas del arquitecto, como la creación de espacio continuo, sin interrupciones, que promueve la convivencia.

Se observan diferentes formas de uso de rampas en edificios públicos y privados, en diferentes partidos, entre ambientes en niveles medios, lo que resulta en espacios interiores dinámicos, así como en visuales y recorridos variados. Aun en el espacio urbano, adoptó rampas en sus proyectos de pasarelas como un elemento de circulación vertical para acceder a la pasarela, con diferentes diseños (Tagliari & Florio, 2019).

Se registra la adopción de rampas en la obra de Artigas desde 1945, como el hospital São Lucas (Curitiba, 1945), el edificio Louveira (São Paulo, 1946), la casa Heitor de Almeida (Santos, 1949) y la casa Czapski (São Paulo, 1949), que inauguran este peculiar modo de Artigas de organización del programa. Kenneth Frampton (2010) había señalado recientemente: “[...] An entry ramp combined

with piloti would also determine the sectional profile of his Czapski House, erected in 1949” (p. 5).

A lo largo de las décadas de 1950 y 1960, se diseñó y se construyó una expresiva cantidad de edificios con rampas. El arquitecto desarrolló su propio método de apropiación de este elemento como un espacio articulador y de organización del programa de necesidades. Se constató que la rampa enriquece y configura el espacio tanto para quienes la aprecian como para quienes la recorren. En este contexto, Artigas ha creado espacios continuos, donde organiza los ambientes en niveles medios, interconectados por rampas, como planos de circulación continua, además de configurar otro ambiente.

La rampa del hospital São Lucas (1945) se inserta en un volumen cerrado uniendo dos bloques que forman un patio entre ellos. En el edificio Louveira (1946), los dos edificios están conectados por una rampa exterior curvilínea, de delicada expresión plástica. Como lo observó João Masao Kamita (2000, p. 14), “La conexión entre los bloques y el patio ajardinado se realiza a través de una rampa sinuosa que acentúa aún más la implicación entre los espacios”. En la casa Heitor de Almeida (1949), una de las primeras que se construyó con rampa, este elemento de circulación se ubica en un espacio abierto, de doble altura, protegido por una sola cubierta.

En la arquitectura de Artigas se puede observar la importancia del sistema de circulación como esencia en la definición y la estructuración del partido arquitectónico. Los elementos de circulación son muy importantes, y actúan como un espacio de convivencia. Artigas desarrolló muchos proyectos para instituciones; algunos, muy conocidos, como el edificio de la FAUUSP, que cuenta con rampas. Al ser un ambiente escolar, los espacios de convivencia son muy importantes, como bien afirma el arquitecto holandés Herman Hertzberger.

En los proyectos analizados se observó que la adopción de rampas no solo está relacionada con el aspecto funcional de circulación, sino que ellas son parte del programa, estruc-

turan y organizan de manera continua los ambientes. Las rampas también actúan como un espacio de convivencia, y contribuyen a este en su recorrido y sus visuales.

A continuación se muestran los análisis de proyectos, organizados según el programa: vivienda, educativo y otros.

El análisis por dibujos se basa en los siguientes criterios: Implantación; Ubicación de la rampa; Sectores de comunicación; Visuales ofrecidas desde el recorrido por la rampa, y Secuencia de acceso-circulación-conexión. El enfoque está en resaltar el papel de la rampa en la arquitectura de Artigas, con el fin de relacionar la teoría, el proyecto y sus estrategias.

Proyectos y obras con rampas

Viviendas

La obra de Artigas abarca varios proyectos de viviendas construidas o no terminadas con la adopción de rampas. Los primeros proyectos son la casa Heitor de Almeida (Santos, 1949), la casa Czapski (São Paulo, 1949) y el proyecto no construido de la casa Matarazzo (São Paulo, 1949). El edificio Louveira (1947), para vivienda plurifamiliar, tiene una rampa sinuosa que conecta los dos edificios. Una solución plástica y geométrica diferente de otros edificios, como se muestra en la figura 3.

Entre los 44 proyectos de viviendas no construidas consideradas en este análisis, 39 se encuentran en el estado de São Paulo, y 5, en los demás estados; del total, 23 de ellas disponen de rampas como circulación vertical principal. Entre los proyectos de viviendas construidas se identificaron 20 con rampas.

En lotes urbanos —especialmente, en la ciudad de São Paulo— se observa que la adopción de rampas no solo está relacionada con el aspecto funcional de circulación, pues, además de ser parte del programa, contribuyen a la definición del partido arquitectónico organizando los entornos de forma continua y fluida. Además, las rampas actúan aun

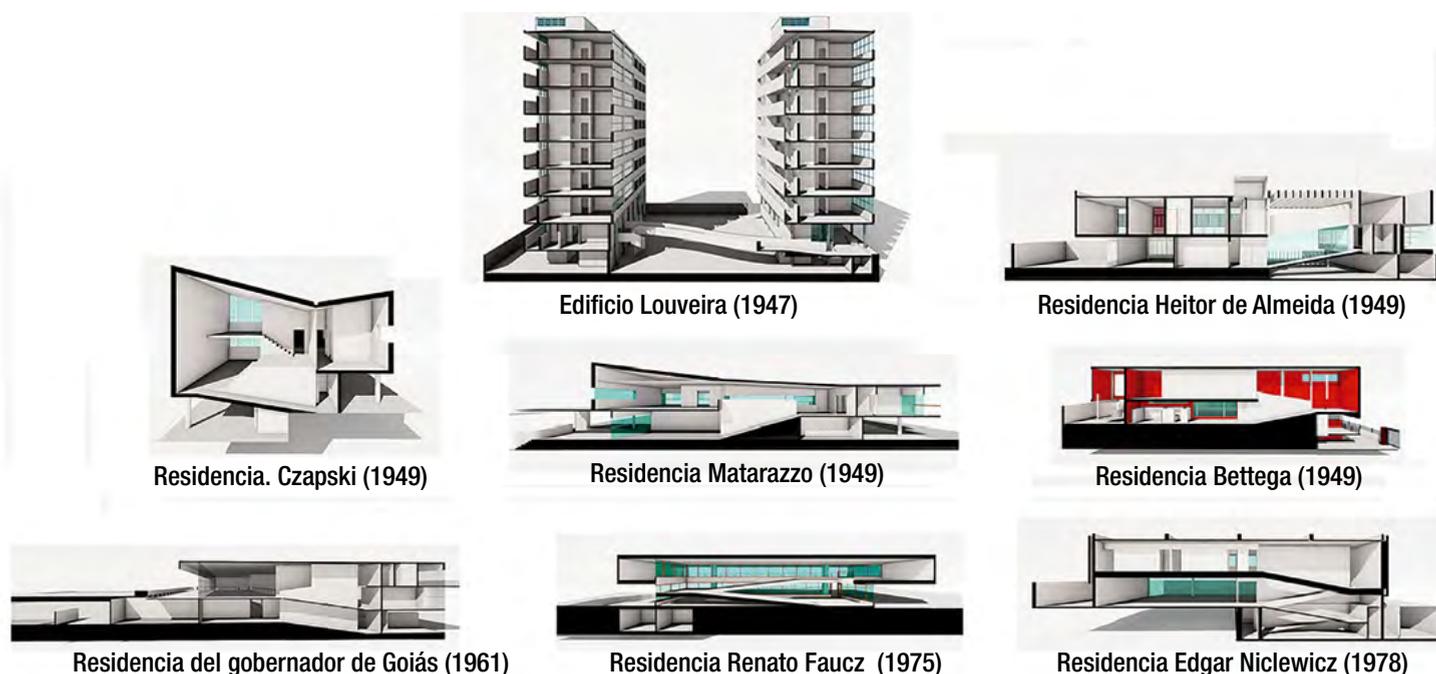


Figura 3. Cortes en perspectiva de los modelos digitales 3D, que muestran las rampas en los proyectos de Artigas.

Fuente: elaboración propia (2020).

como un espacio social, de encuentros y convivencia, y por tanto, contribuyen, de forma precisa e innovadora, a la definición de recorridos y campos visuales.

Más allá del estado de São Paulo, el proyecto no construido de la casa oficial del gobernador de Goiás, en Goiânia (1961), estimaba la adopción de rampas, así como el de la casa Renato Faucz, en Curitiba (1975). En el Estado de Paraná, la casa Edgard Niclewicz (1978) cuenta con rampas rectas, ubicadas en el patio interno, con iluminación cenital.

Entre las casas construidas en la ciudad de São Paulo en la década de 1950, se encuentran: la casa de Augusto Gomes de Mattos (1950), ubicada en el barrio de Ibirapuera; la de Geraldo D'Estefani (1950), en el barrio Vila Clementino; la de Oduvaldo Viana (1951), en el barrio Sumaré; la de José Mario Taques Bittencourt II (1959), en el barrio Sumaré, y de Léo Pereira Lemos Nogueira (1959), ubicada en el barrio Ibirapuera. Todas cuentan con una organización del programa en cuatro pisos en niveles medios, interconec-

tados por rampas rectas. Entre las no construidas, destacamos la residencia José David Vicente (Campinas, 1959).

Entre los proyectos de casas construidas en la década de 1960, la casa Manoel Antônio Mendes André (1966), ubicada en el barrio Vila Mariana, presenta la organización del programa en tres pisos, interconectados por rampas que se desprenden del espacio central de la casa, en un volumen único. La casa de Gilberto Krutman (1968), en un lote estrecho y largo, típicamente urbano, en São Paulo, presenta la organización del programa en cuatro pisos interconectados por rampas. En las casas de Telmo Fernandes de Aragão Porto (1968), ubicada en el barrio Perdizes, y de Ariosto Martirani (1968), ubicada en el barrio Alto de Pinheiros, el programa se distribuye en cuatro pisos interconectados por rampas. Los proyectos sin construir de las residencias Villaboim (1966), Vieitas Neto (1968), Bernardes (1969), Cury (1969) y Abud (1969) cuentan con rampas como elemento principal de circulación vertical, como se muestra en la figura 4.

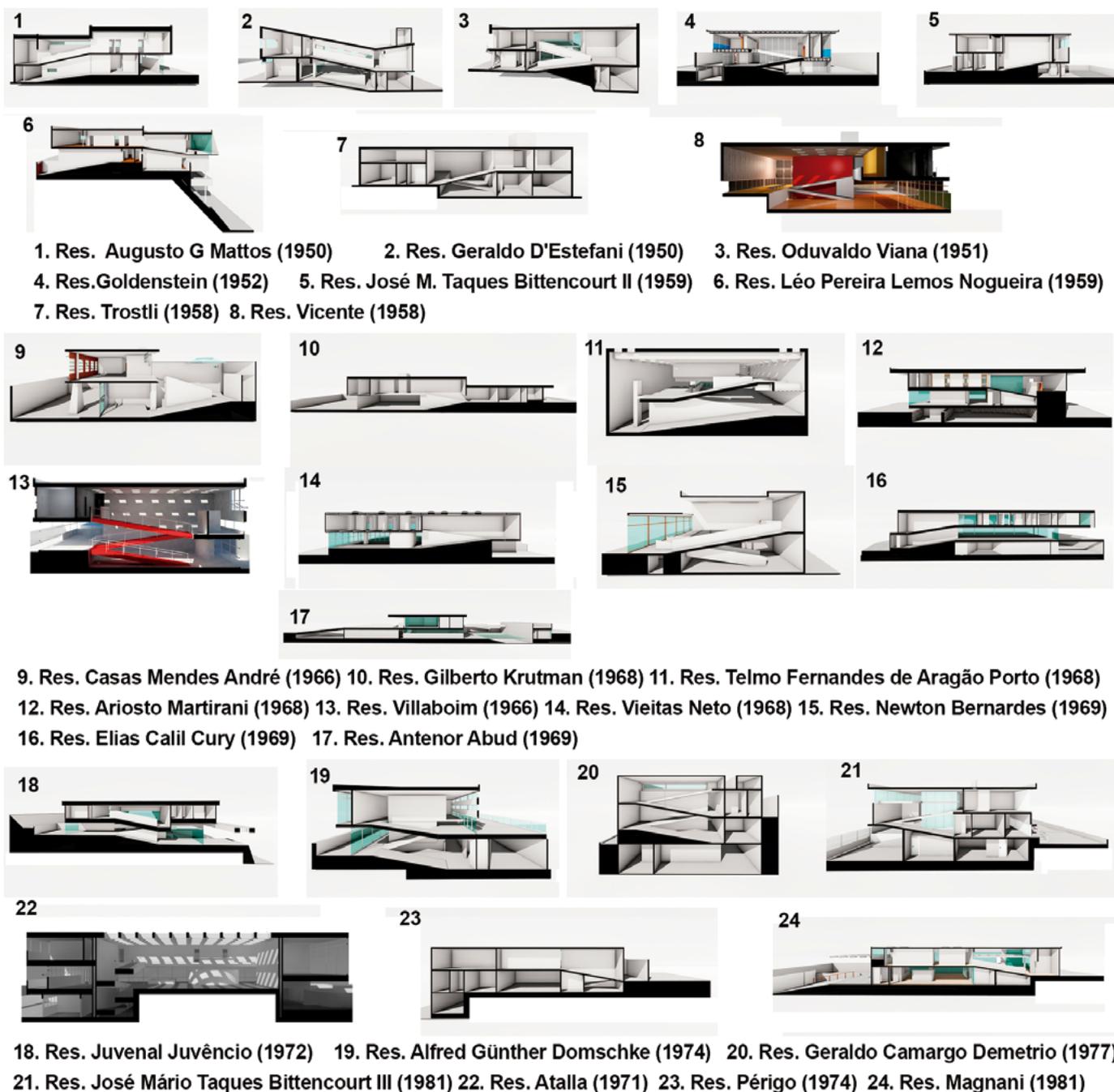


Figura 4. Imágenes 1 a 8: cortes 3D que muestran las rampas en proyectos de la década de 1950. Imágenes 9 a 17: cortes de proyectos en la década de 1960. Imágenes 18 a 24: cortes de proyectos de las décadas de 1970 y 1980.

Fuente: elaboración propia (2020).

En las décadas de 1970 y 1980, aún en la ciudad de São Paulo, las casas construidas de Juvenal Juvêncio (1972), en el barrio Morumbi; de Alfred Günther Domschke (1974), en el barrio Alto da Boa Vista; de Geraldo Camargo Demétrio (1977), en el barrio Sumaré, y de José Mário Taques Bittencourt III (1981), también en Sumaré, disponen de rampas rectas.

Las rampas abiertas presentes en amplios espacios, como el patio interior, proporcionan un recorrido dinámico que despierta sensaciones agradables; es decir, un recorrido arquitectónico con distintas visuales que brindan una lectura del espacio durante su recorrido, tal como ocurre en los proyectos construidos Trostli (1958), José David Vicente (1959), Villaboim (1966), Atalla (1971) y Faucz (1975).

Es posible observar rampas abiertas en el espacio en el proyecto de la casa de Vieitas Neto 2 (1969), con la función de circulación vertical, además de que organizan los ambientes del sector social.

En el caso de las casas de Goldenstein (1952-72) y Magnani (1981) —ambas, con patio interior—, el recorrido de las rampas, ubicadas en el patio extendido, descubierto, proporciona una lectura del espacio, una continuidad visual, pero más restringida por su campo visual.

La casa de Matarazzo (1949) incorpora soluciones recurrentes en el decenio de 1940, como la cubierta invertida. Las rampas interconectan los sectores de la casa, que forman un plano en H, similar al proyecto del hospital São Lucas (1945).

Por tanto, las rampas se ubican en un volumen destinado únicamente a la circulación vertical, creando un recorrido lineal, y no participan del espacio interior, como ocurre en las casas de Trostli, Vicente, Villaboim y Atalla. Esto también ocurre en las casas de Benvenuti (1959), del gobernador de Goiás (1961), de Vieitas Neto (1969), de Elias Calil Cury (1969), de Waldemar Cordeiro (1970) y de Périgo (1974), donde las rampas se ubican en espacios cerrados a los lados. Esta forma de ubicación de las rampas crea un recorrido dirigido y fluido, sin visuales para el espacio de la propia casa.

Uno de los proyectos que cuentan con rampas prácticamente cerradas y aisladas del conjunto, en un volumen secundario del principal de la casa, es la casa de Antonio Salim Curiati (1978). Aunque las rampas de esta casa se encuentran perpendiculares a la calle creando flujos continuos, hacen parte del volumen de circulación, y no establecen relación con la calle ni diálogo visual directo con los espacios internos de la casa.

La casa de Antenor Mansur Abud (1969) es la única que adopta rampas externas, las cuales crean plásticamente espacios continuos y sin interrupciones con el entorno y la forma exterior. Entre los proyectos construidos, la casa de Rubens de Mendonça (1958), conocida como 'La Casa dos Triângulos' (casa de los triángulos), dispone de rampas externas que interconectan el garaje y el acceso social, así como la casa de Bittencourt III (1981).

La inserción de rampas perpendiculares a la calle proporciona flujos continuos desde el acceso de la calle hasta la circulación vertical, en un espacio fluido y sin interrupciones. Esta ubicación, en algunos casos, se produce debido al diseño del lote, como en las casas de Goldenstein (1952-72), Benvenuti (1959) y Magnani (1981).

La ubicación de las rampas paralelas a la calle aún está relacionada con el diseño del lote. Por un lado, las rampas crean una interrupción del flujo calle-acceso-circulación; por otro, aportan calidad visual para el espacio del proyecto, lo cual permite que sea apreciada como un objeto escultórico que enriquece el espacio interior y la fachada, como, por ejemplo, la casa de Villaboim (1966). La pausa en el flujo de circulación le permite al usuario detenerse, observar y disfrutar del espacio y del camino por la rampa a lo largo de su recorrido, como en los proyectos de las casas de Trostli (1958), Vicente (1959) y Newton Bernardes (1969).

Entre las casas construidas, se destaca la de Heitor de Almeida (1949), que presenta una organización del programa en niveles medios conectados por rampas, ubicadas en un patio interior descubierto, y que interconectan los pisos, de forma similar a la del proyecto de la casa no construida de Magnani (1981). El intervalo de 32 años (1949-1981) permite evidenciar que la obra de Artigas no es lineal, sino una experimentación y una reanudación de partidos y tipos. Lo anterior puede constatarse en el proyecto no construido de la casa de Goldenstein (1952-72).

La casa construida de D'Estefani (1951) presenta algo similar, con plano en U. Las rampas interconectan los sectores de la casa, con pisos organizados en niveles medios.

Los proyectos no construidos de las casas de Trostli (1958), Vicente (1959), Villaboim (1966) y Atalla (1971), con rampas ubicadas en el patio interior, que participan en el espacio y la organización del programa, tienen similitudes proyectuales con el de la casa construida de Taques Bittencourt II (1959). El patio interior de la casa Bittencourt II está descubierto, a diferencia de los proyectos no construidos; sin embargo, estos proyectos comparten similitudes de partido.

Ante ello, es posible afirmar que el arquitecto aplicó diferentes estrategias para la adopción y la ubicación de las rampas, a fin de concretar sus propósitos, como la creación de un espacio continuo, sin interrupciones, que promueve la convivencia.

Aunque Artigas conocía la arquitectura de Le Corbusier y Niemeyer, las rampas que propone no siguen las mismas geometrías, ni las mismas articulaciones espaciales ni los recorridos presentes en las obras de sus contemporáneos. Artigas propone rampas que conectan espacios y visuales, donde la circulación del sector íntimo es abierta, sin obstrucciones de muros, y que giran hacia la doble altura. Hay una continuidad espacial y visual.

Entre sus distintas formas de abordar el uso de las rampas, este arquitecto llega a diferentes actores y agencias del programa conectando ambientes en niveles medios y, por tanto, generando espacios internos dinámicos y recorridos variados. Este hallazgo confirma la afirmación de que Artigas no tenía una única forma de resolver sus proyectos de casas. Además, las rampas actúan como un espacio que favorece la convivencia y contribuye a la socialización de los espacios de la casa.

Los proyectos analizados permiten observar que Artigas adoptó en los proyectos de la década de 1940 la cobertura invertida, donde las rampas se ubican en un entorno intermedio, configurando, en algunos casos, el patio descubierto. Fue a partir de la década de 1950 cuando adoptó un monovolumen y rampas ubicadas en el centro del piso, con o sin patio. En general, la adopción de rampas estuvo

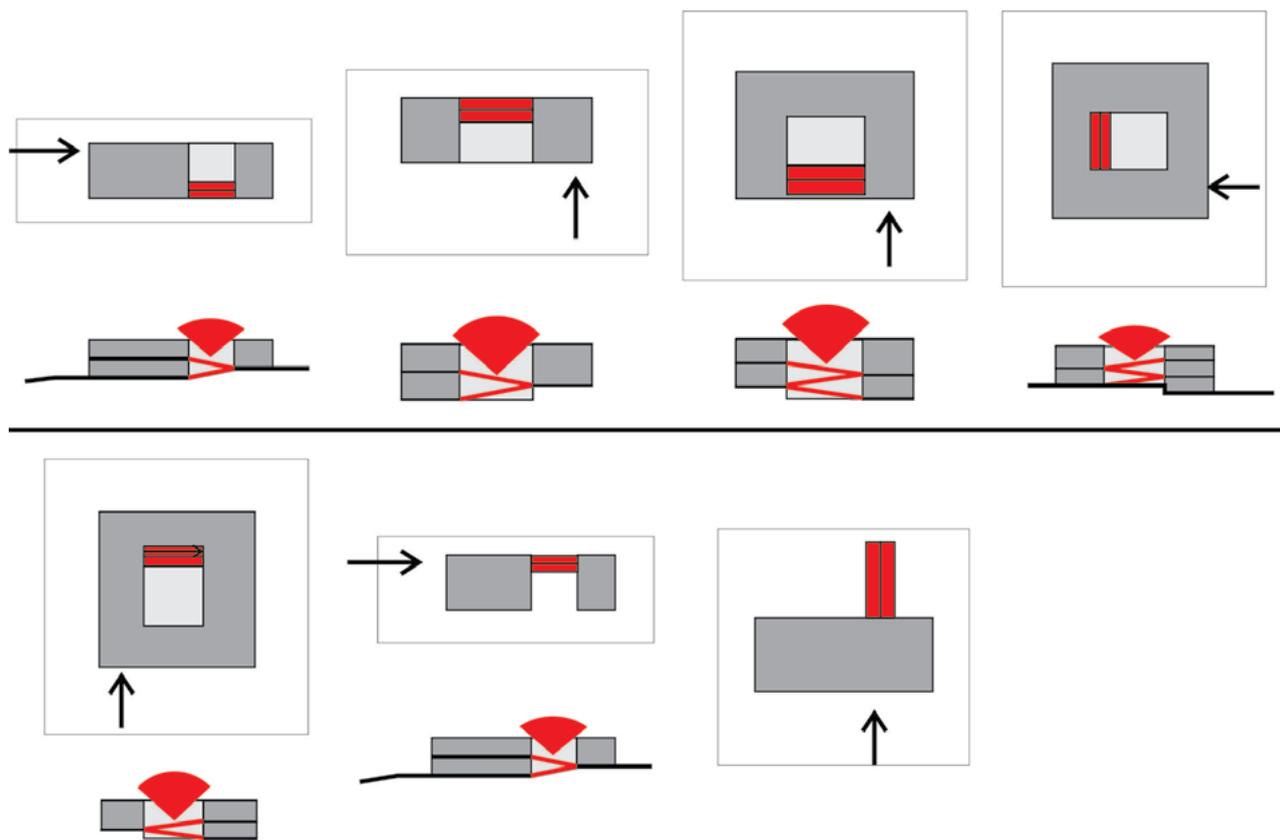


Figura 5. Diagramas que revelan los principales tipos de planos de vivienda con la ubicación de rampas y accesos.

Fuente: elaboración propia (2018).

Nota: lo resaltado en rojo para las rampas y el cono visual indica apertura cenital.

asociada a la organización del programa en niveles medios, conectados por rampas, que generalmente se ubican en un ambiente con doble altura e iluminación cenital.

En las tablas comparativas de los proyectos de casas con rampas, se encontró que existen al menos seis formas de posicionarlas en el proyecto. En cuanto al tipo geométrico formal de las rampas, todas son rectas y, generalmente, en forma de U, como se muestra en la figura 5.

1. Rampas abiertas en el espacio, sin “tocar” las paredes.
2. Rampas cerradas.
3. Rampas externas.
4. Rampas perpendiculares a la calle.
5. Rampas paralelas a la calle.

Lo que podemos observar es que la articulación de estrategias de proyecto, como la configuración de un patio interior, la iluminación cenital y la organización del programa en medios niveles, junto con la adopción de rampas, contribuyen a la creación de espacios domésticos revolucionarios, en comparación con lo tradicional, que materializa conceptos del discurso de Artigas, y comprende la dimensión urbana de la arquitectura, la fluidez y la continuidad espacial.

Edificios educativos-escuelas

Vilanova Artigas desarrolló más de 20 proyectos escolares. Casi todos fueron construidos, y algunos son muy conocidos, como el edificio de la FAUUSP. En el estudio de Fábio Rago Valentim (2003) se encontró que el lenguaje adoptado en el edificio de FAU también está presente en proyectos como el Gimnasio de Itanhaém, Guarulhos, Utinga y Jaú. Recientemente, la investigación doctoral realizada por Edmir Mantelatto (2018) analizó once proyectos

escolares de Vilanova Artigas para Conesp llevados a cabo entre 1976 y 1978, en distintas ciudades del estado.

Los espacios de convivencia son muy importantes para los entornos escolares. Es posible notar la importancia del sistema de circulación en la definición y la estructuración del partido arquitectónico en la arquitectura de Artigas. Los elementos de circulación son de especial importancia, y actúan como un entorno; especialmente, en el espacio escolar, como las escaleras.

Según lo observado por Guilherme Wisnik (2010, p. 17), Artigas concibió proyectos de casas y escuelas como pequeñas ciudades, con materiales de carácter urbano y generoso y amplio diseño de circulación, como en los recorridos por la ciudad.

El edificio de la FAUUSP cuenta con la organización del programa en siete pisos en niveles medios, interconectados por rampas rectas como núcleo principal, además de escaleras y ascensores. Las rampas son amplias y generosas, para abrirse al gran atrio central iluminado por cenitales proporcionando la continuidad visual de todas las plantas del edificio.

Respecto del edificio de la FAUUSP, escribió João Kamita (2000): “Bajo el control de este envoltorio básico, los espacios fluyen con extrema y sorprendente libertad, formando un circuito continuo, una interconexión física con todo el edificio” (p. 35). La sensación de continuidad empieza desde la entrada, con las generosas rampas que unen los seis pisos intercalados en el interior. Dalva Thomaz (1997) aseguró:

Las rampas amplias y suaves diseñan las calles internas, elementos clave para la conexión entre los distintos planos intercalados que rodean la plaza central. [...] Las escaleras y un ascensor frente a las rampas facilitan la circulación vertical en un ambiente más interno a lo cotidiano de la escuela. (p. 282)

Y así declaró Antonio Carlos Barossi (2016):

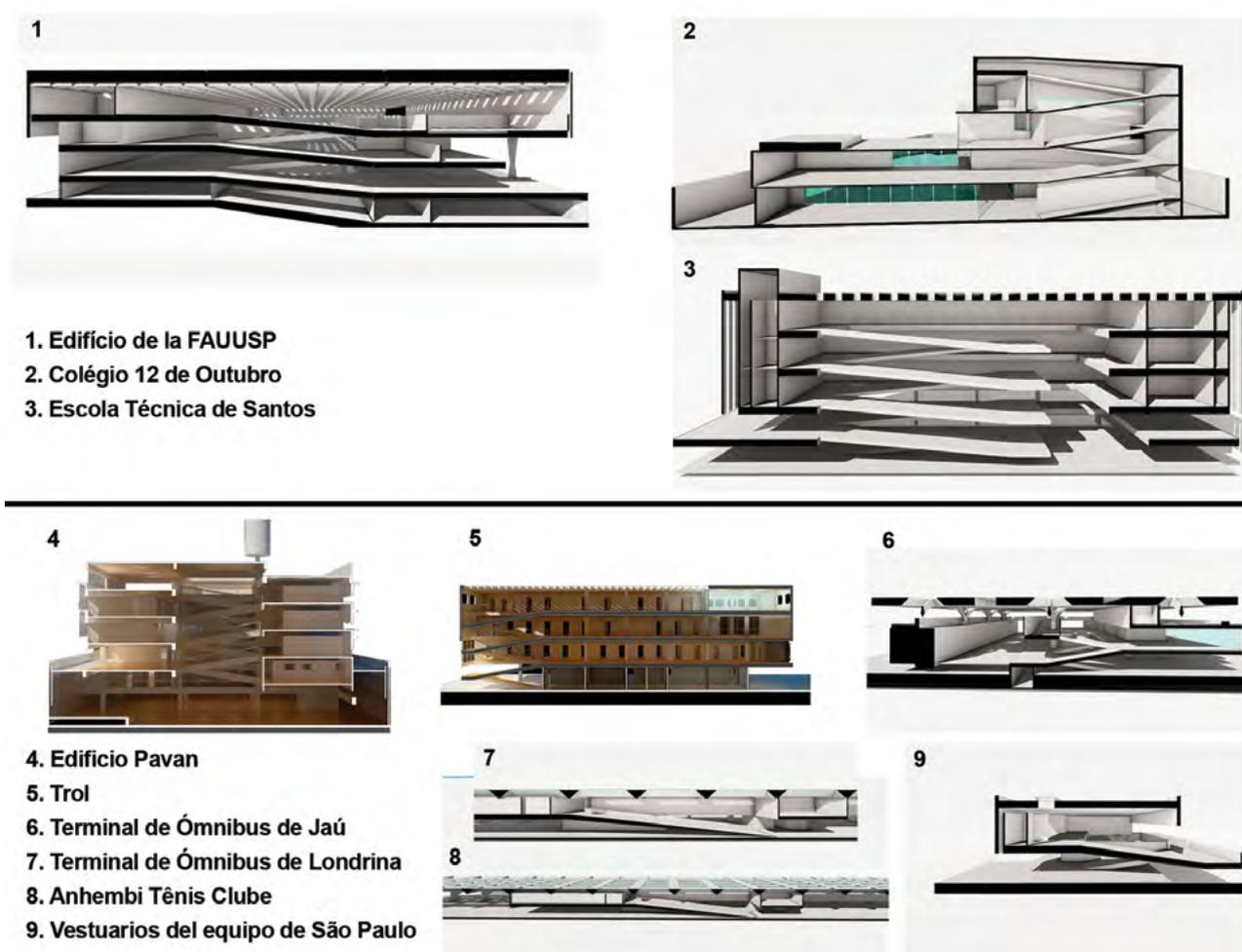


Figura 6. Imágenes 1 a 3: cortes 3D que muestran las rampas en proyectos escolares. Imágenes 4 a 9: proyectos administrativos, terminais de ómnibus e clubes. Fuente: elaboración propia (2020).

Las rampas y escaleras de la FAU forman un binario que integrado con las circulaciones horizontales multiplica los recorridos. Al alternar el itinerario entre ellas, se puede elegir la ruta que mejor se adapte a la situación. Como en la ciudad. También diversifica la construcción de sus relaciones con el espacio para quienes recorren el edificio: disfrutando de visuales y personas en las rampas o, simplemente, caminando por las escaleras alternando estas dos relaciones. (p. 119)

Según apuntó Maria Luiza Correa (1998),

Artigas toma el espacio fluido de la arquitectura moderna —ya inventado en sintonía con la ciudad (el espacio relacional) y con el pensamiento sistémico moderno— lo expande más y lo dilata, creando mayores distancias entre personas y volúmenes con el uso de rampas y la creación del vacío entre ellos. (p. 27)

Entre los edificios escolares con rampas, se destacan el Colégio 12 de Outubro, la Escola Técnica de Santos, la Escola Estadual de Primeiro Grau (EEPG) Jardim Paulista, la EEPG Joaquim Nabuco y el Centro Educacional de Jaú, con la organización del programa en niveles medios, núcleo de circulación vertical principal compuesto por rampas rectas, y configuración de un patio central iluminado por cenitales, como se muestra en la figura 6.

En proyectos con programa educativo, verificamos la importancia de adoptar las estrategias de proyecto ya mencionadas: en particular, el uso de rampas para conectar y articular pisos y ambientes, que contribuyen a la creación de espacios escolares que promueven y estimulan las relaciones humanas, además de la materialización de conceptos del discurso de Artigas sobre la arquitectura moderna y la identidad nacional.

Otros programas

Artigas diseñó no solo casas y escuelas, sino también, varios edificios que abarcan otros programas, tales como sindicatos, terminales de ómnibus, hospitales, cines, clubes y vestuarios, así como edificios administrativos e industriales; muchos de ellos, con el uso de rampas.

Entre ellos, se destaca el edificio de la Clínica Zugaib (1980), con rampas rectas en sentido longitudinal. En el CECAP Jundiáí, las rampas rectas interconectan los bloques de viviendas configurando diseño y una dinámica de luces y sombras en dicho espacio.

Entre los proyectos no construidos, se destaca el del Edificio Sede de Pavan Engenharia e Indústria Trol.

Respecto de la Terminal de Ómnibus de Jaú, observó Kamita (2000):

La Terminal de Ómnibus constituye en un lugar de cruce de dos flujos de circulación: el del ómnibus, en desarrollo paralelo a las calles; y el de los peatones, en sentido perpendicular, valorando la conexión entre los distintos pisos, incluidas las calles adyacentes. Es por ello que el elemento estructural de la circulación interior —las rampas— tiene un recorrido marcado por este doble registro a modo de “T”, cifrando las coordenadas que definen el espacio. (p. 44)

Sobre la mencionada terminal, señala Cesar Iwamizu (2008):

El carácter urbano de este recorrido por el interior de la construcción es intensificado, además, por la diversidad de actividades incluidas en el programa, posicionadas en cada nivel del conjunto de rampas. [...] como por ejemplo una acera que crea conexiones entre diferentes edificios, el camino que establecen las rampas interconecta los diferentes programas, atribuyendo características específicas a cada uno de los pisos en el edificio. (p. 34)

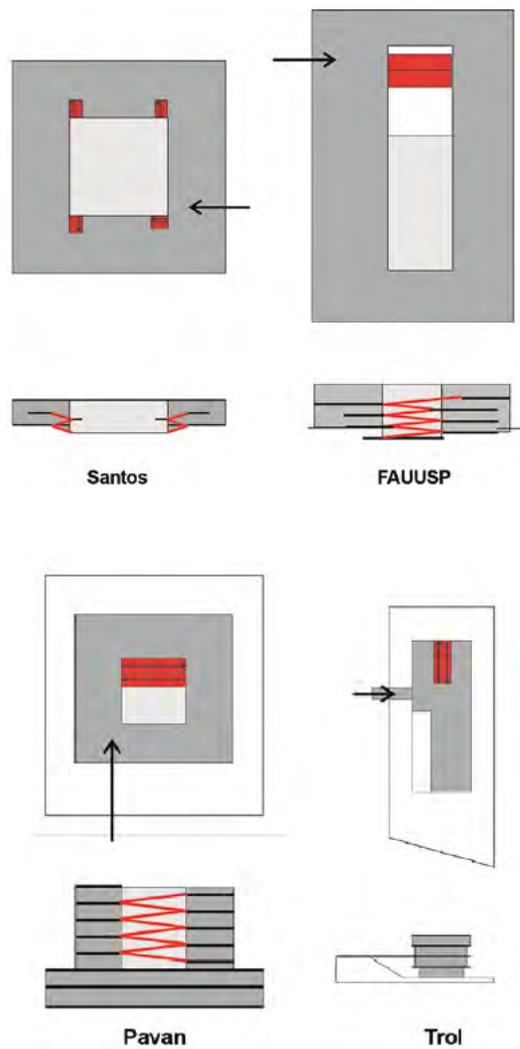


Figura 7. Diagrama que muestra la ubicación de las rampas en la planta y la sección diseñadas por Vilanova Artigas. Fuente: elaboración propia (2020).

Iwamizu (2008, p. 45) destaca que la circulación entre los tres planos, libre de intersecciones indeseables entre peatones y ómnibus, está garantizada por la creación de rampas en niveles medios, y pasarelas y losas diseñadas para albergar a los demás programas de la terminal.

Respecto a la Terminal de Londrina (1948-52), Juliana Suzuki (2003, p. 73) observa que la circulación por los diferentes niveles se realiza a través de rampas cuyo recorrido proporciona una serie de visuales diversas tanto del edificio como del paisaje exterior. Esta característica le da dinamismo al proyecto reforzado por las líneas de cúpulas de las plataformas de embarque.

En el edificio de Anhembi Tênis Clube (1961), de Artigas y Cascaldi, las rampas aparecen en dos situaciones, tal como en el edificio de los vestuarios del equipo de fútbol São Paulo, como se muestra en la figura 7.

Pasarelas urbanas

Los proyectos de pasarelas urbanas de Vilanova Artigas son singulares dentro de su vasta obra. Constituyen equipos de infraestructura urbana, con diseño cuidadoso y sensible, tomando en cuenta la percepción y la seguridad de las personas por la ciudad. Antes de los debates sobre accesibilidad —un tema muy frecuente en la contemporaneidad—, las pasarelas ya disponían de rampas que permitían, con accesibilidad y comodidad, la libre circulación de las personas.

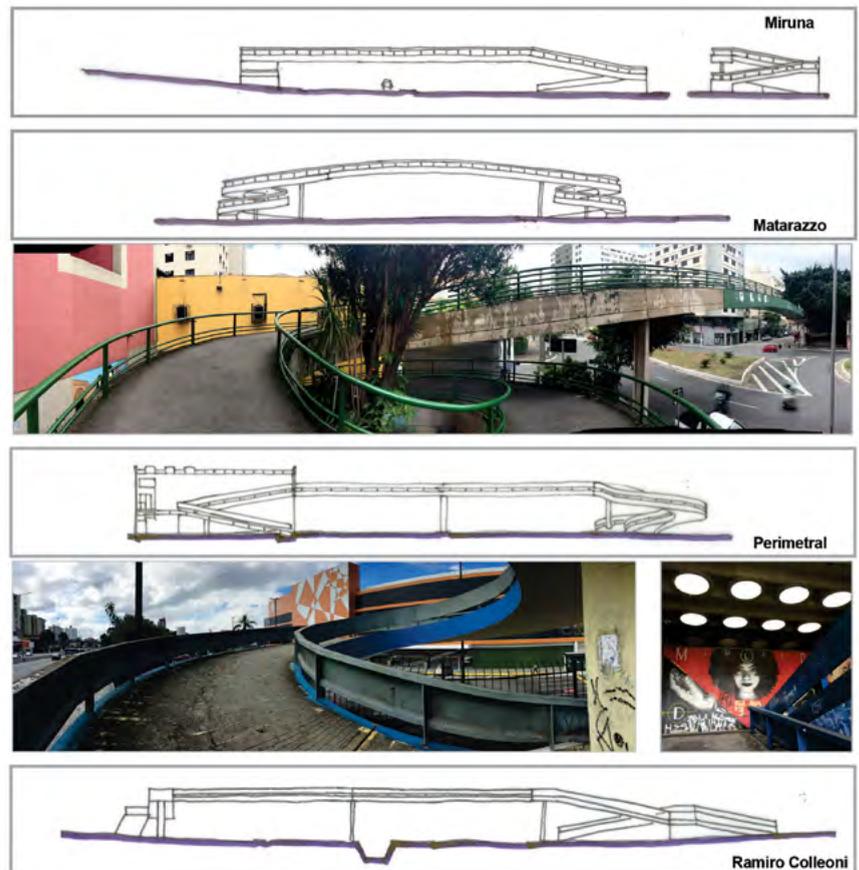


Figura 8. Dibujos y fotografías de rampas en pasarelas urbanas diseñadas por Vilanova Artigas. Miruna y Matarazzo (con foto) en São Paulo. Perimetral (con foto) y Ramiro Colleoni en Santo André.

Fuente: elaboración propia (2019).

Una búsqueda en los proyectos en la Biblioteca de FAUUSP permite encontrar diseños originales de cerca de 20 pasarelas urbanas diseñadas por Vilanova Artigas en la década de 1970 para las ciudades de São Paulo.

En cuanto a las rampas de acceso a las pasarelas, es posible notar soluciones según el contexto y los condicionantes locales, con rampas rectas y también curvas. Lo que prima son rampas anchas y generosas, que aluden a la preocupación del arquitecto por crear un recorrido continuo, cómodo y seguro basándose lo más posible en las dimensiones del recorrido público, como se muestra en la figura 8.

Discusión

La rampa como elemento que materializa los conceptos modernos de Vilanova Artigas

Esta investigación identificó cómo los conceptos que subyacen a la arquitectura de Artigas se materializan en cierto elemento de circulación: la rampa. Los conceptos en el debate de la arquitectura moderna, como la continuidad espacial y visual, y también los conceptos en el discurso teórico y de proyecto de Artigas, como la revisión de programas, la experimentación de nuevos ordenamientos, conciliados con la exploración de la técnica del hormigón armado para definir la estructura, han proporcionado una innovación de la arquitectura en Brasil. Es importante enfatizar el valor de la arquitectura de Artigas en busca de una

identidad nacional y el fortalecimiento de una auténtica arquitectura nacional paulista.

Le Corbusier buscaba celebrar la vida moderna mediante la adopción de elementos asociados al movimiento, como las rampas (Curtis, 1986), y crear una experiencia multisensorial a través del ambiente: la *promenade architecturale*. En la arquitectura de Artigas observamos que las rampas establecen una metáfora con la ciudad, y con la sociedad democrática y moderna. Como señalan Wisnik (2010), Iwamizu (2008) y Barossi (2016), la arquitectura de Artigas tiene analogía y simbolismo con la ciudad y el ambiente urbanos.

A través de estrategias de proyecto consolidadas a lo largo de su carrera, Artigas creó una forma auténtica de hacer arquitectura y materializar conceptos inherentes a su discurso teórico conceptual.

Se encontraron diferentes formas de ubicación de las rampas en los proyectos, como se muestra en la figura 9. Las rampas —generalmente, de geometría regular, rectas y abiertas— se ubican en grandes espacios, como el patio interior, y proporcionan un recorrido dinámico, con agradables sensaciones; esto brinda una lectura espacial del recorrido arquitectónico, con visuales diversos, ambientes distribuidos en niveles medios, que fortalecen la convivencia.

Por tanto, las estrategias de diseño que podrían identificarse a partir de la investigación realizada son: 1) diseño en sección vertical (Tagliari & Florio, 2022); 2) organización del programa de necesidades de nivel medio; 3) configuración de un vacío central —un patio o un atrio—, que refuerza los conceptos de continuidad visual y fluidez espacial, y 4) aberturas cenitales para iluminación natural.

La adopción del sistema de circulación y sus elementos —en especial, la rampa— ha inspirado a generaciones de arquitectos modernos y contemporáneos en Brasil, y ha profundizado debates y propuestas innovadoras en el campo de la arquitectura.

El estudio del conjunto de proyectos con rampas de determinado arquitecto puede ayudar a comprender mejor su pensamiento y obra. Mediante el análisis de la obra de importantes arquitectos como Vilanova Artigas es posible comprender el espíritu de una época. Así, en el estudio de proyectos con enfoque en el sistema de circulación se propuso comprender, de manera más profundizada, las relaciones entre el programa, el concepto y el diseño arquitectónico. Se ha comprobado que el arquitecto implementó los conceptos en sus proyectos; especialmente, con las nuevas posibilidades constructivas del hormigón armado y el elemento de la rampa.

En los proyectos analizados, la rampa organiza el programa para que el espacio del edificio se convierta en único, continuo, fluido, sin obstrucciones físicas y visuales. La rampa, por tanto, materializa la tan anhelada continuidad de la arquitectura moderna, ya sea visual o espacial, además de que posibilita conexión física.

Las rampas analizadas tienen las formas ortogonales y austeras de los propios edificios. De esta manera, la mayoría son rectas, generalmente en forma de U, con el propósito de crear un recorrido en zigzag continuo y promover visuales desde diferentes alturas de un amplio entorno. En la sección vertical, la diagonal es la geometría predominante, debido al diseño de la rampa, para proporcionar dinamismo y la idea

de movimiento atravesando el espacio. A diferentes escalas, existe una forma de organización del programa articulado por rampas y con la amplitud del patio que materializa el refugio para las relaciones humanas.

Los conceptos subyacentes a la arquitectura de Vilanova Artigas establecieron principios para el desarrollo de proyectos que consideren protagonistas a las personas. Una arquitectura que se relaciona de manera armoniosa con la ciudad para invitar a los usuarios a entrar, circular e interactuar con el espacio y otras personas, de forma natural y civilizada.

Estos principios y valores que sustentan los proyectos crearon espacios dignos, humanos, acogedores que promueven encuentros y la convivencia armónica a través del cuidadoso diseño de implantación, los accesos, la relación entre edificio y espacio urbano, elementos de circulación vertical acogedores, de organización de programas, creación de amplios patios de distribución y socialización, relación entre ambientes cerrados y abiertos, diseños de paisajismo y pisos, entre otras soluciones y estrategias de proyecto.

Conclusiones

Esta investigación surgió del cuestionamiento que involucra la relación entre la adopción del elemento rampa y la materialización de conceptos de la arquitectura moderna en la obra del arquitecto brasileño Vilanova Artigas. La investigación tuvo como objetivo comprender más profundamente el papel de la adopción de rampas en su arquitectura, a través del análisis de proyectos dotados de este elemento, construidos o no. La hipótesis planteada pronosticó que la adopción de rampas en la arquitectura de Artigas no se limita a la función de un elemento de circulación vertical, sino que materializa conceptos presentes en su fundamentación teórico-conceptual. A través de análisis, lecturas, visitas, dibujos investigativos, se produjo material original, como maquetas digitales, diagramas y fotografías, donde pudimos comprobar esta hipótesis, y hasta indicar nuevos conocimientos en la lectura y la interpretación de la obra de este importante arquitecto.

En la arquitectura de Artigas, las rampas son una parte importante de la organización del programa, actúan como otro ambiente y, por tanto, son inseparables del espacio y la forma, para materializar así los conceptos propuestos. El arquitecto ha propuesto proyectos innovadores, creativos y visionarios, con espacios modernos, continuos, fluidos e integrados, que hacen al usuario sentirse parte del todo, vivo y en movimiento.

Los campos visuales que promueven las rampas durante el “recorrido”, elementos generosos y cuidadosamente planificados por el arquitecto, permiten ver toda la espacialidad y promueven la convivencia entre las personas en un mismo lugar.

La escala y la proporción de los espacios analizados y visitados están muy bien resueltas por sus dimensiones y su iluminación. Así, considerando la rampa un elemento integrado al todo, el concepto de trayectoria es muy explorado en los proyectos; sobre todo, por la diversidad de puntos de vista seriales que brinda el camino en las rampas en U, con integración espacial y visual, desde varios niveles y áreas.

En los proyectos analizados, verificamos la importancia de adoptar las estrategias de proyecto ya mencionadas; en particular, el uso de rampas para conectar y articular

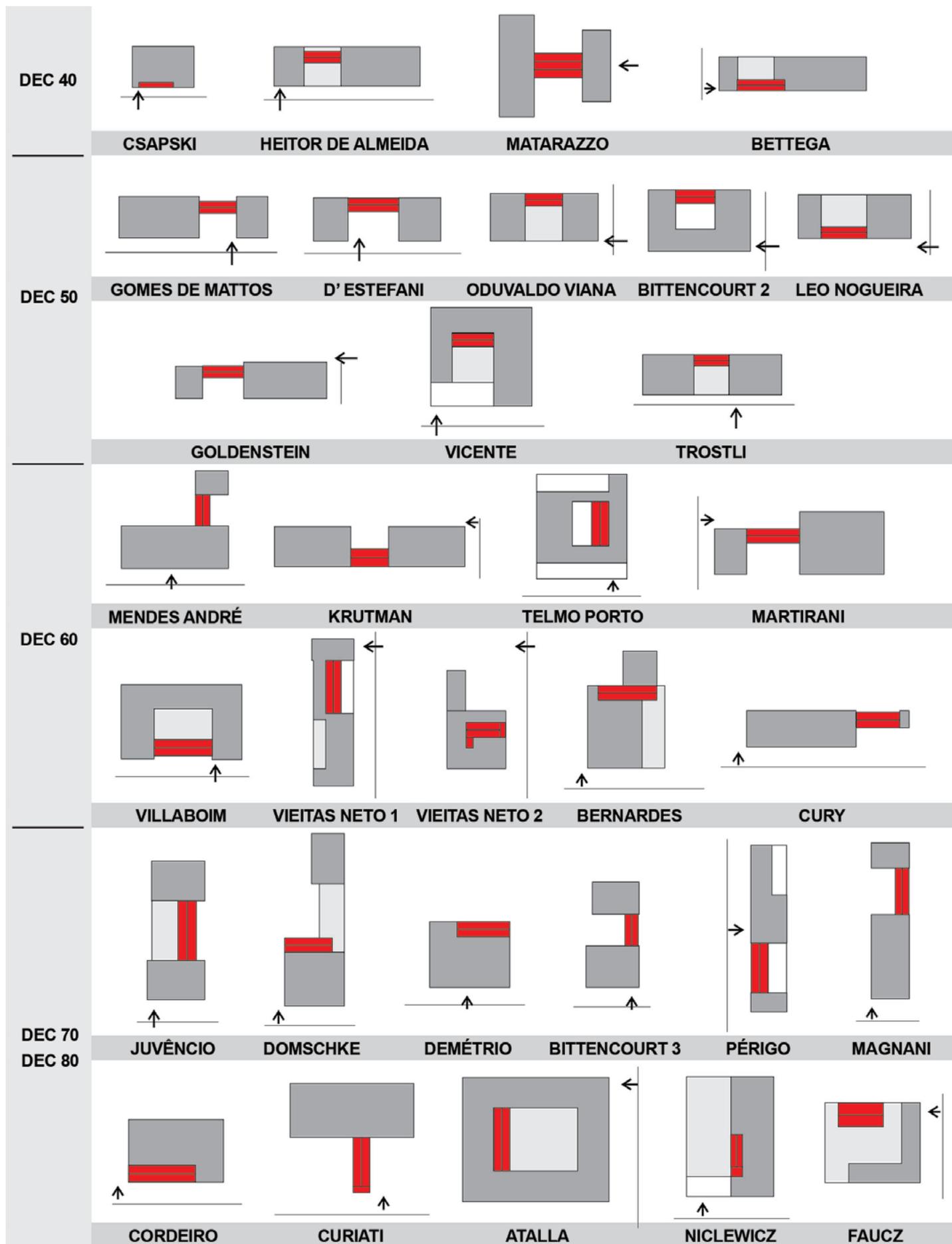


Figura 9. Diagrama que muestra la ubicación de las rampas en las residencias diseñadas por Vilanova Artigas.

Fuente: elaboración propia (2020).

pisos y ambientes, que contribuyen a la creación de espacios que promueven y estimulan las relaciones humanas, además de materializar conceptos del discurso de Artigas sobre la arquitectura moderna, comprendiendo la dimensión urbana de la arquitectura, la fluidez y la continuidad espaciales, y la identidad nacional.

Artigas creó una manera original de hacer arquitectura como metáfora de la ciudad. Una arquitectura que refleja la vida moderna y urbana de São Paulo. La investigación aquí presentada por este importante arquitecto permite la valoración del legado arquitectónico en el contexto paulista, brasileño y latinoamericano.

Contribuciones y Agradecimientos

Los autores de este trabajo han realizado las siguientes contribuciones: Ana Tagliari, a la concepción y el diseño, la adquisición de datos, el análisis y la interpretación de los datos. Redactar el artículo y revisarlo críticamente. Aprobación final de la versión por publicar y Wilson Florio, con el diseño, el análisis y la interpretación de los datos. Redactar el artículo y revisarlo críticamente. Aprobación final de la versión por publicar.

Los autores declaran que no tienen conflictos de interés relevantes en relación con la investigación presentada.

Agradecemos al CNPq, por el apoyo financiero y a la Biblioteca FAUUSP.

Los autores agradecen a Espaço da Escrita-Pró-Reitoria de Pesquisa —UNICAMP—, por los servicios lingüísticos prestados.

Referencias

- Artigas, J. B. V. (1981). *Caminhos da arquitetura*. Lech.
- Barossi, A. C. (2016). *O edifício da FAUUSP de Vilanova Artigas*. Editora da Cidade.
- Bruand, Y. (2008). *Arquitetura contemporânea no Brasil*. Perspectiva.
- Correa, M. L. (1998). *Artigas: da idéia ao desenho*. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Curtis, W. J. R. (1986). *Le Corbusier. Ideas and Forms*. Phaidon.
- Florio, W., & Tagliari, A. (2021). The geometry of the ramps in Oscar Niemeyer's Cultural Projects. En L.Y. Cheng (Ed.), *ICGG 2020 - Proceedings of the 19th International Conference on Geometry and Graphics*. ICGG 2021. Advances in Intelligent Systems and Computing, 1296. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-63403-2_35
- Frampton, K. (2010). Vilanova Artigas y la Escuela de São Paulo. *João Vilanova Artigas. Revista 2G*, 54.
- Iwamizu, C. S. (2008). *Estação Rodoviária de Jaú e a dimensão urbana da arquitetura*. Dissertação (Mestrado): Programa de Pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo. <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16138/tde-02032010-101237/>
- Kamita, J. M. (2000). *Vilanova Artigas*. Cosac & Naify.
- Le Corbusier, Boesiger, W. (1964). *Le Corbusier et Pierre Jeanneret. Œuvre Complète de 1929-1934*. Les Éditions d'Architecture.
- Mantelatto, E. (2018). *Outras escolas de Artigas. Uma análise dos projetos de Vilanova Artigas para as escolas elaboradas para a CONESP no período entre 1976 e 1978*. 321 f. Tese (Doutorado). Programa de Pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo. <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16138/tde-11092018-103146/>
- Scully, V. (2002). *Arquitetura Moderna. A arquitetura da democracia*. Cosac & Naify.
- Suzuki, J. H. (2003). *Artigas e Cascaldi. Arquitetura em Londrina*. Ateliê Editorial.
- Tagliari, A. (2012). *Os projetos residenciais não construídos de Vilanova Artigas em São Paulo*. 428 f. Tese (Doutorado) - Programa de Pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo, São Paulo. <https://teses.usp.br/teses/disponiveis/16/16138/tde-01022013-143949/pt-br.php>
- Tagliari, A. (2018). Modelos conceituais de percurso e circulação no projeto de arquitetura. *Revista 5% Arquitetura + Arte*, 1(16), 1-20. <http://revista5.arquitetonica.com/index.php/periodico-1/ciencias-sociais-aplicadas/modelos-conceituais-de-percurso-e-circulacao-no-projeto-de-arquitetura>
- Tagliari, A., & Florio, W. (2019). The geometry of the ramps in Frank Lloyd Wright's Organic Architecture. En L. Cocchiarella (Ed.), *ICGG 2018 - Proceedings of the 18th International Conference on Geometry and Graphics*. ICGG 2018. Advances in Intelligent Systems and Computing, 809. Springer, Cham. p. 1084-1093. https://doi.org/10.1007/978-3-319-95588-9_93
- Tagliari, A., & Florio, W. (2022). Design strategies in Vilanova Artigas' architecture and the essential role of the vertical section. En C. Bartolomei, A. Ippolito, S.H.T. Vizioli (Eds.), *Digital modernism heritage lexicon. Springer Tracts in Civil Engineering*. https://doi.org/10.1007/978-3-030-76239-1_44
- Thomaz, D. E. (1997). *Um olhar sobre Vilanova Artigas e sua contribuição à Arquitetura Brasileira*. Dissertação de Mestrado. São Paulo: FAUUSP.
- Valentim, F. R. (2003). *Casas para o ensino. As Escolas de Vilanova Artigas. Dissertação de Mestrado*. 215 f. Dissertação (Mestrado). Programa de Pós-graduação da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo. <https://repositorio.usp.br/item/001431211>
- Wisnik, G. (2010). Vilanova Artigas y la dialéctica de los esfuerzos. *João Vilanova Artigas. Revista 2G*, 54.
- Zein, R. V. (1984). Vilanova Artigas: a obra do arquiteto. *Revista Projeto*, (66), 79-91.
- Zevi, B. (1984). *A linguagem moderna da arquitetura*. Dom Quixote.
- Zevi, B. (1994). *Saber ver a arquitetura*. Martins Fontes.

Positional accuracy in close-range photogrammetry through Topography and Geodesy

Exactitud posicional en la fotogrametría terrestre digital por intermedio de la Topografía y Geodesia

Marcelo Antonio Nero

Universidade Federal de Minas Gerais-UFMG (Brasil)
 Departamento de Cartografia
 Cartographic Engineer, Universidad Estatal Paulista, São Paulo (Brazil)
 Presidente Prudente São Paulo (Brazil)
 Msc. in Transportation Engineering, Universidad de São Paulo, São Paulo, (Brazil)
 Phd. in Transportation Engineering, Universidad de São Paulo, São Paulo (Brazil)
 Post Phd in Spatial Information, Universidad de São Paulo, São Paulo (Brazil)
<http://lattes.cnpq.br/9273397846584540>

 <https://scholar.google.com/citations?hl=pt-BR&user=PbVWqt8AAAAJ>
 <https://orcid.org/0000-0003-2124-5018>
 marcelo-nero@ufmg.br

André Pinto Rocha

Universidade Federal de Pernambuco- UFPE, (Brasil)
 Centro de Tecnologia y Geociencias
 Agrimensurer Engineer Universidade Federal de Alagoas, Maceió-AL (Brazil)
 Msc. in Geodetic Science and Geoinformation Technology, Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE (Brazil)
 Master in transportation, INBEC (Brazil)
<http://lattes.cnpq.br/6692264365131534>

 https://scholar.google.com.br/citations?view_op=list_works&hl=pt-BR&user=AWeUPUAAAAJ
 andre_pinto29@hotmail.com

Clayton Guerra Mamede

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE (Brasil)
 Centro de Tecnologia y Geociencias
 Mathematics graduate, Universidad Federal de Rondônia, Porto Velho-RO (Brazil)
 Msc. in Geodetic Science and Geoinformation Technology, Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE (Brazil)
<http://lattes.cnpq.br/9292097589060077>

<https://onx.la/0302b>
 <https://orcid.org/0000-0002-4646-4893>
 claytonguerramamede@hotmail.com

Carlos Alberto Borba Schuler

Universidade Federal de Pernambuco - UFPE (Brasil)
 Departamento de Ingeniería Cartográfica
 Agromony Engineer, Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE (Brazil)
 Msc. in Geodetic Science, Universidade Federal de Pernambuco, Curitiba-PR (Brazil)
 Phd. in Forest Engineering, Universidade Federal de Pernambuco, Curitiba-PR (Brazil)
<http://lattes.cnpq.br/0143540727918799>

 <https://scholar.google.com.br/citations?hl=pt-BR&user=ryoEGXgAAAAJ>
 <https://orcid.org/0000-0002-9042-6421>
 cschuler@ufpe.br

Plínio da Costa Temba

Universidade de Minas Gerais - UEMG, MG (Brasil)
 Instituto de Geociencias Cartographic Engineer, Universidad del Estado de Rio de Janeiro, Rio de Janeiro-RJ (Brazil)
 Msc. in Transportation Engineering, Universidad de São Paulo, São Carlos-SP (Brazil)
 Phd. in Cadaster, Universidad Federal de São Carlos, Florianópolis-SC (Brazil)
<http://lattes.cnpq.br/2522406502464981>

 <https://scholar.google.com/citations?hl=en&user=b-UmdlAAAAJ>
 <https://orcid.org/0000-0002-4673-2915>
 temba.mobile@gmail.com

Juan Francisco Reinoso-Gordo

Universidad de Granada (España)
 Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica y en la Ingeniería
 Topographic Engineer, Universidad de Extremadura, Extremadura (España)
 Geodesy and Cartographic Engineer, Universidad de Jaén, Jaén (España)
 Phd. in Geodesy and Cartography Engineer, Universidad de Jaén, Jaén (España)

 <https://scholar.google.com/citations?user=N3a39ioAAAAJ>
 <https://orcid.org/0000-0003-3808-1857>
 jreinoso@ugr.es

Abstract

Computational three-dimensional modelling can be used to reconstruct real-world objects with all their details and conservation conditions. Photogrammetry offers products with accuracy, in addition to the flexibility of execution of simple and complex projects, according to the simplicity and speed in data acquisition. The three-dimensional (3D) and georeferenced modelling allows the documentation of the object that was mapped by means of the location. This paper presents a methodology based on topographic and geodetic techniques with georeferencing applied to three-dimensional modelling of architectural forms with the use of digital close-range photogrammetry. The measurements made on the digital product obtained and the same measurements made using precision topography were compared considering the conversion of coordinates to the same projection and reference systems. Finally, the statistical validation and quantification in terms of the positional accuracy of the final product were performed.

Keywords: digital close-range photogrammetry; geodesics; georeferencing; quality control; topography

Resumen

El modelado tridimensional computacional se puede utilizar para la reconstrucción de los objetos del mundo real con todos sus detalles y condición de conservación. La fotogrametría ofrece productos con exactitud, además de la flexibilidad de ejecución de los proyectos simples o complejos, de acuerdo con la simplicidad y rapidez en la adquisición de los datos. Los modelados tridimensionales (3D) y georreferenciados permiten la documentación del objeto que fue mapeado por medio de la ubicación. Este trabajo presenta una metodología basada en técnicas topográficas y geodésicas con georreferenciación, a partir de las cuales se ha aplicado el modelado tridimensional de la arquitectura basada en el empleo de la fotogrametría terrestre digital. Se ha realizado la comparación de las mediciones hechas sobre el producto digital obtenido y las mismas mediciones hechas mediante topografía de precisión, contexto en el que se tuvo en cuenta la conversión de las coordenadas hasta los mismos sistemas de proyección y referencia. Al final, se hizo la validación y la cuantificación estadísticas en términos posicionales de exactitud del producto final.

Palabras clave: control de calidad; fotogrametría terrestre digital; geodesia; georreferenciación; topografía

Introduction

The main purpose of Photogrammetry is to reconstruct a three-dimensional space, known as the object-space, based on two-dimensional images, corresponding to the image-space. Starting out from this perspective, digital photogrammetry reconstructs the mapped images in a semi-automated manner; in other words, with the least possible human manual intervention within this process (Coelho and Brito, 2007). In addition, as Koken et al. report (2014), photogrammetry has become the preferred tool for some new disciplines, thanks to the progress that has been made in image processing. Therefore, it is also important to mention the different applications in a wide range of different areas, particularly and specifically regarding digital close-range photogrammetry. In areas such as dentistry and orthodontics, as shown through the example shown in Fu et al. (2017). In the transport area, considering the best urban route bearing snow deposits in mind (Basnet et al., 2016). In the reconstruction of historical heritage buildings and sites, which is the subject of interest in this paper, and which has also been mentioned in the study by Cârlan and Dovleac (2017). In sports, as mentioned by Colorado and Santos (2015), where they show the development of a low-cost hardware/software system based on close range photogrammetry to track the movement of a person performing weightlifting. Other more specific studies aimed at calibration of cameras used in digital close-range photogrammetry applications, as mentioned by Long et al. (2017). It will be important, in addition, to read the studies developed by Cedeño-Valdiviezo and Torres-Lima (2019), Gutiérrez-Morales (2020), Santofimio-Ortiz and Pérez-Agudelo (2020), Ayala-García (2021), Llanos-Chaparro et al. (2022), Cortés-Garzón (2023), among others.

Considering the state of the art in close range applications there are some recent works, such as those by Bill et al. (2022), Ferenčík et al. (2022), Gnann et al. (2022), Illmann et al. (2022), Lauria et al. (2022), Maric et al. (2022), Murtiyoso et al. (2022), Nategh et al. (2022), Paixão et al. (2022), Petruccioli et al. (2022).

The main purpose of Topography is to present a detailed report on part of the Earth's surface, using numerous positioning techniques, through measurements to acquire information that will be the basis for this representation; in other words, the three-dimensional coordinates of specific points (Gonçalves et al., 2012). In this context, the technical conditions of the equipment used, in terms of precision and accuracy, must also be considered.

This issue is addressed in the technical standards published by the Brazilian Association of Technical Standards - ABNT (NBR 13133/2021) (ABNT, 2021), as well as in the German technical standards DIN 8723-1 (DIN, 1990a) and DIN 8323-2 (DIN, 1990b), GIAA (2002), which have been discussed by many different authors and have been taken into consideration in their respective research studies and applications, such as in Paciléo Netto (1993, 1997), Faggion (2001), Brun (2005), Silva (2008), Silva et al (2010), Cintra and Rocco (2014), among others.

Spatial Geodesy techniques, particularly the GNSS (Global Navigation Satellite System), allow the three-dimensional establishment of points, with their position, speed, and time, anywhere on or near the Earth, from a global and homogeneous reference, regardless of atmospheric conditions, based on a satellite-receiver system (Monico, 2008, Silva

and Segantini, 2015). Georeferencing allows spatial localization of features on the Earth's surface, using a reference system. From topographic and geodesic measurements, it is possible to link the object to be modeled with a reference system.

The aim of this work, considering the scientific contribution, is to propose a new methodology to test the positional accuracy of three-dimensional products obtained by near-range photogrammetry. This paper deals with the use of topographic and geodetic techniques for the georeferencing of three-dimensional models produced by close-range digital photogrammetry, of the architectural structure in homage to the hero of the Pernambucan Revolt, João Fernandes Vieira, located at the Recife Campus of the Federal University of Pernambuco (UFPE). For the later purpose, the theoretical foundations of the issues addressed in this academic article are presented first. This is followed by an analysis of the methodology employed (including the techniques and programmes used), and the results obtained, as well as relevant discussions and conclusions.

Photogrammetry and Terrestrial Photogrammetry

Photogrammetry is a remote measurement technique that allows the three-dimensional reconstruction of objects from photographs. This reconstruction is obtained through the internal and external orientation (both absolute and relative) of the model (Riviero et al., 2013).

To use any methodology based on photogrammetry, it is necessary to define the following: image acquisition, interior orientation (camera calibration) and exterior orientation (special resection and intersection) (Martín et al., 2013).

The interior orientation is obtained through the referencing of the image, concerning the photographic camera, from the reconstruction of the perspective of the package at the moment of image capture, which means the reconstruction of the interior camera-image system. The pictures are freely arranged in space, isolated from each other, and saved as simple digital files, without metric relations, which means using only the system of coordinates expressed in pixels, characteristic of digital images (Coelho & Brito, 2007).

The mathematical modelling of the camera calibration describes the relationship between the coordinates of three-dimensional points and their projections onto the image plane; in other words, the optical geometry of imaging. The parameters of the internal orientation are defined by the camera calibration, with the main elements being the position of the main point, the focal distance, the lens distortions (tangential and radial), and the dimensions of the sensor (Martín et al., 2013).

The external orientation consists of obtaining the position and altitude of the camera at the time each photographic image is collected, relative to the spatial-object reference point. An image is properly externally oriented when six external orientation parameters have been defined: camera rotation angles or altitude of the camera (ϕ , ω and k) and the coordinates of the perspective centre in the object space (Coelho and Brito, 2007).

These very concepts are also addressed in detail by Kraus (1993), Mikail et al. (2001), Kasser and Egels (2002), Ahmed et al. (2012), Koken et al. (2014), Reinoso-Gordo et al. (2020), among others.

In this article, however, a part of Photogrammetry is used, known as Terrestrial Photogrammetry, also known as Close-Range Photogrammetry, because data acquisition takes place with the sensor located at or near the Earth's surface, usually at a distance of less than 100 metres between camera and object (Jiang et al., 2008). This issue has also been addressed, in recent years, in applications presented in the works of Fraštia (2009), Mustaffar et al. (2012), Kwak et al. (2013), Koken et al. (2014), Shortis and Shager (2014), Colorado and Santos (2015), Santosi et al. (2015), Basnet et al. (2016), Cârlan and Dovleac (2017), Fu et al. (2017), Long et al. (2017), Bill et al. (2022), Ferenčík et al. (2022), Gnann et al. (2022), Illmann et al. (2022), Lauria et al. (2022), Maric et al. (2022), Murtiyoso et al. (2022), Nategh et al. (2022), Paixão et al. (2022), Petrucoli et al. (2022).

Essential Concepts of Modern Topography

Establishing the coordinates of different points is one of the objectives of Topography. These coordinates can be based either on local references, or on general, regional, or national references. In addition, as reported by Gonçalves et al. (2012), the connection to the network takes place by using cartographic coordinates. This means that, at the place of the operation, there must be one or more points with known coordinates according to the cartographic system to be represented. Thus, coordinate transformations must be considered and also the Local Topographic System, addressed in the recently published Technical Standard NBR 14166 (Brazilian Technical Standards Association [ABNT], 2022).

The local topographic system is a Cartesian system, comprising three axes orthogonal to each other; however, its directions do not always follow conventional guidelines. In the case of Brazil, the system used in municipal studies for registration purposes is known as the Local Topographic System (STL, for its Portuguese acronym), which is defined by the technical standard NBR 14166 (Brazilian Technical Standards Association [ABNT], 2022) as a system of flat and rectangular coordinates (X and Y axes), representing the planimetric location of the points and having the same origin as the STL, which corresponds to a point with known geodesic coordinates (Monico, 2008).

Global Navigation Satellite System - GNSS

This system allows a swift and precise three-dimensional positioning, at any point on the Earth's surface, regardless of atmospheric conditions. Regarding the interest in applications to Topography, in a nutshell, the following points must be considered: there is no need for visibility between stations; the accuracy, hardly affected by atmospheric conditions, is more convenient and also faster than conventional methods; and the fact that the results thus obtained are connected to a globally unified coordinate system (Gonçalves et al., 2012). It is also necessary to consider the evolution of this positioning system and the wide range of different techniques used, an issue which is widely addressed and discussed in many books, articles and research studies, such as those by Leick (1995, 2004), Fraser et al. (2005), Colombo (2008), Monico (2008), Cintra et al. (2011), Leick et al. (2015), Um et al. (2020), Egea-Roca et al. (2022).

Integration between GNSS and Topography

In GNSS studies, there are situations where it is impossible to use a receiver on all the vertices to be studied and surveyed, due to the occurrence of signal obstruction. In these situations, the most feasible solution would be to combine different GNSS positioning techniques with topographic techniques such as polygonization, irradiation and intersection. Thus, the integration of the results obtained, by topographic and GNSS surveys, requires compatibilization, and it is also necessary to perform a conversion to the same reference point, by the transformation of the coordinates obtained with GNSS that are associated with a geodesic coordinate system for an STL. The operation under the STL is essential, since it is not necessary to proceed to measurement reductions (Monico, 2008). The conversion methodology has been explained in detail in the new Brazilian regulation which is defined by the technical standard NBR 14166 (Brazilian Technical Standards Association [ABNT], 2022).

Methodology

This section describes a general outline where the general methodology presented in Figure 1. can be observed.

Equipment Selection

GNSS Receptor

For the implementation of planimetric geodesic support, dual frequency GNSS receivers of the Topcon HiPer II model were used. This equipment has established accuracies for the relative static lifting mode ($\pm 3\text{mm} + 1\text{ppm}$) and ($\pm 5\text{mm} + 1.4\text{ppm}$), along the horizontal and vertical components, respectively.

Total Station

The three-dimensional coordinates of the control points were measured with a Topcon total station, model GPT-3200N. The technical specifications of the acquisition equipment include angular accuracy of $5''$; reach for distance measurements of 400 metres (without prism) and 3,500 metres (with prism), and distance measurement accuracy between ($\pm 3\text{mm} + 2\text{ppm}$) in the measurement without prism and ($\pm 2\text{mm} - 2\text{ppm}$) in obtaining measurements with prism.

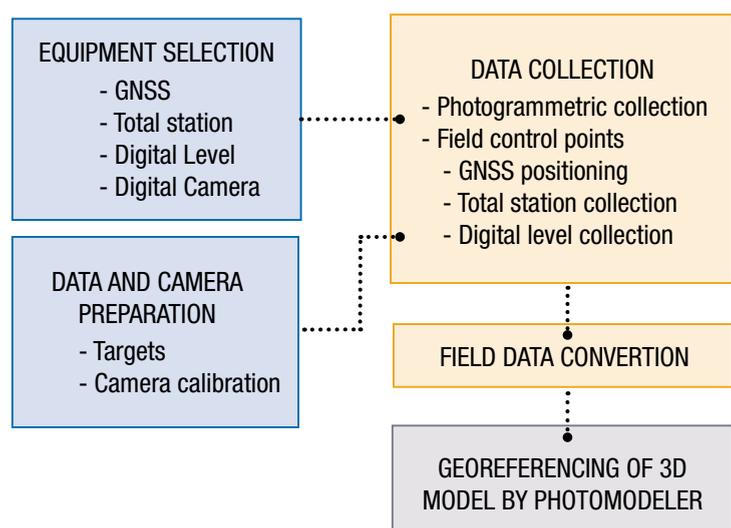


Figure 1. General scheme of the methodology
Source: author's elaboration (2020).

Digital Level

For the implementation of altimetric topographic supports, the measurements were made with vertical readings, using a Leica digital level, model DNA03. This allows distance measurements with the use of Invar devices, from 1.80 to 110.00 meters, with a standard deviation of 0.3 mm for height measurement components.

Digital Camera

A Canon EOS 5D camera with a nominal focal length of 50 mm and a CMOS sensor measuring approximately 24 × 35 mm was used to take the photographs, generating images in the 2,912 × 4,368-pixel format.

Data and Camera Preparation

Targets

In the planning phase, the size of the lenses to be attached to the architectural structure was established by measuring the distance between the camera and the object to be photographed. This distance is linked to the height of the object that must fit into the image plane of the camera. The height of the object was established with the aid of a tape measure and a beacon, having obtained a measurement of about 5 meters, and for the distance between the camera and the object, a distance of 9.5 meters was obtained. With these values, and with the camera calibration parameters within the Photomodeler programme environment (Photomodeler, 2013), 161 different targets were generated (Figure 2), distributed over 27 pages. As for the geometry of the inner target radius and the outer target diameter, the values obtained were 7.01 mm and 49.07 mm respectively. The Photomodeler generated targets in different formats, to assist in the automatic target identification phase, which was used as part of the interior orientation.

Camera Calibration

A grid with a distribution of 144 points, of which four were controls, were used for the calibration process. Three images were obtained with the camera positioned according to three rotations ($\varphi = 0^\circ$, $\varphi = -90^\circ$ e $\varphi = 90^\circ$) around the grid,

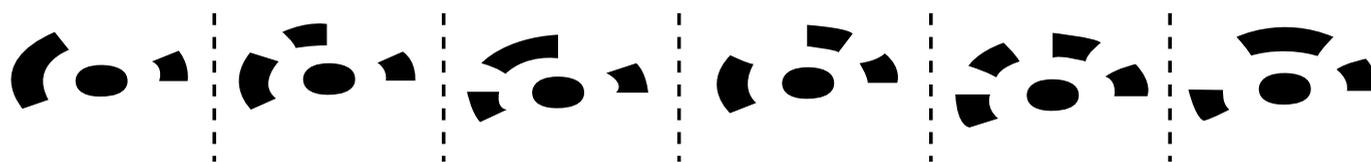


Figure 2. Targets generated in the Photomodeler programme.
Source: author's elaboration (2020).

giving twelve images in total. In the Photomodeler program (Photomodeler, 2013), the grid images were inserted in different positions and processed. In this way, it was possible to obtain data concerning the internal geometry of the calibration of the Canon EOS 5D camera (Table 1).

Photogrammetric collection

The photogrammetric collection was carried out with the aid of a Canon EOS 5D photographic camera, calibrated to improve the accuracy and results of a three-dimensional model. Thus, photographs with the optical axis of the camera placed in a position close to the horizontal were obtained, and then the photographs from around the object were collected, so that some areas with overlapping, for the identification of homologous points were collected. In the photogrammetric study, 4 photographs of the same shot were obtained, thereby producing a total of 64 photographs (Figure 3). This condition allowed to choose the best photograph in terms of lighting, a condition that defined the excess of brightness and reflection of the image, thus producing a better quality in the identification of the targets.

Field data conversion

To establish a link between the three-dimensional coordinates of the targets that are part of the architectural structure and the reference topographic system, networks were devised for the planimetric geodesic support, the altimetric topographic report, and the transformation of the control points of the structure into the local topographic system of the campus of the Federal University of Pernambuco (UFPE).

Planimetric geodetic support

A network composed of four points was established as planimetric geodetic support in SIRGAS 2000, and then converted to topographic coordinates in the local topographic system. These support bases were used in the study of the coordinates of the targets to be surveyed by classical topography. At this stage, the receivers were Two Topcon Hiper II dual frequency GNSS, using the static relative survey technique, with a tracking time of 20 minutes, in two observation sections, giving a total of 40 minutes, with a 5-minute break between observations.

Dimensions of the sensor (mm)	Main Distance (mm)	Position of Main Point	Radial Distortion	Tangential Distortion
Height: 23.9268 Length: 35.8722	52.7143	Xp:17.7640 Yp:12.1949	K1: 4.164e-005 K2: 0.000e+000 K3: 0.000e+000	P1: 5.107e-006 P2: 0.000e+000

Table 1. Internal geometry of the camera, as obtained during the calibration process.
Source: author's elaboration (2020).



Figure 3. Part of the photographs obtained in the photogrammetric study with the control points (targets).
Source: author's elaboration (2020).

As mentioned in Table 2 below, two stations were used as control points for the planimetric geodesic support network: (a) RECF, which is part of the Brazilian Network of Continuous Monitoring of GNSS Systems, maintained by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE); (b) EPS-5, which is part of the Registration Reference Network of the Campus of the Federal University of Pernambuco (UFPE), in Recife, Brazil.

For post-processing and any adjustments to the network for planimetric geodesic support for GNSS observables collected in the field, the Topcon Tools programme was used, generating Table 3.

Altimetric topographic support

For the altimetric component of the support geodesic network, an altitude transport operation for the points that were part of this network (Table 4) was performed, with the application of the composite geometric levelling methodology, taking as level of reference the RN 3641B with an orthometric altitude of 8.9217 metres (comparing with tide gauge altimetric data for Imbituba and belonging to the offi-

cial adjusted altimetric network of the Brazilian Institute for Geography and Statistics – IBGE). For this purpose, levelling and counter-levelling procedures with the use of levelling brackets to control the propagation of errors were used.

Local Topographic System

To facilitate calculations and simplifications in topographic applications, the geodetic coordinates have been transferred to a local topographic plane (PTL, for its Portuguese acronym), thus giving rise to the local topographic coordinate system, considering that the coordinates in the UTM system require the planar distance to be transformed into its equivalent distance along the topographic surface, applying the linear deformation coefficient and also the expansion factor. For this procedure, the GeoBASE software has been used, thus transforming the UTM coordinates of the planimetric support network to the local topographic system linked to the Registration Network of the campus of the Federal University of Pernambuco (UFPE) in the city of Recife, Brazil. Thus, Table 5 was generated, as shown below.

Station	Geodesic Coordinates		UTM Coordinates	
	Latitude	Longitude	East (m)	North (m)
RECF	08°03'03.4697" S	34°57'05.4591" W	284,931.043	9,109,554.895
EPS-5	08°03'23.36083" S	34°56'51.38976" W	285,364.818	9.108.945,774

Table 2. Coordinates of the geodesic stations for planimetric control.

Source: author's elaboration (2020)

Station	Geodesic Coordinates		UTM Coordinates	
	Latitude	Longitude	East (m)	North (m)
E1	08°03'14.71166" S	34°57'05.10772" W	284,943.453	9,109,209.525
E2	08°03'14.61376" S	34°57'05.60762" W	284,928.129	9,109,212.459
E3	08°03'15.37178" S	34°57'05.84788" W	284,920.883	9,109,189.134
E4	08°03'15.48706" S	34°57'05.18414" W	284,941.226	9,109,185.688

Table 3. Coordinates of the planimetric geodesic support network.

Source: author's elaboration (2020)

Station	Orthometric Altitude (m)
E1	9.40428
E2	9.54902
E3	9.68023
E4	9.58677

Table 4. Orthometric altitude of the support network.

Source: author's elaboration (2020)

Station	X (m)	Y (m)
E1	150,010.7589	249,654.6341
E2	149,995.4525	249,657.6417
E3	149,988.0959	249,634.3544
E4	150,008.4190	249,630.8129

Table 5. Coordinates of the planimetric geodesic support network in the local topographic system.

Source: author's elaboration (2020).

Point	X (m)	Y (m)	Orthometric altitude (m)
P1	249,646.263	150,000.965	10.27240
P2	249,646.529	150,000.077	10.27734
P3	249,646.264	150,000.970	10.50013
P4	249,646.530	150,000.078	10.50867
P5	249,646.203	150,000.800	10.65004

Table 6. Sample of coordinates of control points in PTL.

Source: author's elaboration (2020).

For the calculation of the three-dimensional coordinates in the local topographic system of the control points fixed to the architectural structure, the Topcon Link software was used, and the coordinates of the supporting geodetic planimetric network in PTL with the respective orthometric altitudes (Table 6). This means that, by using topography, 75 control points were obtained around the architectural structure, out of the 583 targets attached to the monument.

Georeferencing of 3D models using Photomodeler

For the preparation of georeferencing of 3D models (Figure 4), using the Photomodeler programme (Photomodeler, 2013), it was necessary to establish a definition of absolute orientation. In this process, the actual scale and also the rotation of the axes (X, Y and Z) of the three-dimensional model were established, based on a set of three known coordinates, obtained through topographic and geodetic techniques, and coinciding with points in the three-dimensional model. Subsequently, a georeferenced three-dimensional model was generated, with dimensions associated with the local topographic plane. Points P10, P17 and P20, obtained through topographic and geodetic techniques were used as parameters for the absolute orientation (Table 7).

Point	X (m)	Y (m)	Orthometric Altitude (m)
P10	249,645.8822	149,999.7299	11.15439
P17	249,645.8743	150,000.4068	12.06597
P20	249,644.9704	150,000.2176	13.58807

Table 7. Points used as parameters for absolute orientation. Source: author's elaboration (2023).

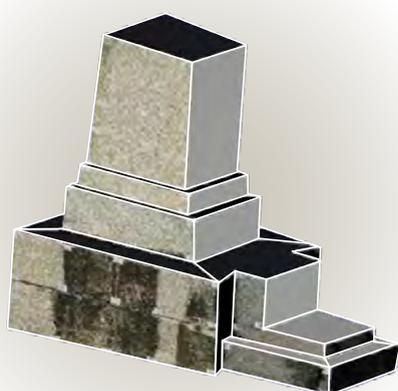


Figure 4. Three-dimensional georeferenced model. Source: author's elaboration (2020).

Results

For the validation of the georeferencing of the architectural structure from the three-dimensional coordinates of the targets (control points), established by topographic and geodetic positioning techniques, a comparative analysis of discrepancies was carried out (Table 7), between the linear measurements obtained by direct measurement, and the linear measurements obtained from the topographic coordinates in PTL (X, Y, h). Thus, the equation of the distance between two points in three-dimensional space [1]) and the discrepancies found between direct linear measurements and those obtained from UTM system coordinates (E, N, Orthometric Altitude) was applied, extracted from coordinated points in a CAD environment with the help of the DIST command (distance between points). This was possible because the work took place in a very limited area, without considering the effects of the Earth's curvature.

$$Distância_{O1-P2} = \sqrt{(X_2 - X_1)^2 + (Y_2 - Y_1)^2 + (Z_2 - Z_1)^2} \quad [1]$$

Discussion

These results are summarised in Table 8, which presents the comparison between the distances obtained by direct measurement and by topographic coordinates in PTL (X, Y, h). The results show very minor discrepancies, namely: a) the line formed by points 24 and 25 showed a discrepancy of 1.9 mm; b) the line formed by points 25 and 26 showed a discrepancy of 0.6 mm; c) in the case of the alignment between points 27 and 28, there was a discrepancy of 1.2 mm, and d) the line formed by points 28 and 29 showed a discrepancy of 0.9 mm. In the georeferencing of control points using linear measures extracted from the UTM system (E, N, Orthometric altitude), where there was no reduction of measurements, the following discrepancies were obtained: a) 8.6 mm for the alignment of points 24 and 25; b) for the line formed by points 25 and 26, there was a discrepancy of 17.8 mm; c) for the alignment of points 27 and 28, the discrepancy was 9.4 mm; and d) for the alignment between points 28 and 29, the discrepancy found was 10.2 mm. It was also observed that, when PTL coordinates were used, the error was between 0 and 2 mm, while when georeferencing was used, with coordinates in the UTM system, the error was in the range between 0 and 20 mm.

Alignment	Direct Measurement (m)	Measurement by topographic coordinates PTL (m)	Measurement by topographic co-ordinates UTM (m)	Discrepancy by Direct Measurement - PTL (m)	Discrepancy by Direct Measurement -UTM (m)	Percentage Error - Direct Measurement - PTL-PTL (%)	Percentage Error - UTM (%)
P24-P25	0.874	0.8759	0.8826	0.0019	0.0086	0.22	0.98
P25-P26	1.238	1.2386	1.2558	0.0006	0.0178	0.05	1.44
P27-P28	0.753	0.7542	0.7624	0.0012	0.0094	0.16	1.25
P28-P29	0.355	0.3559	0.3652	0.0009	0.0102	0.25	2.87

Table 8. Comparison between topographic measurements in PTL, in the UTM system, and direct measurement, with respective discrepancies. Source: author's elaboration (2023)

Conclusion

This methodology was based on topographic and geodetic techniques to support positional control in the georeferencing of products prepared by Digital Terrestrial Photogrammetry in the three-dimensional modelling of architectural structures. In addition, this work also addressed georeferencing with the use of UTM and the local topographic system, the analysis of the accuracy of the results, and suggestions to obtain better quality results.

In the process for the georeferencing of architectural shapes, either co-ordinate systems of the Local Topographic Plan or those of UTM may be used, although care must be taken in the case of architectural structures with high shapes, sizes, and volumes. This is because, considering that the architectural structure georeferenced in this work (João Fernandes Vieira: Honour to the hero of the Pernambucan Revolt) is quite small, due to its typology and measurements, it should be noted that the errors obtained in lines formed by coordinate points are between zero and 2 mm for coordinates in PTL and between 0 and 20 mm for coordinates in the UTM system. This shows that obtaining PTL coordinates leads to more accurate and better-quality results. On the other hand, the use of UTM coordinates could worsen the accuracy of the modelling, since the UTM coordinate points that generate the shapes do not undergo any reduction to a flat surface for the measurements thereof.

For georeferencing using the Photomodeler program (Photomodeler, 2013), it is sufficient to insert three points with coordinates linked to the coordinate system of interest. Thus, from a practical point of view, it is not necessary to perform an abundant three-dimensional survey of the control points, which facilitates processing and results in better products for future assignments.

Considering future research studies, a study is suggested to propose an official standard for the definition of classes to carry out Terrestrial Photogrammetric Surveys, considering also applications and even the concept of level of detail

(LOD), widely used in 3D SIG modelling (3D Geographic Information System). In addition, another possibility is the application of simulations, considering the admissible errors and sample size, necessary for the approval of a compliant work project or the rejection of a study with this characteristic but which is not compliant (user risk and producer risk). This topic, and a more in-depth study, would be even more timely, also considering the significant increase in the use of drones, which could be employed in terrestrial photogrammetry tasks, but which do not yet show a mathematically proven level of reliability, even though this market has been showing incredible development.

Nex et al. (2022) state that the use of Unmanned Aerial Vehicles (UAVs) has skyrocketed in the last two decades and they have become the most popular instruments for a wide range of applications. The development of best practices for high-quality UAVs depends on interdisciplinary research that promotes integration between different expertise and the combination of hardware and software components on the same platform. Researchers can take oblique/horizontal UAV images from the facade to process images with software (PIX4D, AGISOFT, etc.) dedicated to photogrammetry issues. There are numerous successful examples in the literature. Li and Shan (2022) have proposed the reconstruction of a building model from 3D point clouds. They have extracted graphical primitives of a building from digital surface modelling produced by collecting digital drone scenes and laser profiling. Kushwaha et al. (2019) have promoted point cloud segmentation to obtain trees, building roofs, and building facades. And after all, when they compare the results with the manual points cloud identification of the same, they obtain overall accuracies for roof and building façade segmentation of 90.86% and 84.83%, respectively. The results and analysis of these investigations indicate the importance of processing oblique/horizontal digital images, such as a 3D point cloud based on UAV imagery, which is a suitable source for obtaining facade features.

Contribution and Congratulation

Acknowledgments to the Post-Graduate Program in Geodetic Sciences and Geoinformation Technology of the Federal University of Pernambuco for the loans of equipment for geodetic and topographic surveys. The contribution of each author is listed below:

André Pinto Rocha: student of the postgraduate program and principal researcher of this work at the time. He participated in all stages, from the main plan to data collection, processing, and development of the article.

Clayton Guerra Mamede: student of the graduate program and collaborating researcher of this work. He participated in all phases of data collection, processing, and development of the article.

Carlos Alberto Borba Schuler: Doctoral professor in the UFPE program and André's tutor to the postgraduate program. He also collaborated effectively in the project for the development of the overall planning of all field work, in addition to data collection, preparation and review of the article.

Marcelo Antonio Nero: Doctoral professor of the UFPE program at the time. He collaborated in the development of the general planning of all the fieldwork in addition to the preparation and revision of the article and its adaptation to this journal.

Plinio da Costa Temba: collaborated in the bibliographic review, critical analysis and review of the article's content.

Juan Francisco Reinoso-Gordo: collaborated in the bibliographic review, critical analysis, and revision of the article's content.

References

- Ahmed, M., Hass, C. T., & Hass, R. (2012). Using digital photogrammetry for pipe-works progress tracking. *Canadian Journal of Civil Engineering*, 39(9), 1062-1071. <https://doi.org/10.1139/l2012-055>
- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). (2021). NBR 13133: Execução de levantamento topográfico - Procedimento. Rio de Janeiro. <https://www.normas.com.br/visualizar/abnt-nbr-nm/6400/abnt-nbr13133-execucao-de-levantamento-topografico-procedimento>

- Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). (2022). *NBR 14166: Rede de referência cadastral municipal: Requisitos e procedimento*. Rio de Janeiro. <https://www.normas.com.br/autorizar/visualizacao-nbr/10905/identificar/visitante>
- Ayala-García, E. T. (2021). La arquitectura, el espacio público y el derecho a la ciudad. Entre lo físico y lo vivencial. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 23(2), 36-46. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2021.3286>
- Basnet, K., Must, M., Constantinescu, G., Ho, H., & Xu, H. (2016). Close-range photogrammetry for dynamically tracking drifted snow deposition. *Cold Regions Science and Technology*, 121, 141-153. <https://doi.org/10.1016/j.coldregions.2015.08.013>
- Bill, R., Blankenbach, J., Breunig, M., Haurert, J. H., Heipke, C., Herle, S., ... & Werner, M. (2022). Geospatial Information Research: State of the Art, Case Studies and Future Perspectives. *PFG—Journal of Photogrammetry, Remote Sensing and Geoinformation Science*, 90, 349-389. <https://link.springer.com/article/10.1007/s41064-022-00217-9>
- Brun, E. V. P. (2005). *Verificação e classificação de níveis de acordo com normas internacionais*. Dissertation presented in Course of Pós-Graduação em Ciências Geodésicas da Universidade Federal do Paraná, Curitiba. <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/11171>
- Cârlan, I., & Dovelac, B. (2017). 3D modelling of arutela roman castrum using close-range photogrammetry. *International Journal of Conservation Science*, 8(1), 35-42. https://www.researchgate.net/publication/316642509_3D_modelling_of_Arutela_Roman_Castrum_using_close-range_photogrammetry
- Cedeño-Valdiviezo, A., & Torres-Lima, P. A. (2019). Conservación del arte contemporáneo: el caso de Mathias Goeritz en la catedral metropolitana de México. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 21(1), 44-53. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2019.21.1.2304>
- Cintra, J. P., & Rocco, J. (2014). Controle de qualidade angular em levantamentos topográficos. *Boletim de Ciências Geodésicas*, 20(3), 562-577. <https://dx.doi.org/10.1590/S1982-21702014000300032>
- Cintra, J. P., Nero, M. A., & Rodrigues, D. (2011). GNSS/NTRIP Service and Technique: Accuracy Tests. *Boletim de Ciências Geodésicas*, 17(2), 257-271. <https://doi.org/10.1590/S1982-21702011000200006>
- Coelho, L., & Brito, J. N. (2007). *Fotogrametria digital*. EdUERJ.
- Colombo, O. (2008). Real-Time, Wide-Area, Precise Kinematic Positioning Using Data from Internet NTRIP Streams, Colombo, O.L., In: *Proceedings ION GNSS 2008, Savannah, Georgia, 2008*. https://www.researchgate.net/publication/280938048_Real-Time_Wide-Area_Precise_Kinematic_Positioning_Using_Data_from_Internet_NTRIP_Streams
- Colorado, L. A. M., & Santos, J. C. M. (2015). Kinematic parameter estimation using close-range photogrammetry for sport applications, In: *Proc. SPIE 9681, 11th International Symposium on Medical Information Processing and Analysis*, 96810M (22 December 2015); Cuenca, Ecuador. <https://doi.org/10.1117/12.2208354>
- Cortés-Garzón, L. (2023). Cultura, prácticas artísticas y espacio urbano en la Localidad de San Cristóbal: el caso del suroriente, Bogotá. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 23(1). <http://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2023.25.3864>
- Deutsches Institut für Normung. *DIN 18723 - 1: Feldverfahren zur Genauigkeitsuntersuchung Geodatischer Instrumente – Allgemeines. Deutschland, 1990a*. <https://standards.globalspec.com/std/426033/DIN%2018723-1>
- Deutsches Institut für Normung. *DIN 18723 - 2: Feldverfahren zur Genauigkeitsuntersuchung Geodatischer Instrumente – Nivelliere. Deutschland, 1990b*. https://infostore.saiglobal.com/en-us/Standards/DIN-18723-2-1990-387657_SAIG_DIN_DIN_880541/
- Egea-Roca, D., Arizabaleta-Diez, M., Pany, T., Antreich, F., López-Salcedo, J. A., Paonni, M., & Seco-Granados, G. (2022). GNSS User Technology: State-of-the-Art and Future Trends. *IEEE Access*, 10, 39939-39968. <https://ieeexplore.ieee.org/iel7/6287639/9668973/09751089.pdf>
- Faggion, P. L. (2001). *Obtenção dos elementos de calibração e certificação de medidores eletrônicos de distância em campo e laboratório*. Phd thesis presented in Course of Pós-Graduação em Ciências Geodésicas da Universidade Federal do Paraná, Curitiba. <https://pdfs.semanticscholar.org/3239/f005258e5e79af396c1c76ea23fc93d70327.pdf>
- Ferenčík, M., Dudáková, Z., Kardoš, M., Sivák, M., Merganičová, K., & Merganič, J. (2022). Measuring Soil Surface Changes after Traffic of Various Wheeled Skidders with Close-Range Photogrammetry. *Forests*, 13(7), 976. <https://www.mdpi.com/1999-4907/13/7/976/pdf?version=1655896051>
- Fraser, R., Mowlam, A., Collier, P. (2005). Augmentation of Low-Cost GPS Receivers via Web Services and Wireless Mobile Devices. *Journal of Global Positioning Systems*, 3(1-2), 2005, 85-94. https://www.scirp.org/pdf/nav20040100013_63122120.pdf
- Fraštia, M. (2009). Creation of the accurate spatial models of historical objects by the close-range photogrammetry method, *Acta Montanistica Slovaca*, 14(1), 34-40. https://www.researchgate.net/publication/40422877_Creation_of_the_accurate_spatial_models_of_historical_objects_by_the_close-range_photogrammetry_method
- Fu, X., Peng, C., Li, Z., Liu, S., Tan, M., Song, J. (2017). The application of multi-baseline digital close-range photogrammetry in three-dimensional imaging and measurement of dental casts. *Plos One*, 12(6), e0178858. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0178858>
- Geomatics Industry Association of America (GIAA). (2002). DIN 18723 Specification for Theodolite Accuracy. *Professional Surveyor Magazine*, nov. 2002. <https://s3.microsurvey.com/support/Knowledgebase/stderr/Din18723.pdf>
- Gnann, N., Baschek, B., & Ternes, T. (2022). Close-rangeremotesensing-baseddetectionandidentificationofmacroplasticsonwaterassistedbyartificialintelligence: a review. *Water Research*, 118902. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0043135422008491?casa_token=ovWzA7czhNIAAAAA:4Rj6XWxx2FYYBsqqL3F3BI4EDV-ieAlmy5tO6IhaGvHrGVlrTyt27E-RclLpkEccQgdhajiRvdZ1
- Gonçalves, J. A., Madeira, S., & Sousa, J. J. (2012). *Topografia: Conceitos e Aplicações*. Porto, Portugal: Editora Lidel, 357p.
- Gutiérrez-Morales, G. (2019). Arquitecturas tradicionales y populares: un reto para la historiografía de la arquitectura en Colombia. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 22(2). <https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.2040>
- Illmann, R., Rosenberger, M., & Notni, G. (2022). Overview of the state of the art in the digitization of drivable forestry roads. *Image Sensing Technologies: Materials, Devices, Systems, and Applications IX*, 12091, 66-75. <https://doi.org/10.1117/12.2622738>
- Jiang, R., Jáuregui, D. V., & White, K. R. (2008). Close-range photogrammetry applications in bridge measurement: Literature review. *Journal Measurement*, 41(8), 823-834. <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2007.12.005>
- Kasser, M., Egels, Y. (2002) *Digital Photogrammetry*. New York-USA: Taylor & Francis.
- Koken, A., Koroglu, M. A., Karabork, H., & Ceylan, A. (2014). Photogrammetric Approach in Determining Beam-Column Connection Deformations. *Boletim de Ciências Geodésicas*, 20(3), 720-733. <https://doi.org/10.1590/S1982-21702014000300041>

- Kraus, K. (1993). *Photogrammetry*. V. 1, Bonn-Germany: Ümmler.
- Kushwaha, S.K.P, Dayal, K. R., Singh, A., & Jain, K. (2019). *Building facade and rooftop segmentation by normal estimation from UAV derived RGB point cloud*. The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences, Volume XLII-2/W17, 2019 6th International Workshop Low-cost 3D – Sensors, Algorithms, Applications, 2–3 December 2019, Strasbourg, France, 173-177.
- Kwak, E., Datchev, I., Habib, A., El-Badry, M., Hughes, C. (2013). Precise Photogrammetric Reconstruction Using Model-Based Image Fitting for 3D Beam Deformation Monitoring. *Journal of Surveying Engineering*, 139(3), 143-155. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)SU.1943-5428.0000105](https://doi.org/10.1061/(ASCE)SU.1943-5428.0000105)
- Lauria, G., Sineo, L., & Ficarra, S. (2022). A detailed method for creating digital 3D models of human crania: an example of close-range photogrammetry based on the use of Structure-from-Motion (SfM) in virtual anthropology. *Archaeological and Anthropological Sciences*, 14(3), 1-13. <https://link.springer.com/article/10.1007/s12520-022-01502-9>
- Leick, A., Rapoport, L., Tatarnikov, D. (2015). *GPS Satellite Surveying*. 4th Ed. New York-USA: Wiley.
- Li, Z., & Shan, J. (2022). RANSAC-based multi primitive building reconstruction from 3D point clouds. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 185, 247-260. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2021.12.012>
- Llanos-Chaparro, I., Henao-Carvajal, E., & Bárcenas-Duque, D. (2022). Adaptaciones geográficas de la casa moderna en Colombia. Cuatro casos de estudio en el litoral, el valle, la montaña y el altiplano. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 24(2). <https://doi.org/10.14718/RevArq.2022.24.4248>
- Long, C., Wan, B., Yang, Z., Liu, H., Tao, L., Ruan, G., Liu, Y., Wei, Y. (2017). *Study on close-range photogrammetry without traditional self-calibration measurement model*, Proc. SPIE 10458, AOPC 2017: 3D Measurement Technology for Intelligent Manufacturing, 104580C (24 October 2017); Beijing, China. <https://doi.org/10.1117/12.2281984>
- Maric, I., Panda, L., & Milosevic, R. (2022). Multi-Resolution Modelling of the Tufa Formation Dynamic using Close-Range Photogrammetry, Handheld 3D Scanner and Terrestrial Laser Scanner. In *GISTAM* (pp. 75-82).
- Martín, S., Uzkeda, H., Poblet, J., Bulnes, M., & Rubio, R. (2013). Construction of accurate geological cross-sections along trenches, cliffs and mountain slopes using photogrammetry. *Computer & Geosciences*, 51, 90-100. <https://doi.org/10.1016/j.cageo.2012.09.014>
- Mikhail, M., Bethel, J. M., McGlone, J. C. (2001). *Introduction to Modern Photogrammetry*. John Wiley & Sons.
- Monico, J. F. G. (2009). *Posicionamento pelo GNSS: Descrição, fundamentos e aplicações*. UNESP.
- Murtiyoso, A., Pellis, E., Grussenmeyer, P., Landes, T., & Masiero, A. (2022). Towards Semantic Photogrammetry: Generating Semantically Rich Point Clouds from Architectural Close-Range Photogrammetry. *Sensors*, 22(3), 966. <https://www.mdpi.com/1424-8220/22/3/966/pdf>
- Mustaffar, M., Saari, R., Abu Bakar, S., Moghadasi, M., & Marsono, K. (2012). The Measurement of Full-Scale Structural Beam-Column Connection Deformation Using Digital Close-range Photogrammetry Technique. *Malaysian Journal of Civil Engineering*, 24(2), 148-160. <https://journals.utm.my/mjce/article/view/15831>
- Nategh, M., Ekinci, A., & Iravanian, A. (2022). *A Novel Application of Close-range Photogrammetry for Earth Retaining Wall and Slope Stability Assessment*. <https://www.researchsquare.com/article/rs-1534286/latest.pdf>
- Nex, F, Armenakis, C., Cramer, M., Cucci, D. A., Gerke, M., Honkavaara, E., Kukko, A., Persello, C., & Skaloud, J. (2022). UAV in the advent of the twenties: Where we stand and what is next. *ISPRS Journal of Photogrammetry and Remote Sensing*, 184, 215-242. <https://doi.org/10.1016/j.isprsjprs.2021.12.006>
- Paciléo Netto, N. (1993). *Métodos de ajustamento em geodésia e topografia*. Thesis presented in Escola Politécnica. Universidade de São Paulo.
- Paciléo Netto, N. (1997). *Campo de provas para instrumentos de medição e posicionamento*. Universidade de São Paulo.
- Paixão, A., Muralha, J., Resende, R., & Fortunato, E. (2022). Close-Range Photogrammetry for 3D Rock Joint Roughness Evaluation. *Rock Mechanics and Rock Engineering*, 55(6), 3213-3233.
- Petruccioli, A., Gherardini, F., & Leali, F. (2022). Assessment of close-range photogrammetry for the low-cost development of 3D models of car bodywork components. *International Journal on Interactive Design and Manufacturing (IJIDeM)*, 1-11.
- Photomodeler (2013). www.photomodeler.com. Access in: Dec. 02, 2013.
- Reinoso-Gordo, J. F., Romero-Zaliz, R., León-Robles, C., Mataix-SanJuan, J., & Nero, M. A. (2020). Fourier-Based Automatic Transformation between Mapping Shapes—Cadastral and Land Registry Applications. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 9(8), 482. <https://doi.org/10.3390/ijgi9080482>
- Santofimio-Ortiz, R., Pérez-Agudelo, S. M. (2020). Monumentos y Arte urbano: Percepciones actitudes y valores en el caso de la ciudad de Manizales. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 22(2). <https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.2221>
- Santosi, Z., Sokac, M., Korolija-Crkvenjakov, D., Kosec, B., Sokovic, M., & Budak, I. (2015). Reconstruction of 3D models of cast sculptures using close-range photogrammetry. *Metallurgija*, 54(4), 695-698, 2015. https://www.researchgate.net/publication/282200200_Reconstruction_of_3D_models_of_cast_sculptures_using_close-range_photogrammetry
- Shortis, M. R., & Shager, J. W. (2014). A practical target recognition system for close-range photogrammetry. *The Photogrammetric Record*, 29(147), 337-355. <https://doi.org/10.1111/phor.12070>
- Silva, I., & Segantini, P. C. L. (2015). *Topografia para Engenharia: teoria e prática de geomática* (1st ed.). Rio de Janeiro-Brazil.
- Silva, M. M. S. (2008). *Metodologia para a criação de um laboratório para classificação das componentes angulares horizontal e vertical, de teodolitos e estações totais*. 2008. 139p. Phd thesis presented in Universidade Federal do Paraná. Curitiba, Paraná.
- Silva, M. M. S., Faggion, P. L., Veiga, L. A. K. (2010). Metodologia de classificação das componentes angulares horizontal de teodolitos e estações totais em laboratório. *Boletim de Ciências Geodésicas*, 16(3), 403-419. <https://revistas.ufpr.br/bcg/article/view/18724/12151>
- Um, I.; Park, S., Kim, H. T., & Kim, H. (2020). Configuring RTK-GPS Architecture for System Redundancy in Multi-Drone Operations. *IEEE Access*, 8, 76228-76242, 2020. <https://ieeexplore.ieee.org/stamp/stamp.jsp?tp=&number=9075221>

Segregación residencial socioeconómica en Latinoamérica. Una visión crítica del concepto

Socioeconomic residential segregation in Latin America.
A critical view of the concept

Abel Giovanni Galván-Farías

Universidad de Guanajuato. Guanajuato (México).

División de Arquitectura, Arte y Diseño

Programa Interinstitucional de Doctorado en Arquitectura

Arquitecto, Universidad de Colima. Colima (México).

Maestría en Arquitectura (área de urbanismo), Universidad de Colima. Colima (México).

Actual integrante del Programa Interinstitucional de Doctorado en Arquitectura, ofrecido por el trabajo conjunto de la Universidad de Colima, la Universidad de Guanajuato, la Universidad de Aguascalientes y la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo.

 <https://orcid.org/0000-0003-2244-8669>

 labelggalvan@gmail.com

Marina I. De la Torre

Universidad de Guanajuato. Guanajuato (México).

División de Arquitectura, Arte y Diseño

Arquitecta, Universidad Nacional de San Juan, San Juan (Argentina).

Máster en Arquitectura, Universidad Nacional de San Juan, San Juan (Argentina)

Doctor en Arquitectura, Universidad de Guanajuato, Guanajuato, (México)

Miembro del Sistema Nacional de Investigadores (SNI) Nivel II, del Conacyt, CDMX (México).

Docente e investigadora, Departamento de Arquitectura, División de Arquitectura, Arte y Diseño, Universidad de Guanajuato, Guanajuato (México), y de la Facultad de Arquitectura de la Universidad De La Salle, León (México)

 <https://scholar.google.com.mx/citations?user=n2dXPlcAAAAJ&hl=es&authuser=1>

 <https://orcid.org/0000-0001-7948-6979>

 marinadt8@hotmail.co

Resumen

La segregación es un concepto polisémico, cuya definición adopta los sesgos propios del interés de cada disciplina. Sociólogos, geógrafos, antropólogos y arquitectos aluden a la segregación, tanto social y urbana como residencial, para referirse al mismo fenómeno. En tal sentido, se hace necesario un análisis teórico conceptual, en el que se identifiquen los elementos estructuradores del concepto, desde su sentido más elemental hasta sus específicas determinaciones. Con tal fin, se acomete una revisión descriptiva del conocimiento acumulado en relación con el tema mencionando consensos y discrepancias entre sus referentes teóricos más importantes. La consideración del fenómeno en el contexto social y urbano de las ciudades latinoamericanas actuales es una constante en el desarrollo del presente artículo.

Palabras clave: ciudad; diferenciación social; fragmentación urbana; modernización; planificación urbana; sociología urbana

Abstract

Segregation is a polysemic concept, whose definition is biased according to the interests of each discipline. Sociologists, geographers, anthropologists, and architects allude to segregation both social, urban, and residential, to refer to the same phenomenon. In this sense, a conceptual theoretical analysis is necessary for which the structuring elements of the concept are identified from its most elementary sense to its specific determinations. To this end, a descriptive review of the accumulated knowledge on the subject is undertaken, mentioning consensus and discrepancies among its most important theoretical references. The consideration of the phenomenon in the social and urban context of current Latin American cities is a constant in the development of this article.

Keyword: city; modernization; social differentiation; urban fragmentation; urban planning, urban sociology

Introducción

La segregación se ha venido perfilando, a través de una serie de revoluciones urbanas¹, como una característica intrínseca a las ciudades contemporáneas, independientemente del tamaño, en términos de superficie que estas presenten. Sin embargo, explicarla se ha vuelto una labor compleja, pues, aunque el concepto ha sido analizado por diversos autores en repetidas ocasiones, sigue siendo controversial en la actualidad, y causa confusión al implementarse más de un término para referirse al mismo fenómeno. Esto sucede debido a la variedad de perspectivas que admite y a las continuas modificaciones en las dinámicas sociales y urbanas de las ciudades modernas, detonadas, en parte, por la globalización. Es decir, a la segregación se la puede entender en un sentido sociológico, geográfico, urbano o antropológico e, incluso, más de uno a la vez, dependiendo de los objetivos del investigador.

De esta forma, la segregación y cada una de sus variantes conceptuales tienen que ser comprendidas de acuerdo con las lógicas socioespaciales del mundo contemporáneo, y es en las ciudades latinoamericanas donde el fenómeno se expresa con mayor intensidad cuando se le atribuye la cuestión económica (Rodríguez Vignoli, 2001; Sabatini, 2002), motivo por el cual surge el interés en clarificar a qué se refiere específicamente la *segregación residencial socioeconómica* (SRS). El análisis teórico-conceptual de la segregación se vuelve una herramienta para dilucidar las características particulares que guarda cada una de las formas como se presenta dentro del ámbito urbano; principalmente, cuando requiere observarlas a una escala menor que la urbe en su totalidad.

Se propone, específicamente, el desarrollo de los conceptos *segregación*, *segregación urbana* (SU), *segregación residencial* (SR) y SRS, ya que es imprescindible entender bajo qué condiciones se tiene un tipo u otro de segregación, y cómo cada uno tiene efectos distintos sobre el territorio urbano. Algunos autores que se han posicionado como referentes en el estudio de la temática y estructuran la base teórica del documento son Sabatini (2000, 2002, 2006), Rodríguez Vignoli (2001), Duhau (2003), Rodríguez y Arriagada (2004) y Cortés (2008), quienes se han ocupado, desde distintos enfoques, de analizar cuál es la forma más adecuada de entender la segregación.

Metodología

Para establecer el concepto más adecuado de segregación, se parte de una revisión teórica y conceptual que permite comprender bajo qué condiciones se hace referencia a un tipo u otro de segregación. Se trata de un análisis crítico, del cual se obtienen las bases para determinar en qué momento la segregación se convierte en SU, SR o SRS. Como primer paso se hace una recopilación de los autores más representativos en la temática, teniendo especial cuidado en integrar aquellos que son clásicos y de alta relevancia: por ejemplo, Duncan y Duncan (1955) y Massey y Denton (1988).

El fenómeno de la segregación, en general, comenzó a ser estudiado con mayor énfasis a partir del surgimiento de la

Escuela de Chicago, a principios del siglo XX, lo cual abrió la posibilidad de verificar cómo ha venido evolucionando su conceptualización. Esto permite comparar los elementos que en un inicio caracterizaban a la segregación, y cuáles son los que lo hacen hoy en día, pues, de acuerdo con Schteingart (2010, p. 349), los términos modernos carecen de contenido social y no se los explica adecuadamente.

La bibliografía se organiza a partir de los diferentes enfoques con que se analiza el tema. Desde la sociología sobresalen los trabajos de White (1983), Rodríguez Vignoli (2001) y Kaminker (2015); en el urbanismo, lo hacen Sabatini (2000; 2002; 2006), Rodríguez y Arriagada (2004) y Schteingart (2013); desde la geografía, Martori et al. (2006), Álvarez (2009) y López Trigal (2015), y desde la antropología, García Canclini (2005), Cortés (2008) y Checa-Olmos et al. (2011). La recopilación multidisciplinaria de trabajos exhibe las distintas posturas adoptadas respecto a la definición de segregación, y posibilita estructurar un término que conserve los elementos clave que la expliquen.

Posteriormente, se hacen el análisis y la interpretación de los criterios que, desde las distintas disciplinas, se proponen para conceptualizar la segregación, y dos de sus variantes, en las que sobresalen la residencia y la capacidad económica de los habitantes, como elementos diferenciadores. Se observan las similitudes y las diferencias, a fin de homologarlas en un concepto capaz de sintetizar las múltiples acepciones que se le dan al fenómeno.

Finalmente, se estructuran conceptos para la segregación, la SU, la SR y la SRE. Cada una de las definiciones guarda estrecha relación con las dinámicas socioespaciales de las ciudades contemporáneas, en las que se observa una tendencia hacia la reducción de la escala de los procesos segregativos. Asimismo, se intenta clarificar las particularidades que las distinguen entre sí, a fin de lograr un entendimiento y un uso adecuados de cada concepto cuando se estudia el tema.

Resultados

El concepto de segregación

La noción de *segregación*², sin acepciones adicionales, de acuerdo con la Real Academia de la Lengua Española, viene del latín *segregatio*, y hace referencia a la acción de separar, apartar o aislar algo o a alguien de otra u otras cosas o personas. Desde un enfoque sociológico, Rodríguez Vignoli (2001) menciona que la segregación puede ser entendida como “la existencia de diferencias o desigualdades dentro de un colectivo y a la separación de los sujetos en categorías que tienen cierto grado de distinción jerárquica” (Rodríguez Vignoli, 2001, p. 13).

La segregación remite a una noción de separación o distanciamiento de una parte del todo o, hablando en un sentido social, a la separación de una sección de la sociedad, identificada de forma singular del resto del conjunto social donde interviene algún grado de superioridad o inferioridad. Así, al hablar de *segregación social*, automáticamente está implícita la subdivisión de la sociedad, la

1 Las revoluciones urbanas a las que se hace referencia son las definidas por Ascher (2007): *la ciudad de la Edad Moderna* (1500-1750); *la ciudad industrial* (1750-1850); y *la ciudad del siglo XXI* (1900-a lo que va del siglo XXI).

2 Se hace referencia únicamente al concepto segregación, evitando cualquier palabra que lo pueda acompañar (residencial, socioeconómica, cultural, racial, etc.), y así modificar su sentido.

cual requiere un medio para expresarse; y es ahí donde el territorio urbano toma su papel principal.

Bajo la óptica de la geografía López Trigal (2015, p. 547), señala que el término remite más a una idea de *cercamiento*. Se aprecia que la dificultad para analizar la segregación empieza desde su conceptualización. Mientras que para algunos se relaciona con una cuestión de separación, otros lo toman como una noción de cercanía. La diferencia entre ambos está en que al hablar de cercanía nos aproximamos en un sentido positivo al fenómeno, donde la parte segregada estaría en posición de obtener alguna ventaja, en tanto que hablar de separación remite a un ámbito de negatividad.

A pesar de que en los dos sentidos la relación, en términos de distancia, está implícita, no aparece como un componente propio de la segregación. Su ausencia estriba en las dificultades conceptuales y operativas que supone introducirla. Además, no se ha dejado claro que la forma más viable de capturar la distancia sea mediante la extensión física, pues las distancias sociocultural o temporal pueden llegar a ser más relevantes (Rodríguez Vignoli, 2001, p. 13).

Desde la sociología urbana, para Schteingart (2010, p. 349), la segregación es “el grado de proximidad espacial de las familias que pertenecen a un mismo grupo social y la distancia con otros grupos”. Aliaga Linares y Álvarez Rivadulla (2010, p. 6) la entienden como la separación espacial entre diferentes grupos de población. Asimismo, Rodríguez y Arriagada (2004, p. 6) la exponen como las formas de desigual distribución de grupos de población en el territorio. Nuevamente, se aprecian los sentidos positivo y negativo en la forma de referirse a la segregación mediante los adjetivos de proximidad y separación, a los que se añade uno nuevo, que tiene que ver con la desigualdad.

Así pues, queda evidenciado que el concepto de segregación por sí solo ya integra las cuestiones social y espacial, y ello hace innecesario el acompañamiento de la expresión “socioespacial” al analizarla. A menos que se requiera estudiar a la sociedad o al espacio urbano de forma independiente, sí es necesario hacer la especificación, si se tiene segregación social o segregación espacial. Hasta este momento, se ha hablado de una diferenciación de grupos sociales, sin especificar alguna característica que los distinga, lo cual es el principio fundamental para comprender de forma correcta la segregación. Sin embargo, al mezclar los aspectos social y espacial, e integrar más elementos de especificidad, la segregación adquiere otros sentidos, que es necesario explicar.

Segregación urbana

En el sentido más amplio, la noción socioespacial de la segregación tiene su expresión más clara en el conjunto urbano, y justamente por esta cualidad, se la conoce como SU. En ese contexto, la segregación remite a las diferentes formas de ocupación del espacio urbano por parte de la población, sin especificar si se trata de residencia, actividad económica o cualquier otro uso. Duncan y Duncan (1955, p. 211), sociólogos clásicos en la temática, conciben a la SU desde una perspectiva de uniformidad, como el desequilibrio entre proporciones de población con cualidades diferidas reflejadas en el territorio urbano.

A diferencia de lo anterior, White (1983, p. 1009) comienza a tener una visión más amplia, cuando señala que la SU puede entenderse en dos sentidos. Desde la sociología, se refiere a la ausencia de interacciones, mientras para la geografía se trata de la desigualdad en la distribución de los grupos sociales en el espacio físico. La cuestión social y espacial se mantiene, pero no se delimita un tipo específico de segregación más allá de la ciudad en general, y fragmenta, por tanto, el espacio urbano a escala macro.

Aunque también existe la segregación rural, esta ha sido abordada en menor medida. Al respecto, se tiene como ejemplo el trabajo de Montes Velázquez (2017). Sin embargo, hay una preocupación superior por la complejidad y la malignidad que ha adquirido la segregación en el interior del espacio urbano, el cual se sigue extendiendo hacia las periferias y modificando los patrones tradicionales de distribución poblacional.

Desde el enfoque sociológico, Castells (1974, p. 204) añade que la SU es una “tendencia a la organización del espacio en zonas de fuerte homogeneidad social interna y de fuerte disparidad social entre ellas, entendiéndose esta disparidad no sólo en términos de diferencia, sino de jerarquía”. De acuerdo con Tun Chim (2015, p. 34), la definición anterior hace referencia a una cuestión tendencial, pues no se trata de un fenómeno estático, sino que responde a una estructura social de un contexto histórico determinado.

De esta manera, hablar solo de diferencias, sin incorporar las partes jerárquica y cambiante, impediría entender a lo que realmente se refiere la SU. Entonces, este tipo de segregación se produce cuando hay concentración de ciertos tipos de población en un territorio urbano determinado (McKenzie, 1967, p. 297). Al respecto, Bourdieu (2002) señala:

En una sociedad jerárquica, no hay espacio que no esté jerarquizado y no exprese las jerarquías y las distancias sociales, de un modo (más o menos) deformado y sobre todo enmascarado por el efecto de naturalización que entraña la inscripción duradera de las realidades sociales en el mundo natural. (p. 120)

Groisman (2010, p. 432) menciona que una de las consecuencias más negativas de la segregación es que sitúa a los estratos sociales en un contexto de socialización uniforme, que propicia la naturalización de las diferencias en la estructura social. Tanto Bourdieu (2002) como Groisman (2010) hacen explícito que la ocupación desigual del espacio se vuelve cotidiana, en el entendido de que es una condición ligada al capital económico de los sujetos.

Tun Chim (2015, p. 34) plantea que la SU debe entenderse como un fenómeno de diferenciación entre las relaciones de la estructura social y el espacio urbano, y que implica una jerarquía de los grupos sociales. Habla, además, de dos componentes que la conforman, y que están altamente relacionados: la falta de interacción entre grupos sociales y la distancia física, y por ello se tendría que hablar, más aún, de *segregación urbana socioespacial*.

Sin embargo, considerando que la segregación es entendida en ambos sentidos (social-espacial), y que el uso de la palabra sin “apellidos” que la acompañen remite a la separación de sujetos u objetos del resto de un conjunto, referirnos a una SU socioespacial sería redundante, pues se sobreentiende que en la segregación interactúan las cuestiones social y espacial. De esta forma, lo apropiado

es hablar solamente de SU para indicar que se trata de la que se desarrolla en el ámbito urbano, pues, evidentemente, nos seguimos refiriendo al conjunto de relaciones asimétricas entre sociedad y espacio urbano, que provoca ausencia de interacción social y de ubicaciones geográficas específicas en la ciudad vista de manera global; pero el concepto queda acotado, y ello facilita su comprensión.

Continuando con el enfoque sociológico, Duhau (2003) y Schteingart (2010) hacen una crítica al uso del concepto de SU, pues indican que, debido a la escala territorial a la que se refiere, el fenómeno tendría que ser entendido como división social del espacio. El concepto de segregación será adecuado en la medida en que los estudios socioespaciales tengan un nivel de desagregación mayor, por cuanto es a escalas menores donde realmente se podrá hablar de segregación. Sin embargo, hablar solo de división social del espacio queda muy lejos de representar las interacciones que se dan entre ambos componentes: sociedad y territorio.

Para Schteingart (2010, p. 349), la SU remite a los grandes lineamientos de la organización del espacio urbano, mientras que Duhau (2003) la interpreta como “las diferencias existentes en la localización intraurbana o intrametropolitana³ de diferentes grupos... relacionadas fundamentalmente con el mercado inmobiliario, es decir, el costo de la vivienda...” (Duhau, 2003, p. 177). Se puede apreciar cómo en estas conceptualizaciones se agrega un elemento que merece la pena resaltar: *el costo*. Habitar las distintas áreas de la ciudad conlleva diferencias en los costos, dependiendo de su prestigio; luego, no todos pueden acceder a las mismas zonas, porque no están en la misma posición dentro de la escala socioeconómica.

Por otra parte, Aliaga Linares & Álvarez Rivadulla (2010, p. 6) exponen que a medida que la segregación se intensifica, la homogeneidad de las áreas espaciales aumenta. Por el contrario, la segregación será menor si la heterogeneidad es la que predomina. Sin embargo, aunque la jerarquía de los grupos sociales es importante, no se vuelve la única determinante de la segregación urbana, por cuanto en las ciudades pueden existir grupos que pertenecen a la misma escala social, pero distinguidos por alguna cualidad cultural. Son De Queiroz Ribeiro & Dos Santos Junior (2003) quienes han resaltado esta dimensión inmaterial de la SU relacionada con el empoderamiento y el desapoderamiento de los grupos sociales en razón de su localización en el espacio urbano.

No obstante, para Saraví (2008, p. 95), la *segregación espacial urbana* puede entenderse como una dimensión específica de un proceso general de diferenciación social, lo que admite múltiples criterios a partir de los cuales puede tener lugar. Igualmente, para De Queiroz Ribeiro et al. (2015, p. 32), la SU se convierte en un modelo de organización espacial dominado por los contrastes y las jerarquías que han emergido en las grandes ciudades. La diferenciación de las clases sociales es transformada en separaciones físicas y simbólicas que dificultan la sociabilidad e intensifican la fragmentación del espacio urbano. Sabatini (2006, p. 8) añade que la segregación espacial se

convierte en un recurso al que apelan los grupos de población para afirmar sus identidades sociales.

Hasta ahora, la atención se ha concentrado en la postura sociológica. Desde esta línea de apreciación, sobresale el hecho de que la segregación es resultado del distanciamiento o la fragmentación sociales que existen en el espacio urbano, lo cual deriva en localizaciones específicas para cada grupo. Asimismo, es recurrente la percepción de que este tipo de segregación debe ser observada bajo una escala macro de análisis. Es decir, la segregación urbana, forzosamente, va a involucrar a la totalidad de una ciudad y la manera como los grupos sociales se distribuyen en el espacio urbano, dividiéndolo o fragmentándolo.

Ahora bien, desde la geografía urbana, Levy y Brun (2000, p. 154) mencionan que, independientemente del nivel de desarrollo económico, la segregación concierne a las incidencias de la división administrativa y de la organización territorial del poder en los conglomerados urbanos, de forma que son las anomalías de las relaciones de la estructura social y las posiciones de poder las que, expresadas de forma territorial, dan paso a la SU.

Por su parte, Alegría (1994, p. 415) explica la segregación como “la separación o adyacencia espacial entre grupos sociales y no de los grupos respecto a cualquier otra entidad urbana”. Si bien constituye un esfuerzo por esbozar una definición que simplifique la complejidad que comprende la segregación urbana, no es del todo acertada, por cuanto esa lejanía o esa cercanía suceden inevitablemente dentro y entre dos o más entidades urbanas, por lo que, de forma obligatoria, la separación de los grupos sociales estará determinada, sí, respecto a otros grupos, pero también, respecto a las unidades espaciales que los contienen.

Así, la localización espacial se vuelve un sistema de asignación de usos residenciales del suelo que no es independiente de los mecanismos de la segregación, y es determinada, en mayor medida, por la posición de las personas en la estructura económica. Ante esto, Harvey (1990, p. 223) menciona que el capitalismo promueve la continua relocalización espacial de las estructuras sociales en la búsqueda de sitios de mayor prestigio.

Suárez Bonilla y López Irías (2016, p. 61) explican la segregación urbana como un tipo de segregación socio-territorial que expresa las desigualdades a través de la población urbana; principalmente, aquellos que son excluidos del mercado formal de suelo y vivienda por sus escasos recursos. Con mirada antropológica, García Canclini (2005, p. 59) menciona que esas diferencias económicas entre estratos adquieren su significado en relación con otras formas de poder, como las simbólicas. No obstante, en las sociedades actuales es casi generalizado que las condiciones económicas gobiernen sobre cualquier otra.

Finalmente, Castells (1974, p. 204) expone, que si bien la SU se trata de una tendencia general, no es capaz de explicar por sí misma la composición del espacio residencial de una aglomeración concreta. Es decir, la ciudad está conformada por el entrelazamiento histórico de varias estructuras sociales y espaciales, lo cual deriva en tipos específicos de segregación que deben ser analizados particularmente, para entenderlos en todo su espectro.

De acuerdo con la discusión teórica precedente, es posible referir que la SU puede ser entendida como las diferencias en las relaciones territoriales de los múltiples grupos sociales con el conjunto de la ciudad, sin indicar una cualidad específica que delimite a dichos grupos.

3 Se entienden como intraurbanas aquellas dinámicas socioespaciales que suceden dentro de un espacio urbano (las ciudades), independientemente de su extensión; y como intrametropolitanas, las que se desarrollan en el espacio urbano de ciudades con determinadas características físicas, económicas, políticas, urbanas y sociales, todas las cuales las posicionan como sitios de mayor importancia respecto de las demás.

En términos más sencillos, se trata de la desigual distribución territorial de los sujetos con distinta posición en la escala social. De esa manera, analizar las relaciones del aparato social con la estructura urbana considerando la totalidad de un territorio implicará todo el repertorio de acciones de cualquier ámbito que ahí sucedan: económicas, habitacionales o comerciales, entre otras.

Segregación residencial

En términos sociológicos, Rodríguez Vignoli (2001) expone que la segregación territorial, donde se inserta la SR, “es una modalidad específica de la segregación, en la que las categorías que separan a los individuos se refieren a su localización geográfica” (Rodríguez Vignoli, 2001, p. 13). De acuerdo con Checa-Olmos et al. (2011, p. 220), la diferenciación residencial se ha convertido en una constante en todo proceso de configuración urbana dibujando las desigualdades sociales y las fronteras territoriales que separan a los grupos poblacionales. Entonces, para que exista SR, además de las disparidades en el conjunto social, debe estar enmarcado el tema geográfico, y así construirse una dialéctica entre sociedad y espacio residencial.

Para Tun Chim (2015, p. 37), la SR es considerada un tipo de segregación socioespacial, y por eso el tipo de segregación más adecuado para comprender las diferenciaciones que la estructura social tiene en relación con el espacio urbano. Desde su punto de vista, el fenómeno es entendido como “la separación física de dos o más grupos distintos en diferentes barrios” (Tun Chim, 2015, p. 37). Entonces, el territorio urbano, junto con el espacio residencial, se vuelve el medio más viable para entender las dinámicas de fragmentación social de orden urbano. Es cierto que en las ciudades es posible identificar zonas segregadas en términos económicos o funcionales, pero estas no permiten un análisis inmediato de la estructura social como lo hace la residencia, que es la mayor expresión de la localización de los grupos sociales en el territorio urbano.

Lo anterior es reforzado por Sabatini (2000; 2002; 2006) y Sabatini et al. (2001), quienes mencionan que la SR se trata de un fenómeno social característico de las ciudades contemporáneas; principalmente, de las de mayor tamaño, donde interactúa la dimensión espacial. Puede entenderse la SR como “la aglomeración geográfica de familias de una misma condición o categoría social, como sea que se defina esta última, social o racialmente o de otra forma” (Sabatini, 2002, p. 18). A esto, Massey y Denton (1988, p. 281) agregan que el fenómeno debe entenderse como multidimensional, por cuanto es capaz de presentarse en las dimensiones de uniformidad, de exposición, de concentración, de centralización o de agrupamiento.

Por su parte, Molinatti (2013) explica el mencionado fenómeno como la “existencia de desigualdades en la distribución de las localizaciones cotidianas de las personas o sus familias que residen en un determinado aglomerado urbano” (Molinatti, 2013, p. 68). Con el mismo enfoque social, Madoré (2005, p. 47) menciona que la SR sucede cuando existe diferenciación o desigualdad en la distribución espacial de la residencia de determinados grupos en el territorio de una ciudad, delineados por características como la raza, la etnia, los recursos económicos, la religión, la nacionalidad o cualquier otro.

Cortés (2008, p. 441) expone que el concepto de SR se conforma vinculando las definiciones de *integración social* y *distancia física*. La integración social se refiere a la mezcla

social de clases socioeconómicas o de cualquier tipo en un mismo sitio, mientras que la distancia física es entendida como la cercanía o la lejanía entre grupos de distinta categoría social. Hasta este punto, los autores expresan que la SR engloba la diferenciación de grupos de población social y geográficamente, y tiene, por tanto, como determinante principal el sitio de residencia.

De acuerdo con Kaztman y Retamoso (2005, p. 132), además de la vivienda, el fenómeno tiene que ver con la segmentación en la calidad de los servicios de salud y educación a los que acceden las distintas clases sociales, lo cual perpetúa la concentración de los estratos más vulnerables en zonas degradadas del territorio urbano. Los procesos de SR transforman la morfología social del espacio urbano al modificar la composición social de los barrios; y al ser la población popular la más representativa cuantitativamente, su concentración geográfica causa homogeneidad social y la acentuación de la desigualdad en la distribución de las personas en el territorio urbano (Kaztman & Retamoso, 2007, p. 134) la escuela y el barrio sobre los aprendizajes, presenta modelos jerárquicos lineales que buscan aislar los efectos de cada uno de estos contextos. Resume los desafíos que plantean los resultados a los intentos de la educación uruguaya por disociar los logros de aprendizaje de los orígenes sociales y examina las respuestas de las autoridades del sector a esos desafíos. Por último, pasa revista a opciones de políticas para fortalecer el papel de la educación como ruta principal para la integración de las nuevas generaciones ante los nuevos problemas de segregación urbana. (Kaztman & Retamoso, 2007). Lo anterior abre una línea muy delgada entre segregación y gentrificación, si se toma en cuenta que ambos procesos alteran la composición socioespacial de los sectores de la ciudad (Sabatini et al., 2017, p. 230).

Por su parte, De Queiroz Ribeiro y Kaztman (2010, p. 161) abordan la SR como la concentración territorial de los segmentos más vulnerables de la sociedad, lo que desencadena la reproducción de la pobreza y las desigualdades. Añaden, además, el aumento de los procesos segregativos, como consecuencia de la segmentación del mercado del trabajo y la liberación del mercado de suelo, y que ambos han generado una tendencia al aislamiento de los grupos desaventajados; sin embargo, hacen énfasis en la población de escasos recursos cuando la segregación acapara a todos los estratos sociales por igual.

Con un enfoque más geográfico y urbano, el Ministerio de Economía, Planificación y Desarrollo (2012, p. 1) y Martori et al. (2006, p. 50) plantean que la SR indica el grado de desigualdad de la distribución de los grupos de población entre las diferentes zonas o unidades espaciales que conforman una ciudad. A diferencia de las conceptualizaciones con raíces sociológicas, se expone a la segregación sin considerar el aspecto social, sino solo la localización diferenciada de la residencia de los distintos grupos en el espacio urbano.

Asimismo, Clichevsky (2000, p. 8) define la SR como el distanciamiento y la separación de grupos de población de una comunidad. Puede ser *localizada*, cuando un grupo social se encuentra concentrado en una zona específica de la ciudad, o *excluyente*, cuando hay ausencia de integración de los grupos sociales en espacios que son comunes para varios de ellos.

Como se puede observar, se hace explícita la conjugación de las cuestiones social y espacial en las conceptualizaciones expuestas, y eso deja claro que la SR es un proceso que correlaciona las interacciones entre el espacio físico y

los actores sociales. El fenómeno sigue siendo regido por la desigualdad y por algún grado de dominio, pero ahora, con una inclinación hacia el aspecto habitacional, que, además, puede alcanzar un mayor grado de especificidad.

Segregación residencial socioeconómica

Ahora bien, siguiendo con las distinciones, existen atributos que actúan como diferenciadores de los grupos de población que tienen una expresión territorial, y ello modifica el sentido que adquiere la SR. Desde la sociología urbana, Rodríguez Vignoli (2001, p. 14) identifica dos líneas de atributos. La primera está relacionada con la estratificación socioeconómica, donde sobresalen el ingreso, la educación y las condiciones materiales de vida. La segunda tiene que ver con la segmentación bio-sociocultural, donde se destacan el color de la piel, el idioma, la nacionalidad, la etnia, la religión y la casta.

Si se utiliza alguno de los primeros criterios, a la SR debe añadirse el calificativo de *socioeconómica*. Si se emplean los criterios relacionados con la cuestión bio-sociocultural, “la segregación residencial adquiere el apellido del atributo que diferencia la localización de las personas, es decir, segregación (residencial desde luego) racial, lingüística, étnica, religiosa, etc.” (Rodríguez Vignoli, 2001, p. 14). Cuando los atributos socioeconómicos y los bio-socioculturales se encuentran interrelacionados, la segregación residencial adopta ambas nociones, y entonces, por ejemplo, tiene SRS racial, lo cual significará que estaremos analizando la distribución de los grupos de población por raza y, además, consideraremos la posición económica de estos.

En el mismo sentido, Suárez Bonilla y López Irías (2016, p. 55) opinan que al analizar los efectos que tiene la distribución espacial en la vida de las personas, es indispensable asociar el fenómeno a las diferencias económicas, culturales, sociales, e incluso políticas, entre los grupos que habitan las ciudades; en otras palabras tipificarla de acuerdo con sus formas de expresión. La SR, como respuesta de las condiciones de inequidad social, es una cuestión tan amplia que se vuelve necesario acotarla para entenderla y tener nociones más claras de la interacción entre sociedad y territorio.

En América Latina, a diferencia de lo que sucede en países como Estados Unidos, donde hay una larga tradición de estudios enfocados en la SR racial, la atención ha estado centrada en la segregación residencial socioeconómica. Tal situación es comprensible, pues son las desigualdades sociales, de ingreso o clase, las que representan la mayor distinción en la estructura social de sus ciudades.

No obstante, Kaminker (2015, p. 1) reflexiona sobre la necesidad de descentrar los estudios latinoamericanos sobre SR de las lecturas mecánicas entre espacio y desigualdad social delineadas por el aspecto económico, por cuanto hay otras cualidades que merecen ser analizadas, como la raza o la etnia. Sin embargo, tomando la perspectiva de Martori (2007, p. 19), las variables culturales no explican las modalidades ni los niveles que adquiere la segregación; al menos, no con la misma intensidad que lo hacen la vivienda o el estatus económico.

Respecto a lo anterior, y con mirada antropológica, Nivón Bolán (2003, p. 26) asegura que, como efecto de la globalización, las ciudades modernas son cada vez más difíciles de delimitar. Esta condición, aunada a la liberación de los mercados de suelo y al control en la creación de vivienda por parte de las inmobiliarias, ha provocado que la segregación residencial se exprese principalmente por la situación

económica de las familias, lo cual causa la conformación de estratos fácilmente identificables de acuerdo con su capacidad de adquisición material y su ubicación dentro de la ciudad, y hace casi imposible no concentrarse en la relación sociedad-economía-espacio.

Evidentemente, la jerarquía económica que presentan las estructuras sociales sobre las demás toma relevancia y, hablando en un contexto dominado por la desigualdad social, se convierte en el principal determinante de la SR. En este sentido, Castells (1974, p. 314) menciona que la organización social evoca demasiados campos y se refiere a demasiadas formas como para que no se haga obligatorio seleccionar ciertas características particularmente significativas para abordar un problema de esta índole.

Así, la clase social se vuelve un elemento vital para la reproducción de la SRS, y esta pasa a ser “el resultado del ejercicio del poder de la clase dominante sobre los mecanismos del mercado inmobiliario para obtener ganancias y asegurar la reproducción del sistema” (Tun Chim, 2015, p. 38). De esa forma, “dado que el mercado autorregulador lleva a los distintos grupos de ingreso a ocupar diferentes localizaciones, podemos considerar los modelos geográficos de la estructura residencial urbana como expresión geográfica tangible de una condición estructural de la economía capitalista” (Harvey, 1977, p. 285).

Retomando la sociología urbana, para Schteingart (2010, p. 349), la localización de grupos sociales en el espacio urbano es consecuencia de una compleja interacción de la estructura social, los procesos de producción del marco urbano construido —en particular, la intervención del Estado— y las preferencias particulares. No podemos considerar al sistema económico capitalista el único determinante de la segregación urbana, cuando, en realidad, hay una incidencia individual, familiar o colectiva en la decisión y la lucha por adquirir una localización específica en el espacio urbano, delimitada no solo por la acumulación de recursos económicos, sino también, por el capital social, cultural y humano.

Cabe entender que la SR es un fenómeno social vinculado con la cuestión espacial, que, para las ciudades latinoamericanas, tiende a referirse a la distribución de los grupos de población, dependiendo, en gran medida, de su capacidad económica, lo cual exterioriza las desigualdades a través de la ubicación de su residencia en el territorio. En el mundo actual, las divisiones sociales de la ciudad se han vuelto más complejas, y las barreras que impiden la interpolación de estratos no han desaparecido, sino que se han multiplicado constituyendo unidades espaciales más pequeñas y específicas, donde el factor segregador *ingreso* se ha reforzado (Nivón Bolán, 2003, p. 27).

Continuando con enfoque sociológico, para Saraví (2008, p. 95), la diferenciación de grupos de población según su condición socioeconómica es uno de los ejes más importantes y críticos de la SR en las sociedades contemporáneas. Es cierto que existen otros criterios de diferenciación social que pueden expresarse a través de la estructura espacial; sin embargo, la preminencia absoluta que ha alcanzado la condición socioeconómica para posicionar a los sujetos en la estructura social se ve reflejada de forma más evidente en el espacio urbano. Asimismo, Cortés (2008) se refiere a este fenómeno como

La situación en la que el patrón bajo el cual se distribuyen, construye, adquieren e instalan las viviendas de los distintos grupos socioeconómicos en su entorno, genera, expresa o refuerza diferenciación, distancia y mutua exclusión entre estos, obstaculizando su interacción y la integración socioeconómica de los más desfavorecidos. (p. 443)

Por su parte, Rodríguez Vignoli la define como “la ausencia o escasez relativa de mezcla socioeconómica en las subunidades territoriales de una ciudad” (Rodríguez Vignoli, 2001, p. 7). Se hace evidente que para el campo de la sociología existen dos elementos relevantes y que inciden directamente en el desarrollo de la segregación residencial. Por un lado, la noción de *separación*, donde la vivienda es vista como mecanismo restrictivo de ocupación de una zona en el caso de los más desfavorecidos, y como dispositivo de control de acceso a los peldaños más altos de la escala social. Por otro, la ausencia de contacto y de integración territorial y social entre estratos de nivel socioeconómico diferenciado. Ante esto, Barry (1998, p. 1) señala que no debemos confundir la exclusión con el aislamiento, pues la primera se produce de forma involuntaria y es característica de los estratos sociales bajos, mientras que el segundo existe más por una cuestión de decisiones personales y tiende a ser vinculado con los sectores de élite.

De esta forma, el término *segregación* aplica tanto para grupos afluentes como para los más pobres. Desde el ámbito urbano, Clichevsky (2000, p. 9) menciona que, en un sentido estricto, no existe segregación cuando, habiendo heterogeneidad socioeconómica, la población perteneciente a distintos niveles vive mezclada desde una escala global de ciudad hasta la mayor desagregación que podemos tener, las manzanas. No obstante, en el mundo actual la idea de polarización social no es tan correcta, sino que se tendría que referir a una *multipolarización*, pues si bien los “extremos de riqueza y de pobreza se han acentuado con los recientes procesos de globalización, también se da una gradación de situaciones entre las clases medias y trabajadoras” (Schteingart, 2010, p. 347).

Se trata de trabajar el concepto para hacerlo más asimilable y que permita analizar ampliamente al menos una de las múltiples cualidades que conforman la segregación; en este caso, determinada por la cuestión residencial vista con enfoque económico. Si bien es necesario considerar otros elementos culturales o ideológicos, debemos comenzar por entender cómo la parte económico-residencial, de forma autónoma, incide en la organización espacial de los grupos en el territorio, y después de eso estaremos en posición de incorporar otros elementos.

Por esta razón, es necesario observar la segregación de forma tendencial, interpretándola como un fenómeno dinámico en continua modificación, como refiere Grafmeyer (1994). Según Ariza y Solís (2009, p. 188) Guadalajara y Monterrey reafirman la condición mutable de la SRS exponiendo que la pertenencia a un estrato socioeconómico puede variar como producto de la movilidad social. Esto es acertado, por cuanto la organización social del espacio urbano y los grupos socioeconómicos que se tienen actualmente no corresponden con los que se tenían siglos atrás.

En la actualidad, los cambios en la economía han ocasionado el deterioro de los mercados de trabajo y la mercantilización del espacio urbano, y provocado así que la SRS se vuelva permanente en las ciudades, y que se incrementen sus efectos negativos para los pobres (Solís & Puga, 2011, p. 260). Este tipo de segregación también es producto de la autosegregación, de forma que el aislamiento de la élite y la exclusión socioespacial de los pobres dentro del mismo espacio urbano son el nuevo paisaje de la ciudad moderna globalizada, lo cual suprime el antiguo modelo segregativo donde la coexistencia de estratos no sucedía (Arriagada

Luco, 2012, p. 69). Ahora, la separación, la exclusión y, en general, las desigualdades entre ricos y pobres son más pronunciadas, pero la distancia entre ambos ha disminuido, y se tiene que la coexistencia de segregación de riqueza y pobreza es un fenómeno del siglo XXI.

En este sentido, para Arriagada Luco (2012), la SRS

[...] se define como la aglomeración geográfica de familias de una misma condición social, y que se expresa en la tendencia de un grupo a concentrarse en algunas áreas de la ciudad; la conformación de áreas socialmente homogéneas, y la vivencia de segregación o exclusión. (p. 71)

En cambio, desde la perspectiva de la geografía, Álvarez (2009, p. 6) plantea que la SR de carácter socioeconómico corresponde a una forma fragmentada de configurar espacialmente la ciudad en la que tiene incidencia un tipo de interacción social que contribuye poco a la conformación de relaciones humanas.

Así pues, en el marco de desigualdad y jerarquización en el cual operan las ciudades que se inician en los procesos globales, o que ya forman parte de dichos procesos, el incremento de la distancia física y social entre grupos de población con distinta situación económica actúa como elemento atenuante del desarrollo socioespacial equitativo. De esa forma, la relación binaria entre sociedad y espacio que está presente en todos los formatos donde se expresa la segregación residencial es el producto, y el medio, a la vez, de la interacción de los capitales económico, político y cultural, cuya mediación define las cualidades que van a marcar diferencia entre lugares en el territorio urbano. Si bien la realidad es que la posición económica determina en mayor medida el prestigio de una zona, si hablamos de la época contemporánea.

Discusión

Las múltiples acepciones de la segregación son un hecho incuestionable, y es que cada disciplina modifica la forma de entender el concepto de acuerdo con los fines que supone su investigación, lo cual causa confusión para quienes comienzan a incursionar en el tema. No obstante, a pesar de las discrepancias conceptuales, prevalece transversalmente la idea de la segregación como fenómeno social y espacial que marca diferenciación y promueve la separación de una parte frente al todo.

De esta manera, conocer el contexto temático que se ha trabajado sobre la segregación, organizado según las diversas disciplinas que han abordado la noción, sus contribuciones y sus vacíos de conocimiento, se vuelve relevante para comprender el porqué de sus apreciaciones diferidas frente al término, como se muestra en la tabla 1. La sociología ha tenido grandes aportes a la hora de elaborar una serie de índices para medir la segregación, así como su división en cinco dimensiones: uniformidad, concentración, agrupamiento, centralidad y exposición. Entre los aspectos pendientes de considerar se distinguen: el análisis del surgimiento de subculturas como resultado de la fragmentación social, la inclusión de una perspectiva multidimensional más amplia y la consideración de la forma de distribución espacial de las élites.

Dentro del campo del urbanismo, los principales hallazgos que se tienen están relacionados con la escala del fenómeno y las políticas de vivienda; estas últimas, entendidas como

Disciplina	Aportes	Pendientes
Sociología	<ol style="list-style-type: none"> 7. División de la segregación en cinco dimensiones y construcción de índices de medición. 8. Las afectaciones de la segregación son mayores sobre los estratos sociales más bajos. 9. Se señala la importancia de continuar analizando la temática en la actualidad. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Analizar las formas de segregación de los grupos sociales altos. 2. Análisis multidimensionales que abarquen el conjunto de variantes de la segregación. 3. Analizar las afectaciones sociales en las ciudades por el surgimiento de subculturas.
Urbanismo	<ol style="list-style-type: none"> 1. Se aborda el tema de las diferentes escalas de análisis y sus afectaciones en los resultados de los índices de segregación. 2. Se han modificado los patrones tradicionales de segregación de las ciudades reduciendo la escala a la que se produce el fenómeno. 3. Las políticas de vivienda promueven la fragmentación socio-territorial, tanto como lo hacen las tipologías habitacionales en formato cerrado. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Realizar estudios sistemáticos de largo plazo sobre la evolución de la segregación residencial en las ciudades. 2. Estratificar a la población a través de distintas variables, para analizar una misma zona y contrastar los resultados. 3. Incluir análisis con enfoque cualitativo que indaguen la percepción de los habitantes sobre la SR.
Geografía	<ol style="list-style-type: none"> 1. No hay relación entre el porcentaje de un grupo y los valores que adoptan los índices de segregación. 2. Detección de la reducción en la escala urbana del fenómeno. 3. Ubicación de las tendencias de cambio de la segregación, a través de la relación centro-periferia. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Considerar variables distintas del nivel educativo para la conformación de los grupos de población. 2. Realizar análisis que consideren distintas temporalidades y, a su vez, admitan comparabilidad. 3. Considerar la migración intraurbana determinante de la SR.
Antropología	<ol style="list-style-type: none"> 1. El acortamiento de distancia entre grupos no promueve la integración ni la interacción social. 2. Se esperan efectos de la segregación a corto y largo plazo. 3. Las periferias se consolidan como zonas con niveles agudos de segregación. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Reconceptualizar la SR de acuerdo con las lógicas políticas, sociales, urbanas y económicas de las ciudades modernas.

Tabla 1. Segregación residencial socioeconómica, principales aportes y vacíos de información por disciplina.

Fuente: elaboración propia, con base en el análisis de bibliografía (2020).

promotoras de la fragmentación socio-territorial. También, la correlación de los diferentes modelos habitacionales con los niveles que alcanza la segregación residencial; no obstante, uno de los temas ausentes es la percepción que tienen los habitantes sobre su propia situación socioespacial.

La sociología y el urbanismo han combinado esfuerzos para explicar el comportamiento de la distribución de los grupos sociales en las urbes. Esta fusión de perspectivas ha permitido identificar la necesidad de seguir estudiando la segregación, debido a las constantes modificaciones a las que las ciudades son susceptibles.

La escala de análisis es otro de los temas que estas disciplinas han trabajado simultáneamente; cabe advertir que mínimas modificaciones en esta tienen grandes repercusiones en los resultados. Los vacíos de información que quedan por subsanar son la falta de estudios sistemáticos de largo plazo sobre la evolución de la segregación residencial y la necesidad de estratificar a la población empleando distintas variables.

Por su parte, la geografía ha dejado clara la nula relación que existe entre la proporción que representa un grupo con respecto al total de la población y los valores que resultan de aplicar los índices de segregación. Asimismo, las variables culturales no son suficientes para explicar las modalidades que adquiere el fenómeno, y que comparte con otras áreas disciplinares una reducción en su escala urbana. Sin embargo, queda pendiente analizar la segregación considerando periodos distintos que sean susceptibles de comparar, así como el uso de otras variables, además de la educativa, para segmentar grupos de población.

La geografía y el urbanismo también han trabajado de forma conjunta para analizar la temática ubicando algunas tendencias de cambio en las que las zonas centrales se han conso-

olidado como espacios de efectiva homogeneidad para los estratos superiores. En contraste, las periferias se distinguen por albergar proporciones de población de escasos recursos en evidente homogeneidad. De forma paradójica, al alejarse del centro los grupos económicamente superiores pierden la homogeneidad y adquieren la condición de concentración; como contraparte, al acercarse a la zona central los menos favorecidos tienden a ser más concentrados y heterogéneos.

Finalmente, desde la antropología se han obtenido resultados demostrativos de que el acortamiento de distancia entre grupos sociales no es sinónimo de integración social, pues bien pueden coexistir en una misma zona grupos de estratos polarizados sin llegar a haber relación entre ambos. Asimismo, se señalan efectos a corto y largo plazo asociados a la segregación, y se tiene, entonces, que los primeros se refieren al acercamiento físico de grupos económicamente distinguidos, lo cual genera algunos beneficios para los menos favorecidos, en tanto los segundos se vinculan con la gentrificación. Como cuestión por resolver queda reconceptualizar la segregación, de acuerdo con el funcionamiento y las dinámicas de las ciudades contemporáneas.

Si bien es amplio el repertorio de temas relacionados con la segregación que se han abordado multidisciplinariamente, muchos de los esfuerzos por analizar sus efectos sobre el territorio urbano y la población, así como por establecer una definición que conjugue toda la gama de dinámicas con las que se puede vincular, se han canalizado hacia las grandes ciudades. Esto no es un desacierto, sino, más bien, un aporte general al que se han sumado diversas líneas de investigación, por cuanto es en estos sitios donde se hace más evidente el impacto del fenómeno. Aun así, es imprescindible incluir otros tipos de ciudades de menor tamaño, para comprender de forma

integral cómo la segregación está modificando los esquemas tradicionales de organización socioespacial y, más específicamente, qué significación adopta de acuerdo con las características del contexto urbano en el que se desarrolla.

En este sentido, el análisis teórico-conceptual de la segregación permite evidenciar las distintas posturas que se adoptan para definirla y la complejidad de tener múltiples acepciones para el mismo término, las cuales lo dotan de cierta ambigüedad. Cada una de las disciplinas —e incluso, cada investigador— retoma elementos según los objetivos de la investigación que va a realizar para construir un concepto particular de la segregación. Ello, sin mencionar que, si bien, en ocasiones, quienes abordan el estudio del fenómeno pertenecen a la misma área de conocimiento, discrepan entre sí.

A partir del surgimiento de la Escuela de Chicago los estudios sobre segregación adquirieron relevancia; principalmente, con inclinación sociológica y urbana, pues cada vez se hacía más evidente la segmentación espacial de grupos sociales en el territorio urbano. No obstante, y derivado del auge que alcanzó la temática —y el cual se mantiene vigente ante los cambios radicales que ha tomado en sus formas de expresión—, otras disciplinas, como la geografía y la antropología, se sumaron a los esfuerzos por explicar los procesos socioespaciales del fenómeno.

De esta forma, los conceptos desarrollados desde la sociología revelan mayor importancia en el factor social, entendido como las interacciones y la integración que puede llegar a haber entre grupos de población pertenecientes a distinta categoría económica, cultural, étnica, etc. Por su parte, quienes pertenecen al urbanismo consideran más relevante explicar las modificaciones que suceden en la configuración de la ciudad, producto de los procesos segregativos. Para la geografía, el factor más significativo es la localización espacial de los grupos sociales en el territorio urbano. Para la antropología, finalmente, el interés

principal está centrado en las percepciones individuales y colectivas que se producen en las personas segregadas, así como en las que son segregantes.

Así pues, la segregación es un fenómeno socioespacial complejo dependiente del momento histórico que se estudia, y al que, incluso, resulta difícil comprender al diseccionarlo para abarcar solo algunas cualidades de la población y el territorio evitando su análisis en términos globales, de tal suerte que la homologación de criterios juega un papel fundamental. Por este motivo, recurrir a una segunda explicación apoyada en un criterio cronológico, que ayude a discernir cómo ha evolucionado la investigación centrada en la segregación y las disciplinas que han estado a cargo de realizarla, es ineludible.

A pesar de que la segregación es un tema que desde siglos atrás se ha venido estudiando, es a partir de la mitad del siglo XX cuando el interés en su análisis adquiere mayor magnitud. Esto, debido a las rápidas y constantes modificaciones urbanas, sociales, políticas, económicas, tecnológicas, y hasta culturales, que comenzaron a experimentar las ciudades, lo cual causó la reorganización de las estructuras sociales dentro del territorio urbanizado e, incluso, abarcando el no urbano, como se muestra en la figura 1.

Los campos de la sociología y el urbanismo, de forma particular y conjunta, han sido los que han abordado el tema en mayor proporción. Uno de los estudios más importantes que se han hecho sobre el tema es el de Duncan y Duncan (1955), el cual demostró que los índices expuestos hasta ese entonces no eran capaces de reflejar correctamente los niveles de segregación, y propuso, en cambio, un nuevo algoritmo para su medición: el Índice de Disimilitud, el cual sigue siendo utilizado y validado en la actualidad.

Más tarde, en la década de 1980, Massey y Denton (1988), así como White (1983), realizaron contribuciones en el mismo sentido proponiendo cinco dimensiones de la segregación y los algoritmos ideales para el cálculo de cada

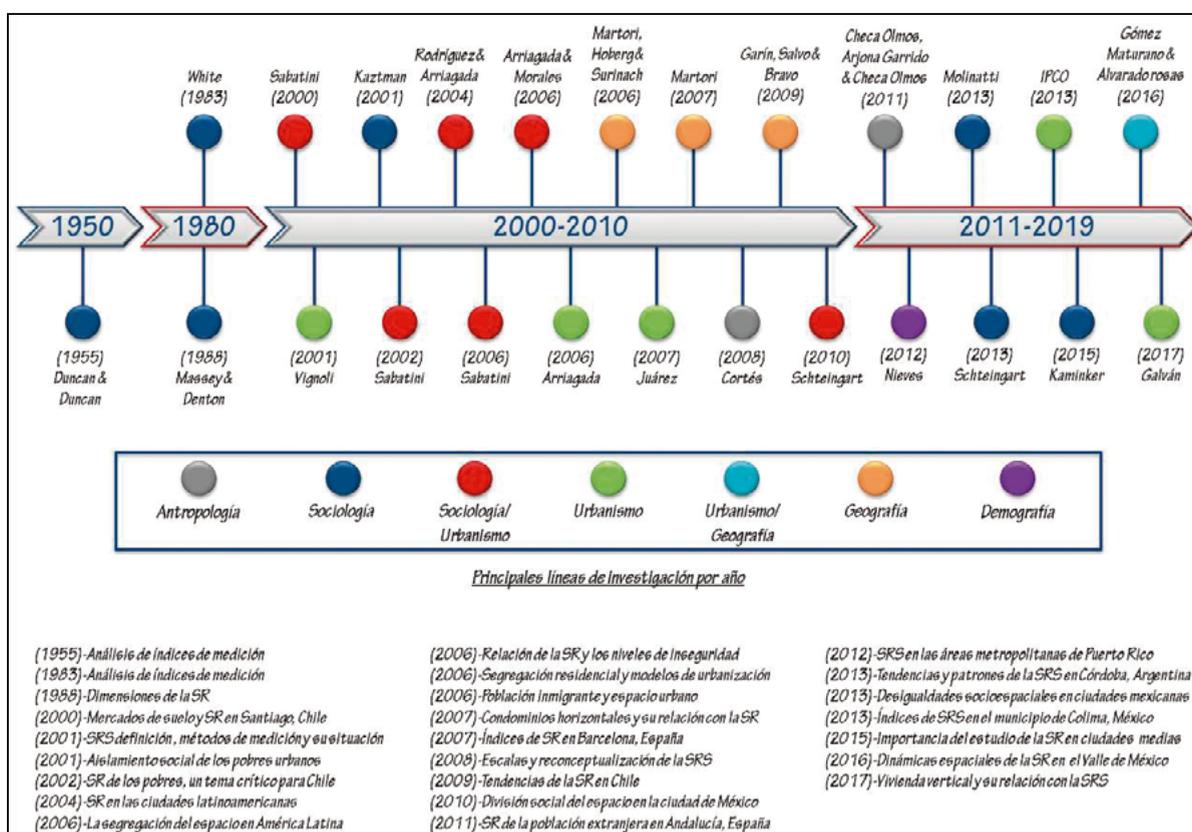


Figura 1. Línea cronológica de los principales estudios realizados sobre segregación (divididos por disciplina).

Fuente: elaboración propia, con base en el análisis de bibliografía (2020).

una de ellas. Entre 2000 y 2010, los estudios con enfoque urbano y social siguieron y aumentaron en número, pero, debido a la complejidad que supone entender los procesos de organización espacial de la sociedad en las ciudades, la geografía y la antropología se incorporaron al análisis de la segregación a finales de la primera década del siglo XXI, e introdujeron nuevas formas de interpretar sus dinámicas. Para la segunda década del siglo en curso, los estudios desde la sociología, el urbanismo, la geografía y la antropología se han mantenido, e integrado nuevas disciplinas, como la demografía.

Conclusiones

Es evidente que la complejidad para conceptualizar la segregación está ligada a la complejidad de las ciudades, y la época en que vivimos, en la cual grandes cambios suceden en periodos cortos, eleva la dificultad para comprender cómo se produce, se mantiene y se transforma, y qué significa, este fenómeno que está fragmentando cada vez más a la sociedad y al territorio. Es de esperar que, en un futuro cercano, otras disciplinas comiencen a examinar el tema de la segregación, y a sugerir así nuevas maneras de interpretar el fenómeno, lo cual, a su vez, mantendrá abierto el debate sobre qué es la segregación.

En este sentido, reflexionar el concepto y cada una de las diferentes significaciones que puede tomar es imprescindible como investigadores, ya que requiere asumir alguna postura previamente construida o, en su defecto, generar una propia, que coadyuve a un mejor entendimiento del

tema, aun cuando difiera de las existentes. Está claro que la cualidad polisémica de la segregación es una cuestión que prevalecerá en tanto más disciplinas se suscriban al análisis del fenómeno y generen nuevas definiciones que discrepen de las que se tienen, por lo cual difícilmente habrá un concepto que reúna cada uno de los sentidos en los que se puede entender. De esa manera, convivir con todo el espectro de posibilidades para conceptualizar a la segregación es obligado, y únicamente queda entenderlas de forma individual, para hacer uso adecuado de estas evitando las interpretaciones erróneas por parte de los lectores.

En general, y en síntesis, la segregación se trata de la separación física entre los diferentes grupos sociales en un espacio determinado. Y aunque el concepto ha sido transformado a lo largo del tiempo, las cualidades social y espacial se han mantenido constantes; es decir, se la debe entender como un proceso, pues se adapta a las lógicas de la época en curso y es resultado de las desigualdades en las relaciones socio-territoriales que mantienen los sujetos, donde la jerarquía adquiere cada vez más relevancia.

Contribuciones y agradecimientos

M. Arq. Abel Giovanni Galván Farías: recopilación de bibliografía, análisis de información y redacción de artículo.

Dra. Marina Inés de la Torre Vázquez: revisión crítica de contenido.

Referencias

- Alegría, T. (1994). Segregación socioespacial urbana. El ejemplo de Tijuana. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 9(26), 411-428. <https://doi.org/10.24201/edu.v9i2.916>
- Aliaga Linares, L., & Álvarez Rivadulla, M. J. (2010). Segregación residencial en Bogotá a través del tiempo y diferentes escalas. *Lincoln Institute Fo Land Policy*. https://aciur.net/images/documentos/2009/Segregacion_Residencial_Bogota-Aliaga_Lisette-Documento.pdf
- Álvarez, G. H. (2009). *Segregación urbana y otros ritmos de la ciudad en el partido de San Martín, provincia de Buenos Aires*. Universidad Nacional de General San Martín. https://www.academia.edu/2048972/Segregacion_Urbana_y_otros_ritmos_de_la_ciudad._Partido_de_San_Martin_provincia_de_Buenos_Aires._Argentina
- Ariza, M., & Solís, P. (2009). Dinámica socioeconómica y segregación espacial en tres áreas metropolitanas de México, 1990 y 2000. *Estudios Sociológicos*, 27(79), 171-209. <https://doi.org/10.2307/25614137>
- Arriagada Luco, C. (2012). *Megaciudades globales emergentes: formación de nuevas clases sociales y su relación con nuevas formas de segregación*. Facultad Latinoamericana de Ciencias Sociales. <http://hdl.handle.net/10469/13489>
- Ascher, F. (2007). Los nuevos principios del urbanismo. *Editorial Alianza*. <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Los+nuevos+principios+del+urbanismo#1>
- Barry, B. (1998). *Social exclusion, social isolation and the distribution of income*. Centre for Analysis of Social Exclusion. <https://gsdrc.org/document-library/social-exclusion-social-isolation-and-the-distribution-of-income/>
- Bourdieu, P. (2002). Efectos de lugar. En P. Bourdieu, *La miseria del mundo* (1ra ed.) Fondo de Cultura Económica. https://www.todostuslibros.com/libros/miseria-del-mundo-la_978-950-557-270-0
- Castells, M. (1974). *La cuestión urbana* (15th ed.). Editorial Siglo XXI. https://www.academia.edu/34842809/Castel_Manuel_La_cuestion_urbana
- Checa-Olmos, J. C., Arjona-Garrido, Á., & Checa-Olmos, F. (2011). Segregación residencial de la población extranjera en Andalucía, España. *Papeles de Población*, 17(70), 219-246. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11221584009>
- Clichevsky, N. (2000). Informalidad y segregación urbana en América Latina. Una aproximación. *Comisión Económica para América Latina y El Caribe*. <https://www.cepal.org/fr/node/22189>
- Cortés, S. (2008). "Vergüenza de vivir donde vivo": ideas para una re-conceptualización de la segregación residencial socioeconómica. *AIBR. Revista de Antropología Iberoamericana*, 3(3), 419-445. <https://doi.org/10.11156/aibr.030305>
- De Queiroz Ribeiro, L. C., Correa Do Lago, L., De Azevedo, S., & Dos Santos Junior, O. A. (2015). *Metrópoles: entre a coesão e a fragmentação, a cooperação e o conflito*. Fundação Perseu Abramo. <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612005009300008>
- De Queiroz Ribeiro, L. C., & Dos Santos Junior, O. A. (2003). Democracia e segregação urbana: reflexões sobre a relação entre cidade e cidadania na sociedade brasileira. *Eure*, XXIX(88), 79-95. <https://doi.org/10.4067/s0250-71612003008800004>
- De Queiroz Ribeiro, L. C., & Kaztman, R. (2010). A cidade contra a escola? Segregação urbana e desigualdades educacionais em grandes cidades da América Latina. *EURE*, 36(108), 161-164. <https://doi.org/10.4067/s0250-71612010000200009>
- Duhau, E. (2003). División social del espacio metropolitano y movilidad residencial. *Papeles de Población*, 9(36), 161-210. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=11203608>

- Duncan, O. D., & Duncan, B. (1955). A methodological analysis of segregation indexes. *American Sociological Review*, 20(2), 210-217. <http://doi.org/10.2307/2088328>
- García Canclini, N. (2005). *Diferentes, desiguales y desconectados. Mapas de la interculturalidad*. Gedisa. <https://oibc.oei.es/uploads/attachments/123/garcia-canclini-nesstor-diferentes-desiguales-y-desconectados-mapas-de-la-interculturalidad.pdf>
- Grafmeyer, Y. (1994). Sociologie urbaine. *Collection Nathan Université*, 128. https://www.persee.fr/doc/remi_0765-0752_1994_num_10_2_1418_t1_0215_0000_1
- Groisman, F. (2010). La persistencia de la segregación residencial socioeconómica en Argentina. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 25(74), 429-460. <https://doi.org/10.24201/edu.v25i2.1356>
- Harvey, D. (1977). *Urbanismo y desigualdad social*. Editorial Siglo XXI. <https://pim.udelar.edu.uy/wp-content/uploads/sites/14/2018/09/harvey-david-urbanismo-y-desigualdad-social.pdf>
- Harvey, D. (1990). *The condition of postmodernity. An enquiry into the origins of cultural change*. Blackwell Publishers. <https://files.libcom.org/files/David%20Harvey%20-%20The%20Condition%20of%20Postmodernity.pdf>
- Kaminker, S. (2015). Descentrar el estudio de la segregación residencial. Cargas, legados y reflexiones para su estudio en ciudades intermedias de América Latina. *Bifurcaciones: revista de estudios culturales urbanos*, 19, 1-14. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5569797>
- Katzman, R., & Retamoso, A. (2005). Segregación espacial, empleo y pobreza en Montevideo. *Revista de CEPAL*, 85, 131-148. <https://doi.org/10.18356/93a498f9-es>
- Katzman, R., & Retamoso, A. (2007). Efectos de la segregación urbana sobre la educación en Montevideo. *Revista de CEPAL*, 91, 133-152. <https://doi.org/10.18356/81526422-es>
- Levy, J. P., & Brun, J. (2000). Segregación residencial y especialización funcional. De la extensión a la renovación metropolitana: mosaico social y movilidad. En *Metrópolis en movimiento. Una comparación internacional* (pp. 147-220). Alfaomega. <http://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612003008600008>
- López Trigal, L. (2015). *Diccionario de geografía aplicada y profesional. Terminología de análisis, planificación y gestión del territorio*. Universidad de León. <https://lebu.xebook.es/Record/Xebook1-12885/t/diccionario-de-geografia-aplicada-y-profesionalterminologia-de-analisis-planificacion-y-gestion-del-territorio>
- Madoré, F. (2005). La ségrégation sociale dans les villes françaises: réflexion épistémologique et méthodologique. *Cahiers de Géographie Du Québec*, 49(136), 5-117. <https://doi.org/10.4000/books.pur.2190>
- Martori, J. C. (2007). La segregación residencial en Barcelona. En *Llibre blanc de l'habitatge a Barcelona*. Institut Municipal d'Urbanisme. https://www.researchgate.net/publication/286220364_LA_SEGREGACION_RESIDENCIAL_EN_BARCELONA
- Martori, J. C., Hoberg, K., & Surinach, J. (2006). Población inmigrante y espacio urbano. Indicadores de segregación y pautas de localización. *EURE*, XXXII(97), 49-62. <http://doi.org/10.4067/s0250-71612006000300004>
- Massey, D. S., & Denton, N. A. (1988). The dimensions of residential segregation. *Social Forces*, 67(2), 281-315. <https://doi.org/10.2307/2579183>
- McKenzie, R. M. (1967). *The ecological approach to the study of the human community*. University of Chicago Press. <https://doi.org/10.4324/9781315087863-2>
- Ministerio de Economía Planificación y Desarrollo. (2012). Índice de Duncan en el Distrito Nacional. *Panorama Estadístico, Departamento de Investigaciones*, 5(49), 2-3. <https://www.one.gob.do/publicaciones/?s=&yr=2012&tp=Boletines>
- Molinatti, F. (2013). Segregación residencial socioeconómica en la ciudad de Córdoba (Argentina): Tendencias y patrones espaciales. *Revista INVI*, 28(79), 61-94. <https://doi.org/10.4067/S0718-83582013000300003>
- Montes Velázquez, V. A. (2017). *Segregación rural al norte del estado de Colima, 1992-2015*. Universidad de Colima.
- Nivón Bolán, E. (2003). Las contradicciones de la ciudad difusa. *Alteridades*, 13(26), 15-33. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=74702603>
- Rodríguez, J., & Arriagada, C. (2004). Segregación residencial en la ciudad latinoamericana. *EURE*, XXX(89), 5-24. <https://doi.org/10.4067/s0250-71612004008900001>
- Rodríguez Vignoli, J. (2001). *Segregación residencial socioeconómica: ¿qué es?, ¿cómo se mide?, ¿qué está pasando?, ¿importa?* Centro Latinoamericano y Caribeño de Demografía (CELADE). https://www.cepal.org/sites/default/files/publication/files/7149/S017595_es.pdf
- Sabatini, F. (2000). Reforma de los mercados de suelo en Santiago, Chile: efectos sobre los precios de la tierra y la segregación residencial. *EURE (Santiago)*, 26(77), 49-80. <https://doi.org/10.4067/S0250-71612000007700003>
- Sabatini, F. (2002). La segregación de los pobres en las ciudades: un tema crítico para Chile. *CIS Centro de Investigación Social*, 2, 18-23. <https://1library.co/title/segregaci%C3%B3n-pobres-ciudades-tema-cr%C3%ADtico-chile>
- Sabatini, F. (2006). La segregación social del espacio en las ciudades de América Latina. *European Journal of Vascular Surgery*, 8(3), 381-381. <https://publications.iadb.org/es/la-segregacion-social-del-espacio-en-las-ciudades-de-america-latina>
- Sabatini, F., Cáceres, G., & Cerda, J. (2001). Segregación residencial en las principales ciudades chilenas: Tendencias de las tres últimas décadas y posibles cursos de acción. *EURE*, XXVII(82). <https://doi.org/10.4067/s0250-71612001008200002>
- Sabatini, F., Rasse, A., Cáceres, G., Robles, M. S., & Trebilcock, M. P. (2017). Promotores inmobiliarios, gentrificación y segregación residencial en Santiago de Chile. *Revista Mexicana de Sociología*, 79(2), 229-260. <https://www.jstor.org/stable/26631787>
- Saraví, G. A. (2008). Mundos aislados: Segregación urbana y desigualdad en la ciudad de México. *EURE*, 34(103), 93-110. <https://doi.org/10.4067/s0250-71612008000300005>
- Schteingart, M. (2013). *Desigualdades socio-espaciales y segregación en ciudades mexicanas*. <http://www.inegi.org.mx/eventos/2013/Desigualdades/doc/P-MarthaSchteingart.pdf>
- Schteingart, M. (2010). División social del espacio y segregación en la ciudad de México. Continuidad y cambios en las últimas décadas. En *Los grandes problemas de México II* (pp. 345-387). <https://www.jstor.org/stable/j.ctt1657tf2>
- Solís, P., & Puga, I. (2011). Efectos del nivel socioeconómico de la zona de residencia sobre el proceso de estratificación social en Monterrey. *Estudios Demográficos y Urbanos*, 26(2), 233-265. <https://doi.org/10.24201/edu.v26i2.1383>
- Suárez Bonilla, B., & López Irías, N. S. (2016). Formas de expresión de la segregación urbana en la ciudad de Managua. *Arquitectura+*, 1(2). <https://doi.org/10.5377/arquitectura.v1i2.9204>
- Tun Chim, J. E. (2015). *La segregación residencial y su relación con el capital social en la ciudad de León, Guanajuato*. Universidad de Guanajuato.
- White, M. J. (1983). The measurement of spatial segregation. *American Journal of Sociology (AIS)*, 88(5), 1008-1018. <https://www.jstor.org/stable/2779449>

Estabilidad térmica de un edificio centenario de sillar (ignimbrita) en clima desértico frío. Hospital Goyeneche

Thermal stability of a centenary Sillar building (ignimbrita) in a cold desert climate. Goyeneche Hospital

José Andrew Zúñiga Hernández

Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa (Perú)
Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Escuela de Arquitectura
Arquitecto, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa (Perú)
Máster Universitario en Diseño y Gestión Ambiental de Edificios, Universidad de Navarra. Pamplona (España)

 <https://scholar.google.es/citations?hl=es&user=z1iv2zsAAAAJ>

 <https://orcid.org/0000-0001-7571-2852>

 jzunigah@unsa.edu.pe; arq.andrew.z@gmail.com

Betsabé-Shirley Zavala-Ñahui

Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa (Perú)
Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Escuela de Arquitectura
Bachiller en Arquitectura, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa (Perú)

 <https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=rbY8Oz8AAAAJ>

 <https://orcid.org/0000-0002-1168-5821>

 bzavala@unsa.edu.pe; happyayel4@gmail.com

Rocio Arcelia Mamani-Mendoza

Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa (Perú)
Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Escuela de Arquitectura
Bachiller en Arquitectura, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa (Perú)

 <https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=pFJv-JgAAAAJ>

 <https://orcid.org/0000-0002-3885-7670>

 rmamanime@unsa.edu.pe; roci1624@gmail.com

Erika Esquivel-Meza

Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa (Perú)
Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Escuela de Arquitectura
Bachiller en Arquitectura, Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa (Perú)

 <https://scholar.google.es/citations?user=A1-7u6UAAAAJ&hl=es&authuser=1>

 <https://orcid.org/0000-0001-9037-5030>

 eesquivel@unsa.edu.pe; erikaesquivelmeza@gmail.com

Resumen

El sillar (ignimbrita) es un material común dentro de las edificaciones del centro histórico de la ciudad de Arequipa, Perú. Una de ellas es el centenario hospital Goyeneche, considerado Patrimonio Cultural, y uno de los centros de referencia que brindan atención de mediana complejidad. El inmueble está deteriorándose, y se observa la necesidad de calcular su comportamiento térmico, lo cual tiene como objetivo evaluar el coeficiente de estabilidad térmica, el amortiguamiento y el desfase de la onda térmica en una sala de hospitalización con muros de sillar de 80 cm de espesor. La metodología, con enfoque cualitativo, consistió en monitorear la temperatura exterior e interior en época de invierno, hasta finales de primavera (junio-noviembre de 2018). Se determinó que el coeficiente de estabilidad térmica, en promedio, fue de 0,30, y se obtuvo un amortiguamiento del 70% de las fluctuaciones de temperatura exteriores en un clima seco-desértico-frío, con fluctuaciones que llegan hasta los 26°C, con amortiguamiento de la onda térmica promedio de 6,07°C y un desfase de la onda térmica promedio de 3h.20min, debido a la masa térmica del edificio. Se concluye que, al ser la sala de un material autóctono muy antiguo, en un clima con grandes diferencias de temperatura entre el día y la noche, esta presentó un adecuado comportamiento térmico, por su alta masa térmica respecto a su estabilidad térmica.

Palabras clave: amortiguamiento térmico; confort térmico; coeficiente de estabilidad térmica (C.e.t); hospitales; masa térmica

Abstract

Ashlar (ignimbrite) is a common material within the buildings of the historic center of the city of Arequipa-Peru, one of them is the Goyeneche centennial hospital, considered Cultural Heritage and one of the reference centers that provides care of medium complexity; its state is deteriorating, before it is necessary to calculate its thermal behavior; having as objective to evaluate the coefficient of thermal stability, the damping and phase shift of the thermal wave in a hospitalization room with 80cm thick ashlar walls; for this there were studies that found the thermal conductivity in modules of ashlar edge and rope, comparing it with other materials. The methodology with a qualitative approach consisted of monitoring the outside and inside temperature in winter until the end of spring (June-November 2018). It was determined that the average thermal stability coefficient was 0.30, obtaining a damping of 70% of external temperature fluctuations in a dry-desert-cold climate with fluctuations that reach up to 26°C, with damping of the average thermal wave. of 6.07°C and an average thermal wave lag of 3h.20min, due to the thermal mass of the building. Concluding that, being the room is made of a very old native material, in a climate with large temperature differences between day and night, it presented adequate thermal behavior due to its high thermal mass with respect to its thermal stability.

Keywords: hospitals; thermal comfort; thermal damping; thermal mass; thermal stability coefficient (C.e.t)

Introducción

Presentación y ubicación

El establecimiento de salud, hospital Goyeneche es responsable de satisfacer las necesidades de salud de la población de su ámbito jurisdiccional, a través de una atención integral ambulatoria y hospitalaria, mediante servicios especializados que reciben las referencias de los establecimientos de salud de primer nivel de atención de su ámbito de competencia (Ministerio de Salud [MINSA], 2021). Según el Registro Nacional de IPRESS¹, en Perú se contabilizaron 247 hospitales públicos de segundo y tercer nivel de atención, de los cuales 31 son de categoría III, y otros tres están ubicados en el departamento de Arequipa en su centro histórico, el cual tiene una altitud de 2.335 msnm. Es aquí donde se localiza el hospital objeto de estudio, como se observa en la figura 1.

Hospital

El hospital Goyeneche tiene un aforo que sobrepasa lo establecido en la Norma técnica N.º 119-MINSA/DGIEM-V.01² (MINSA, 2021). Tiene en una sala de hospitalización (servicio de Medicina Varones) 24 camas, que siempre están ocupadas.

Además, según la evaluación del Índice de Seguridad Hospitalaria (ISH) realizada en 2015, se identificó que el hospital Goyeneche presenta bloques antiguos de más de 100 años, con muros de sillar de 80 cm de espesor, así como un sistema de losas aligeradas con rieles, a manera de viguetas prefabricadas en una dirección, con reforzamiento realizado tras el terremoto de 2001. A escala global, en el índice de seguridad obtuvo un puntaje de 0,23, y la del índice de vulnerabilidad fue de 0.77, según lo cual se ubica en la categoría C, y ello significa que se requiere con urgencia tomar medidas en caso de que hubiera un desastre (Salinas et al., 2015); sumado a esto, de acuerdo con el Reglamento Nacional de Edificaciones

(RNE), Arequipa se ubica en la zona sísmica N.º 4-mesoandino, lo cual significa que la zona tiene una fracción alta de aceleración de la gravedad de $z = 0,45$ (Instituto de la Construcción y Gerencia, 2019). A lo anterior se suma que no hay sistemas de acondicionamiento térmico artificial en el interior del edificio.

Clima y salud

Un aspecto que influye en la calidad de la atención integral de los pacientes que asisten al hospital Goyeneche es el clima. Según la clasificación de Wladimir Köppen, se identifica en su área de ubicación un tipo de clima seco, desértico y frío (grupo B, W, K), en altitudes desde los 1200 msnm-1500 msnm hasta 4000 msnm, (Barniol, 2021). Por otro lado, en Perú se hizo una clasificación de 38 climas. Arequipa tiene doce de dichos tipos de climas, y el área del estudio presenta, a su vez, un tipo de clima E(d)B', árido, templado, y con deficiencia de humedad en todas las estaciones del año; además, registra temperaturas máximas de 22 °C-23 °C y una temperatura mínima de 11 °C en el verano, y de 7 °C en el invierno, con un total de 70 mm anuales de lluvia; febrero el mes más lluvioso, con 28 mm (Castro et al., 2021).

Ante esto, en invierno la temperatura del aire empieza a disminuir, y el descenso se acentúa entre junio y agosto. Además, según el CENEPRED³, las condiciones climáticas consideradas confortables para el ser humano pueden sobrepasar los umbrales de adaptación, y pueden, incluso, ocasionar daños a la salud. La población con mayor probabilidad de sufrir enfermedades respiratorias como las neumonías son los niños menores de 5 años y los adultos mayores de 60 años; ambos grupos poblacionales comprenden un total de 10.954 habitantes en los ocho distritos de muy alto riesgo y 714.039 habitantes del departamento de Arequipa, según las estadísticas del CDC⁴ del MINSA durante el periodo 2008-2018. (CENE-

1 Instituciones Prestadoras de Servicios de Salud.

2 Infraestructura y Equipamiento de los Establecimientos de Salud del Tercer Nivel de Atención.

3 CENEPRED: Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres.

4 CDC: Centro Nacional de Epidemiología, Prevención y Control de Enfermedades.

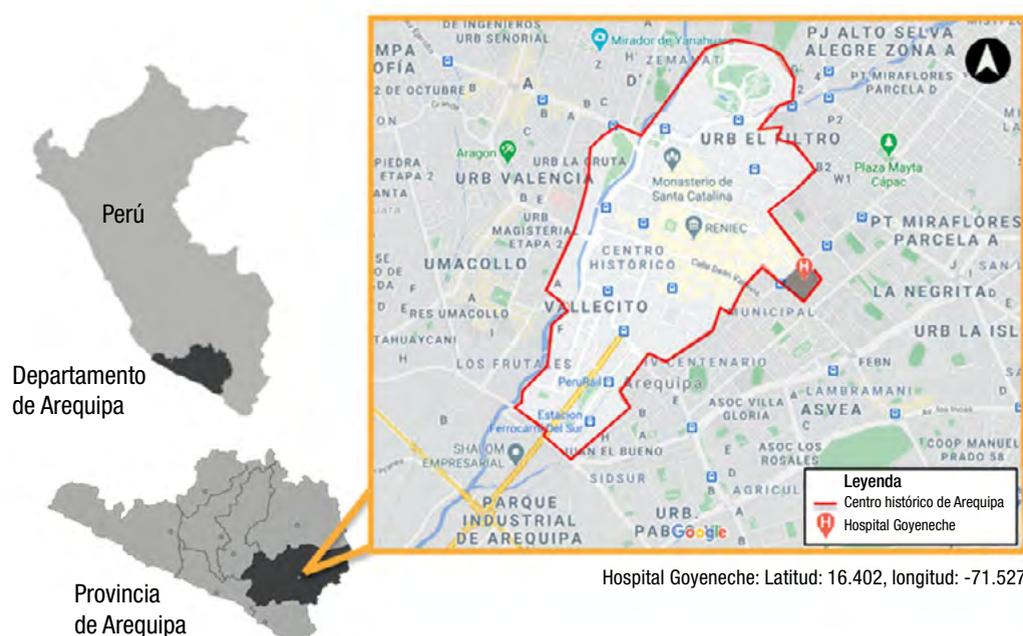


Figura 1. Localización de la ciudad de Arequipa, de su centro histórico y del hospital Goyeneche.

Fuente: elaboración propia (2020).

Nota: la imagen representa la ubicación del hospital Goyeneche, a partir de imágenes de Google Maps (2020) (<https://www.google.com/maps>).

PRED, 2019). En 2017, durante la estación de invierno, se tuvieron 400 ingresos a la sala de hospitalización de medicina del hospital Goyeneche; cabe señalar que la población que acude al establecimiento es, generalmente, referida de toda la región macro sur de Perú, que no cuentan con muchos recursos económicos y que tienen Seguro Integral de Salud (SIS) (Oficina de Estadística e Informática, 2017).

Patrimonio

Aparte de las problemáticas mencionadas, se ha visto que la edificación ha sufrido deterioro y es necesaria su preservación, pues representa una gran riqueza histórico-cultural. El inmueble, de estilo arquitectónico gótico, fue inaugurado el 11 de febrero de 1912, y su materialidad es el sillar (Salinas et al., 2015), como se aprecia en la figura 2; además, el edificio fue declarado Patrimonio Cultural de la Humanidad el 2 de diciembre del 2000, por la UNESCO⁵ World Heritage Convention; por consiguiente, se debe conservar este bien cultural-inmueble (Anglada, 2018).

Objetivo

Ante lo planteado, se ve la necesidad de analizar el comportamiento térmico de esta edificación patrimonial-sanitaria, y por eso la presente investigación tiene por objetivo evaluar el coeficiente de estabilidad térmica de una sala de hospitalización (servicio de Medicina Varones), perteneciente al hospital Goyeneche, y construida con muros de sillar de 80 cm de espesor, estudiando su comportamiento en cuanto a amortiguamiento y desfase de la onda térmica en un clima seco, desértico y frío, como el de Arequipa.

Como ya se mencionó, tanto el estado de la edificación patrimonial como el clima son algunos aspectos que intervienen en la calidad de atención de las personas hospitalizadas, y se identificó como premisa que el material principal de construcción es la ignimbrita; además, la estabilidad térmica de este material influye directamente en el confort tanto del usuario interno como en el personal de salud y externo, que son los pacientes y los familiares de ellos que permanecen en las salas de hospitalización, como se muestra en la figura 2.

5 Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, por su nombre en español.



Figura 2. Vista exterior de la sala de hospitalización del hospital Goyeneche.

Fuente: elaboración propia (2018).

Teniendo este panorama problemático, nace la necesidad de investigar y responder la interrogante de saber si son adecuados los valores del coeficiente de estabilidad térmica, amortiguamiento y desfase de la onda térmica en una sala de hospitalización perteneciente al hospital Goyeneche, construida con muros de sillar de 80 cm de espesor en un clima seco, desértico y frío. Ante esta interrogante, es probable que la sala de hospitalización Medicina para Varones presente un adecuado comportamiento térmico, medida desde la evaluación del coeficiente de estabilidad térmica, el amortiguamiento y el desfase de la onda térmica que tiene el sillar con un espesor considerable.

Estado del arte

Por lo expuesto, es necesario conocer estudios relacionados con el comportamiento térmico del sillar; al respecto, se encontraron varias obras relacionadas con las propiedades físicas y químicas de dicho material, como la investigación de Cáceres (2020) Perú-Arequipa, que realizó el estudio *Comportamiento estructural sísmico estático no lineal de bóvedas de sillar en monumentos históricos; reforzamiento estructural de la Iglesia de Santa Marta*, y el cual concluyó que el sillar es un material isotrópico cuya resistencia a la compresión promedio es de 12,54 MPa, mientras el módulo de elasticidad es de 430 MPa.

Quispe (2021) midió las propiedades físicas del sillar, y determinó que la humedad de este fue del 0,29%, que el peso específico saturado superficialmente seco fue de 1,63 g/cm³ y que la absorción fue del 32,16%. Además, respecto al análisis granulométrico, se vio que el sillar, como agregado, se podría optimizar para que cumpla los rangos de la Norma Técnica Peruana (NTP) 400.037, con un tamaño máximo nominal recomendable de 1/2"; en cuanto a las propiedades químicas, el contenido de cloruros de dicho material es de 170 ppm; el de sulfatos, de 773 ppm; su pH, de 7,83; su temperatura, de 20,4°C, y su contenido de sales solubles, de 1488 ppm, según lo cual cabe concluir que dichos contenidos de sustancias comparados a la norma American Society for Testing and Materials-Standard Test Method for Water-Soluble Sulfate in Soil (ASTM C1580) se encuentran dentro de los rangos mínimos.

Álvarez (2021) realizó el estudio de caracterización petro-mineralógica de las ignimbritas en la quebrada de Añashuayco, y concluyó que las ignimbritas son aprovechadas como canteras de extracción, que tradicionalmente han sido utilizadas para la construcción, la ornamentación y el tallado de obras. Este material presenta características generales como una dureza de 3 en la escala de MOHS6, textura porfídica, una densidad de 1,45 gr/cm³, calidad de roca opaca de alta porosidad y gran variedad de tonos.

Existe un estudio experimental que se enfocó en ver las propiedades térmicas del sillar: Herrera et al. (2020), según consta en la investigación *Evaluación del desempeño térmico del sillar (ignimbrita) de Arequipa, Perú*, construyeron módulos nuevos de 1,00 m × 1,00 m × 1,00 m, sin vanos, inhabitados y de diferentes materiales; uno de ellos fue el sillar en saga de 0,30 m de espesor. Pudieron concluir que en la temporada de invierno el muro de sillar de saga amortigua el 81,40% de la temperatura del aire

6 Es una relación de diez minerales que están ordenados de acuerdo con la dureza del material.

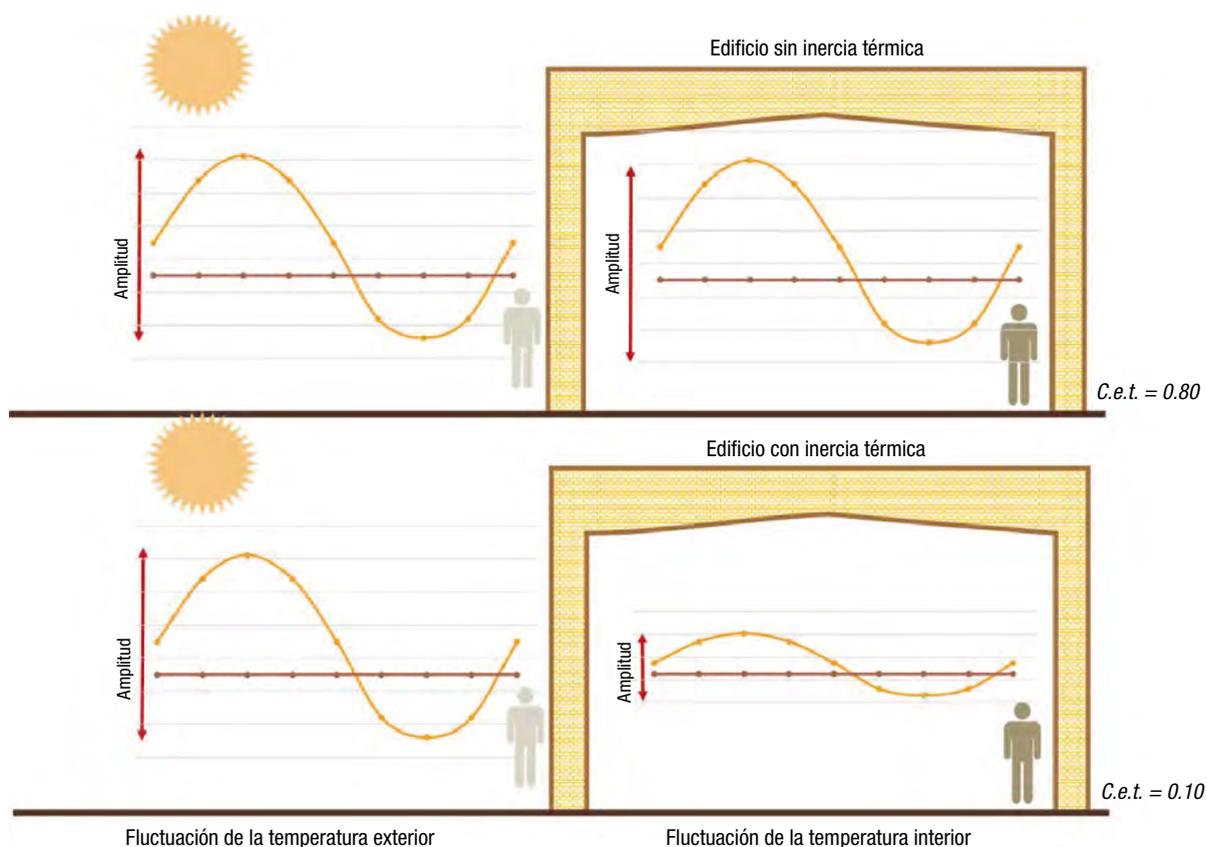


Figura 3. Coeficiente de estabilidad térmica (C.e.t.) en edificios con diferentes masas.

Fuente: elaboración propia (2023), con base en Neila González (2004, p. 371).

exterior; además, cumple con la transmitancia térmica requerida por el RNE, pues tiene $0,78 \text{ W/m}^2$; asimismo, el muro de sillar de canto de $0,19 \text{ m}$ de espesor amortigua el $49,37\%$ de la temperatura del aire exterior. En el estudio también se utilizó el registrador HOBO U12, el cual mide cada 10 minutos la temperatura.

En un estudio de construcción de tierra, Evans (2004) comparó el comportamiento térmico de un muro de tierra compactada en un día típico de invierno con adobe. Así encontró diferencias en el *retraso térmico* (desfase térmico), y concluyó que el adobe y la tierra compactada tienen un desfase de 8,4 horas y 11,4 horas, respectivamente. El mencionado estudio se hizo en un ambiente de clima templado cálido, en Argentina.

Además, el estudio de Muñoz et al. (2015) evaluó la caracterización del comportamiento térmico de un edificio prototipo en Tandil (Buenos Aires) haciendo el análisis de las mediciones continuas y sistemáticas realizadas con sensores de temperatura y humedad en puntos específicos del interior y el exterior; utilizaron seis sensores HOBO U12, que miden cada 10 minutos la temperatura.

Definiciones y mediciones

Coeficiente de estabilidad térmica

La estabilidad térmica se mide con un coeficiente que relaciona la amplitud de la temperatura interior (temperatura máxima menos temperatura mínima) con la amplitud de la temperatura exterior. Los valores próximos a uno quieren decir que el local no tiene inercia térmica y que cualquier alteración energética (exterior o interior) se nota inmediatamente en el ambiente interior, mientras que los valores pequeños, por debajo de 0.5 nos hablan de edificios muy

Rangos	Interpretación
C.e.t. > 1	Local donde los efectos del sobrecalentamiento son críticos.
C.e.t. = 1,0	Local en el que la temperatura varía al mismo ritmo que en el exterior.
C.e.t. entre 1,0 y 0,5	Local con suficiente inercia térmica. Se reduce el efecto de la temperatura exterior.
C.e.t. < 0,5	Local con gran inercia térmica. Repercute en el local menos del 50% de la fluctuación de la temperatura exterior.

Tabla 1. Coeficientes de estabilidad térmica.

Fuente: Neila González (2004, p. 371).

estables y por tanto poco dispuestos a cambiar de temperatura (Neila, 2004, p. 370).

La figura 3 y la tabla 1 muestran más información respecto al coeficiente de estabilidad térmica (C.e.t.).

Masa térmica

La masa térmica representa la capacidad del cerramiento para almacenar calor. Es un término para cualquier masa usada para conservar o contener temperatura (Jiménez, 2016). El material ideal para la masa térmica retendría mucho calor y lo liberaría durante un largo periodo. La tierra, la arena de adobe, la roca, el ladrillo y el concreto también son buenos materiales de masa térmica. Cuanto más densa la materia, más calor conserva (Reynolds, 2012). Para el cálculo de la masa térmica, esta se obtiene multiplicando la masa por el calor específico (Ce). A su vez, la masa es el valor del producto del volumen (V) por la densidad (ρ): $mt = V \rho Ce$ (Neila, 2004).

El cálculo de masa térmica (ignimbrita) de la sala de hospitalización Medicina para Varones es:

$$\text{Volumen } (V) = 490,44 \text{ m}^3$$

$$\text{Densidad } (\rho) = 1.306,96 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Calor específico } (C_e) = 463,75 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

$$M_t = 490,44 \times 1.306,96 \times 463,75$$

$$M_t = 297.257,00 \text{ KJ/}^\circ\text{C}$$

Inercia térmica

Es la capacidad que tiene un material para acumular calor o frío; a mayor inercia térmica, mayor capacidad de acumulación de calor o frío; por ejemplo, en invierno un edificio con elevada inercia térmica puede calentarse durante el día, de forma natural y gratuita, y puede acumular este calor manteniéndolo a lo largo de la noche. La inercia térmica se logra aumentando la masa de los edificios. A mayor masa, mayor inercia térmica y, por lo tanto, mejor comportamiento térmico (De Garrido, 2017). Se expresa como producto del calor específico del material y la densidad de este, en $\text{J/m}^3^\circ\text{C}$ (Martínez, 2015):

Inercia térmica (ignimbrita) de la sala de hospitalización Medicina Varones = $C_p \times \rho$, donde:

$$\text{Calor específico } (C_e) = 463,75 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

$$\text{Densidad } (\rho) = 1.306,96 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Inercia térmica} = 606.102,70 \text{ J/m}^3^\circ\text{C}$$

La inercia térmica conlleva dos fenómenos: la amortiguación en la variación de las temperaturas y el retardo de la temperatura interior respecto a la exterior.

Amortiguación de la onda térmica:

Durante el lento proceso de conducción de calor a través del muro, las condiciones exteriores cambian: deja de dar el sol y baja la temperatura. Esto provoca que parte del calor que se había acumulado dentro del muro encuentre una salida térmicamente razonable hacia el exterior, produciéndose un rebote de la onda de calor. A esto se le denomina amortiguación de la onda térmica (fa) (Neila, 2004, p. 382).

El amortiguamiento expresa el porcentaje de la reducción de la temperatura interior respecto a la temperatura exte-

rior (Rey et al., 2020). Se considera que, en la realidad, la aplicación de calor no es constante, sino que existen variaciones en la intensidad de la radiación solar a lo largo del día y, evidentemente, también diferencias de temperatura entre el exterior y el interior. Por ello, generalmente se dice que los muros de una casa son calentados durante el día, y que por la noche desprenden el calor acumulado (Fuentes, 2009). Para el desarrollo del presente proyecto se sacó la diferencia entre las máximas temperaturas del interior y el exterior del edificio, y se cuantificó en grados centígrados ($^\circ\text{C}$). Variable cuantitativa, medida en escala de intervalo, según registro de Data Logger.

Efusividad Térmica (b):

"Indica la capacidad efectiva que ofrecen los materiales para acumular calor" (Neila, 2004).

$$b = \sqrt{\rho \times C_e \times \lambda}$$

Efusividad del sillar (ignimbrita):

$$\text{Conductividad térmica } (\lambda) = 0,16 \text{ W/m}^\circ\text{C}$$

$$\text{Densidad } (\rho) = 1.306,96 \text{ kg/m}^3,$$

$$\text{Calor específico } (C_e) = 463,75 \text{ J/kg}^\circ\text{C}$$

$$b = 311,41 \text{ S}^{1/2} \text{ W/m}^2^\circ\text{C}$$

Desfase de la onda térmica:

El tiempo que tarda la onda de calor en atravesar el cerramiento se denomina desfase de la onda térmica. Este desfase (df), que es generalmente de varias horas, depende de la conductividad térmica (λ), de la densidad (ρ), del calor específico (C_e) y del periodo del fenómeno (t) que para aplicaciones climáticas es de 24 horas (Neila, 2004, p. 381).

La figura 4 ilustra respecto a desfase y amortiguación de la onda térmica. La mayor cantidad de calor se libera algunas horas después de que la temperatura ambiente externa ha llegado a sus valores máximos; es decir, un modesto impacto en los espacios interiores. El tiempo de desfase es proporcional a su capacidad térmica, e inversamente proporcional a su conductibilidad. Lo ideal es que el desfase sea de 8-10 horas, para que el frío de la noche se transmita al interior durante el día, y que el calor del día llegue en horas de la noche (Varini, 2016). Se cuantificó en horas y minutos (h). Variable cuantitativa, medida en escala de intervalo, según registro de Data Logger.

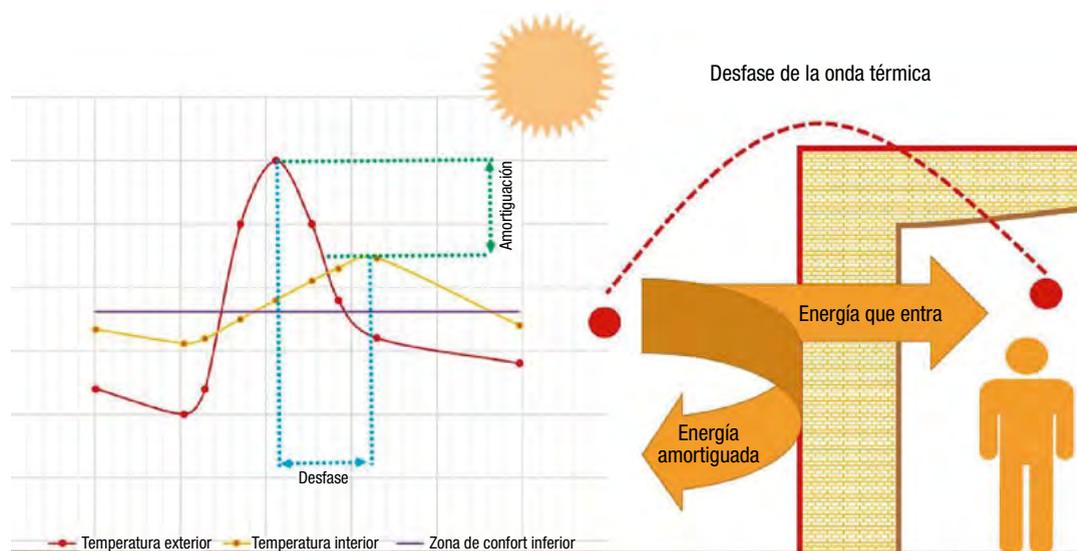


Figura 4. Desfase y amortiguación de la onda térmica.

Fuente: elaboración propia (2023), con base en Neila González (2004, p. 382).

Difusividad térmica (a):

Es la relación entre la conductividad térmica y la capacidad de almacenamiento térmico, o capacidad calorífica por unidad de volumen del material. Es la velocidad con la que la energía se mueve dentro del cerramiento, pues a mayor cerramiento, más tiempo tarda la energía térmica en forma de calor en propagarse por el muro (Jiménez, 2016).

$$a = \lambda/\rho \times Ce$$

Efusividad del sillar (ignimbrita):

$$\text{Conductividad térmica } (\lambda) = 0,16 \text{ W/m } ^\circ\text{C}$$

$$\text{Densidad } (\rho) = 1.306,96 \text{ kg/m}^3$$

$$\text{Calor específico } (Ce) = 463,75 \text{ J/kg } ^\circ\text{C}$$

$$311,41 \text{ S } ^{1/2} \text{ W/m}^2 \text{ } ^\circ\text{C}$$

$$a = 0,26 \text{ m}^2/\text{s} \times 10^{-6}$$

- **Confort térmico:** Es la zona donde una persona no utiliza mecanismos de autorregulación térmica. Sensación neutra de la persona respecto a un ambiente térmico determinado. Según la norma ISO 7730, “es una condición mental en la que se expresa la satisfacción con el ambiente térmico”. Si el balance de energía generada entre la utilizada para producir trabajo coincide con la disipada en forma de calor, entonces la persona se encuentra en una situación de neutralidad térmica y su sensación térmica es de confort (Rey et al., 2020), considerándose:
- **Cálculo de la zona de confort:** Se determinó la zona de confort en la ciudad de Arequipa mediante el método adaptativo propuesto en la norma ANSI/ASHRAE 55-2010 (Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción, 2010). Para el cálculo de la temperatura neutral de invierno-primavera, se tomó el promedio de la temperatura exterior de los días monitoreados. Para definir los rangos superior e inferior de la zona de confort, se determinó utilizar la amplitud de $\pm 2,5^\circ\text{C}$, como sugiere Szokolay (2004).

$$T_n = 17,8 + 0,31(T)$$

Donde:

T_n = temperatura neutral

17,8 = temperatura de núcleo interno

0,31 = Clo

T = temperatura del aire promedio

La temperatura neutral fue de $23,54^\circ\text{C}$ para la temporada invierno-primavera, con un límite superior de $26,04^\circ\text{C}$ y un límite inferior de $21,04^\circ\text{C}$.

- **Temperatura:** Es una magnitud física que indica la energía interna de un cuerpo, medida en grados centígrados ($^\circ\text{C}$). A escala microscópica, es una medida del movimiento y del estado de vibración molecular de una sustancia (Mar & Rafael, 2016).

Metodología

Área de estudio

El área de estudio de la presente investigación fue el hospital Goyeneche, que es un órgano dependiente e integrante del Gobierno Regional de Arequipa, y un establecimiento de nivel III-1 de referencia de capacidad resolutoria de mediana complejidad. Se encuentra ubicado en la región de Arequipa, provincia de Arequipa, distrito del Cercado.

Limita por el sur con la calle Paucarpata; por el norte, con la calle Siglo XX; por el este, con la avenida Independencia, y por el oeste, con la avenida Goyeneche, como se observa en la figura 1.

Cuenta con 240 camas, distribuidas en 14 servicios hospitalarios, que contribuyen a la atención y la solución de los problemas de salud de la población, que, por lo general, son personas que pertenecen a un sector socioeconómico bajo y a los migrantes de la macrorregión sur de Perú. Uno de los servicios que presentan alta complejidad es el de Medicina, que se encuentra ubicado en el primer y segundo pabellones del nosocomio, con dos servicios: Medicina Mujeres y Medicina Varones; cada servicio es constituido por una sala de hospitalización, y cuenta, además, con un estar de enfermería, sala de descanso y tóxico.

El servicio de Medicina Varones cuenta con 24 camas exclusivamente para dicho servicio. Cada ambiente del usuario está separado por tabiques divisorios; además, el servicio cuenta con la estación de enfermería, tóxico, ambientes para repostería, solarío y servicios higiénicos de personal de salud y los usuarios. En los servicios laboran 20 médicos de diferentes especialidades, seis enfermeras y una jefa enfermera del servicio de medicina, los cuales brindan cuidados a pacientes de diversas patologías.

En cuanto a la infraestructura, el edificio no cuenta con sistemas de acondicionamiento térmico artificial en su interior. La forma de uso del espacio es una sala de hospitalización Varones de diferentes especialidades de medicina (atiende casos graves de enfermedades crónicas e infecciosas). El nivel de ocupación de las 24 camas es estable; su programa de funcionamiento es que a la hora del almuerzo (12:00 m) se abre la puerta central que da al patio, hasta las 16:00 horas, y las ventanas se abren desde las 10:00 horas hasta las 16:00 horas.

Diseño de estudio

El diseño de estudio tendrá un enfoque cualitativo. El tipo de estudio que se va a usar será el estudio de caso único, con una estructura lineal analítica, pues se buscará identificar una pregunta de investigación, así como revisión de literatura, métodos, hallazgos, discusión y conclusiones. Además, tendrá un enfoque cualitativo, al usar datos cuantitativos en su mayoría. Tal tipo de estudio no requiere un análisis arduo de la muestra, pues no se intervendrá en el análisis de los datos (Groat & Wang, 2013). El diseño usado será el observacional, por cuanto no se intervendrán los resultados obtenidos. Se seguirá una temporalidad longitudinal, pues las mediciones se hicieron a lo largo del tiempo; asimismo, se hará un estudio retrospectivo al respecto, porque los datos fueron captados en el pasado y se analizarán en el presente (Manterola & Otzen, 2014). El estudio se hizo en dos periodos de toma de datos, correspondientes a los periodos 5 de junio-9 de julio y 3 de agosto-12 de noviembre de 2018.

Definición de la población

El estudio de caso se desarrolló en el hospital Goyeneche, el cual cuenta con 14 servicios, de los cuales se eligió el de Hospitalización Medicina Varones, porque mantiene el diseño original patrimonial y atiende a personas con múltiples especialidades de alta complejidad —entre ellas, las enfermedades respiratorias— y es uno de los servicios más antiguos; tiene las siguientes dimensiones: 6,90 m de ancho \times 40,0 m de largo \times 5,0 m de altura, como se aprecia en la figura 5.

Variables

Se toma la temperatura T° como variable cuantitativa, según registro de Data Logger, considerando:

Zona de confort térmico: 21,04 °C-26,04 °C. Para definir los rangos superior e inferior de la zona de confort, se utilizó la amplitud de +/- 2,5 °C, como sugiere Szokolay (2004), y se la calculó de la siguiente manera:

$$T_n = 17,8 + 0,31(T) \rightarrow T_n = 17,8 + (0,31 \times 18,532^\circ\text{C}) \rightarrow T_n = 23,54^\circ\text{C}$$

$$ZC_{\min} = T_n - 2,5 \rightarrow ZC_{\min} = 23,54^\circ\text{C} - 2,5^\circ\text{C} \rightarrow ZC_{\min} = 21,04^\circ\text{C}$$

$$ZC_{\max} = T_n + 2,5 \rightarrow ZC_{\max} = 23,54^\circ\text{C} + 2,5^\circ\text{C} \rightarrow ZC_{\max} = 26,04^\circ\text{C}$$

Donde:

T_n = temperatura neutral

17,8t = temperatura de núcleo interno

0,31 = constante

T = temperatura del aire promedio

Z_{cmax} = límite de confort térmico máximo (°C)

Z_{cmin} = límite de confort térmico mínimo (°C)

La temperatura neutral (T_n) de invierno-primavera (junio-noviembre de 2018) se calculó a partir de la temperatura de aire promedio exterior (T) de los días registrados por el equipo Data Logger, (cada 10 minutos las 24 horas), con un promedio de T = 18,532 °C, multiplicando este por la constante de 0,31 y adicionando la temperatura de núcleo interno, que fue de 17,8 °C. Se tuvo como resultado la temperatura neutral de 23,54 °C, con un límite superior de confort térmico de 26,04 °C y un límite inferior de 21,04 °C.

Las temperaturas que están en la zona de confort térmico son las que fueron registradas (por el equipo Data Logger cada 10 minutos), cuyos valores están dentro del rango de 21,04 °C-26,04 °C.

Zona de desconfort térmico: Son las temperaturas registradas (por el equipo Data Logger cada 10 minutos) cuyos valores son < 21,04 °C y > 26,04 °C.

Además, para tener una mejor visión de las variables que intervienen en el presente estudio, se elaboró la tabla 2. Operacionalización de Variables, para evaluar el proceso metodológico.

Variables	Subvariables	Indicador	Unidad de medida	Instrumento
Estabilidad térmica	Masa térmica-inercia térmica	Coficiente de estabilidad térmica	C.e.t > 1 C.e.t = 1,0 C.e.t entre 1,0 y 0,5 C.e. < 0,5	Data Logger
Amortiguamiento de la onda térmica	Efusividad	Temperatura	°C	Data Logger
Desfase de la onda térmica	Difusividad	Tiempo	Hora y minutos	Data Logger
Zona de confort	Confort térmico	Límite de temperatura superior e inferior	°C	Data Logger

Tabla 2. Operacionalización de Variables.

Fuente: elaboración propia (2018).

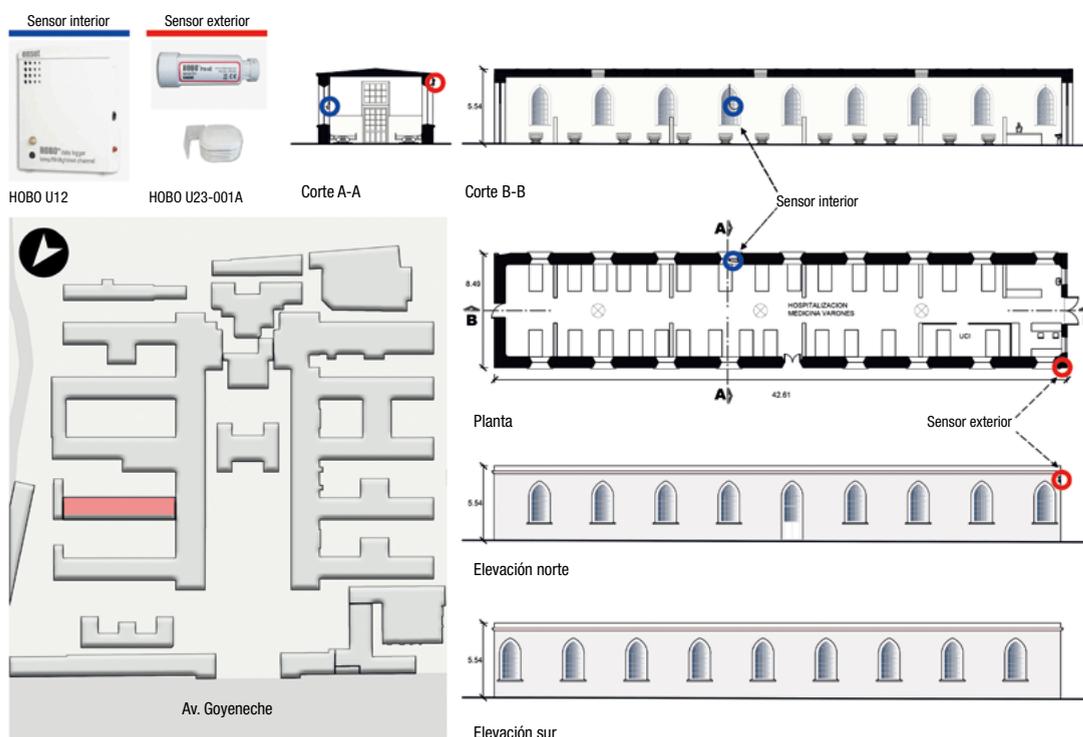


Figura 5. Ubicación de área de estudio: Hospitalización Medicina Varones.

Fuente: elaboración propia, con base en los documentos de la investigación (2021).



Figura 6. Instalación de los sensores interior y exterior en Hospitalización Medicina Varones.

Fuente: elaboración propia (2018).

Toma de datos

Las mediciones se hicieron en 2018, cuando se encontraba en vigencia la ley EM.110 Confort Térmico y Lumínico con Eficiencia Energética, del Reglamento Nacional de Edificaciones de Perú.

El periodo de monitoreo elegido para la recolección de datos fue durante el invierno y parte de la primavera y el otoño en Arequipa: del 5 de junio al 9 julio, y del 3 de agosto al 12 de noviembre de 2018. El invierno durante 2018 duró del 21 de junio al 22 de septiembre (Gobierno del Perú, 2018).

Los instrumentos aplicados en el área de estudio fueron:

- Una guía de observación documental de monitoreo de temperatura y humedad.
- Equipos de registro digital de temperatura y humedad interior y exterior: tanto en el interior como en el exterior de la sala de hospitalización, se instalaron dos equipos HOBO, de la marca ONSET⁷, como se aprecia en las figuras 5 y 6.
- **Monitorización de temperatura y humedad interna:** Se utilizó el Data Logger HOBO U12 (Temperature/Relative Humidity/2 External Channel Data Logger) puesto en el centro del servicio de Medicina Varones, con un cable termopar, que toma la temperatura del muro como, se observa en la figura 6.
- **Monitorización de temperatura y humedad externa:** Se utilizó el Data Logger U23-001A termohigrómetro HOBO de temperatura y humedad para uso exterior, ubicado en el techo del servicio; los equipos registraron

⁷ El registrador de datos de temperatura y humedad tipo HOBO es un sensor con dos canales que logra mayor precisión; se usó la marca ONSET de Clase I, que cumple con la Norma ISO 7726:1998 (Ergonomía del entorno térmico. Instrumentos de medida de magnitudes físicas).

los datos cada 10 minutos, las 24 horas del día, durante los periodos de monitoreo, como se observa en la figura 6.

Aspectos éticos

Se solicitó la autorización pertinente a las autoridades del hospital Goyeneche, y se coordinó con los jefes del servicio de Medicina Varones para la colocación de los equipos y la toma de datos mediante los instrumentos en el área objeto de estudio; en adición, se descartaron las primeras tomas de datos de los equipos, ya que se necesita un periodo de estabilización para un adecuado registro, según lo indicado en cada manual de uso.

Análisis de datos

Para la obtención de los datos a partir de los equipos se utilizó el *software* gratuito HOBOWare, y para el procesamiento de los resultados se utilizó el programa Microsoft Excel 2016, con el cual se elaboró una tabla de recolección y realización de gráficos.

Resultados

Temperaturas

El monitoreo se realizó del 5 de junio al 9 de julio y del 3 de agosto al 12 de noviembre de 2018. Los datos de temperatura exterior se obtuvieron del Data Logger HOBO U23-001A Termohigrómetro. La temperatura exterior máxima registrada en dicha temporada fue de 35,56°C (agosto), y la mínima, de 7,5°C (agosto), con un promedio de 27,13°C. La temperatura interior máxima fue de 27,38°C (noviembre), y la mínima, de 15,58°C (agosto), con un promedio de 24,64°C.

Los resultados obtenidos de cada variable se presentan en la tabla 3.

Temperaturas	Unidad	Junio-julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Resultados principales
Temperatura máxima exterior	°C	33,94	35,56	32,30	29,77	27,95	35,56
Temperatura mínima exterior	°C	9,24	7,54	8,47	10,49	10,74	7,54
Temperatura máxima interior	°C	23,38	25,09	25,57	25,21	27,38	27,38
Temperatura mínima interior	°C	16,77	15,58	16,32	18,39	19,15	15,58

Tabla 3. Temperaturas.

Fuente: elaboración propia (2018), con base en los datos obtenidos de la monitorización de la sala de Hospitalización Varones.

Variables térmicas	Und.	Junio-julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Resultados principales
C.e.t. promedio	C.e.t.	0,33	0,22	0,32	0,34	0,41	0,30
Amplitud máxima exterior	°C	24,34	26,21	23,00	18,66	15,11	26,21
Amplitud mínima exterior	°C	17,98	15,38	15,98	12,07	12,95	12,07
Amplitud máxima interior	°C	5,72	8,48	7,99	6,65	6,85	8,48
Amplitud mínima interior	°C	1,88	2,91	4,96	3,94	4,76	1,88

Tabla 4. Coeficiente de estabilidad térmica.

Fuente: elaboración propia (2018), con base en los datos obtenidos de la monitorización de la sala de Hospitalización Varones.

	Und.	Junio-julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Total
Confort	%	26,07 %	36,54 %	47,59 %	66,24 %	70,31 %	46,14 %
Disconfort	%	73,93 %	63,46 %	52,41 %	33,76 %	29,69 %	53,86 %

Tabla 5. Zona de confort interior.

Fuente: elaboración propia (2018), con base en los datos obtenidos de la monitorización de la sala de Hospitalización Varones.

Figura 7. Gráficos mensuales de las temperaturas de junio-julio y agosto de 2018.

Fuente: elaboración propia (2018), con base en los datos obtenidos de la monitorización de la sala Hospitalización Varones.

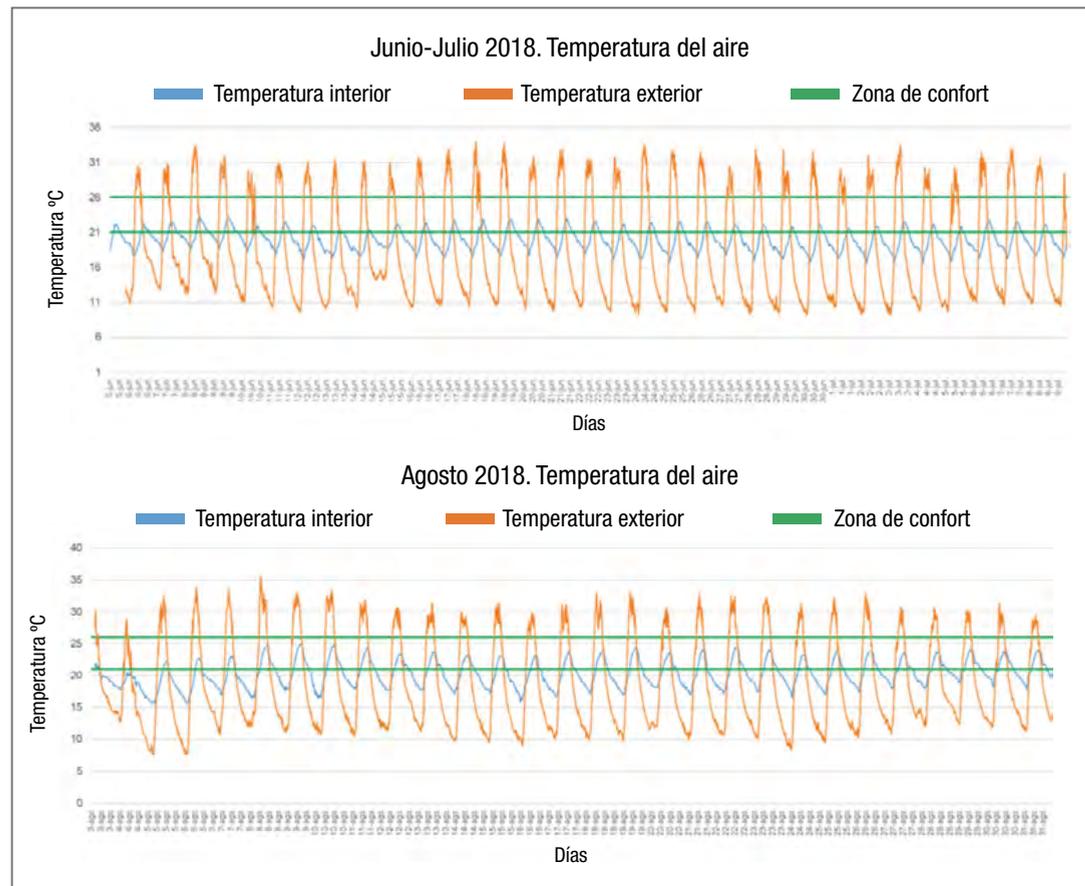
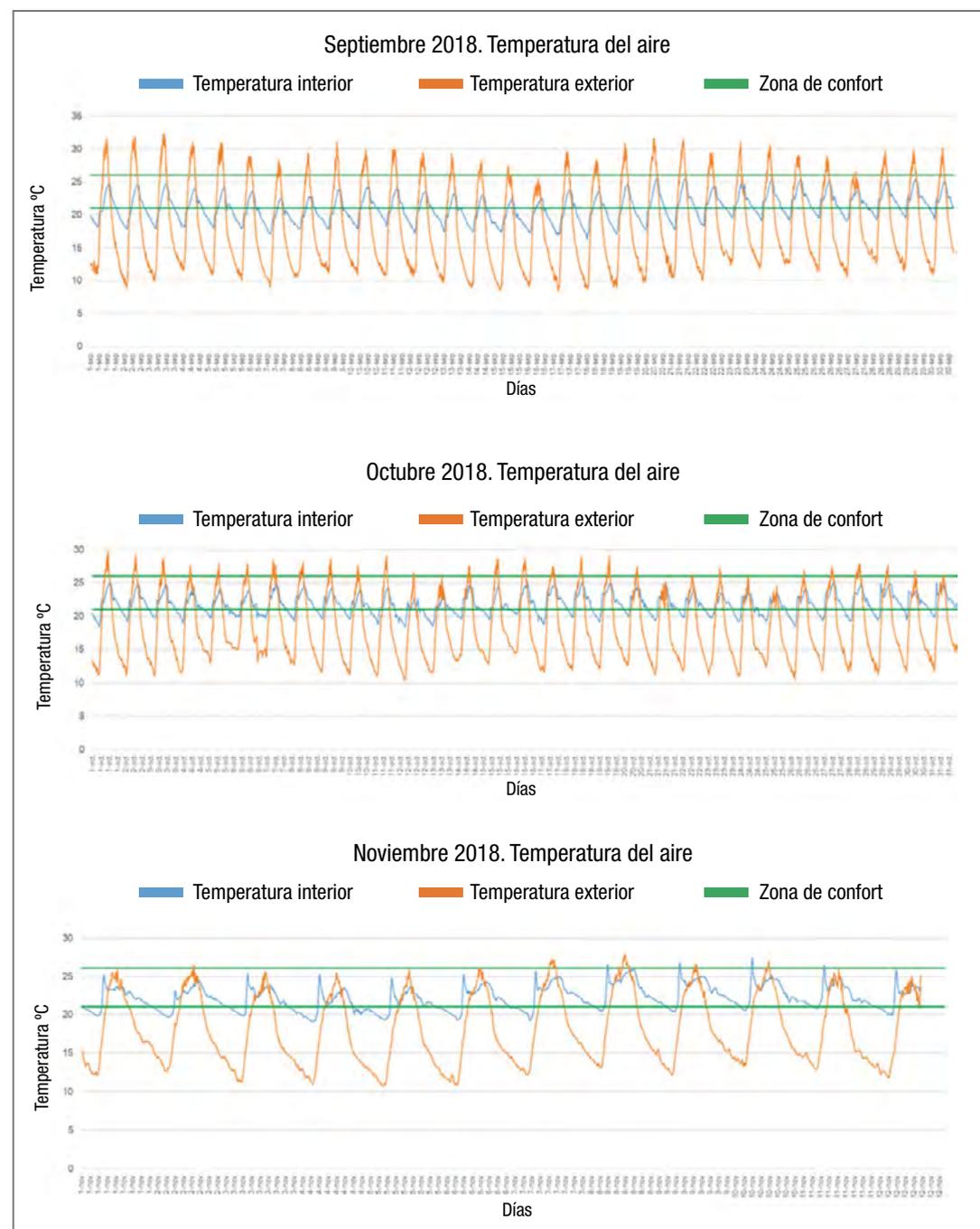


Figura 8. Gráficos mensuales de las temperaturas de septiembre, octubre y noviembre de 2018.

Fuente: elaboración propia (2018), con base en los datos obtenidos de la monitorización de la sala Hospitalización Varones.



Coefficiente de estabilidad térmica

El C.e.t. promedio de todo el periodo de monitorización es de 0,30; llegó, como máximo, hasta 0,5 (10 de noviembre), y como mínimo, hasta 0,1 (9 de julio); la amplitud térmica máxima exterior fue de 26,2°C (6 de agosto); la mínima, de 12,07°C (25 de octubre), y la promedio, de 18,97°C. La amplitud máxima interior fue de 8,48°C (10 de agosto); la mínima, de 1,88°C (9 de julio), y la promedio, de 5,58°C, como se muestra en la tabla 4.

Zona de confort

Para definir los rangos superior e inferior de la zona de confort, se determinó utilizar la amplitud de +/- 2,5°C, como sugiere Szokolay (2004).

La sala de hospitalización estuvo en el 46,14% en la zona de confort térmico (21,04°C-26,0°C) de todo el tiempo de monitoreo (se calculó con base en el registro obtenido cada 10 minutos), como se visualiza en la tabla 5. Se observa, además, que el porcentaje de confort aumenta mientras nos alejamos de junio, cuando se inicia el invierno; también

podemos observar, en las figuras 7 y 8, en cada mes, el acercamiento de las temperaturas interiores y exteriores con los límites de la zona de confort.

Amortiguamiento de la onda térmica

El amortiguamiento de la onda térmica máxima es de 11,23°C (24 de junio), y el mínimo es de 0,19°C (4 de noviembre), y con un promedio de 6,07°C, como se observa en la tabla 6.

Desfase de la onda térmica

El desfase de la onda térmica máxima es de 7h 50 min (10 de junio); el mínimo es de 10 min (25 de octubre), con un promedio 3h 20 min, como se aprecia en la tabla 7.

Día de mayor amplitud térmica exterior

El 6 de agosto fue el día de la máxima amplitud térmica exterior, con 26,22°C (temperatura máxima exterior 33,78°C a las 12:50 p. m.; temperatura mínima exterior de 7,56°C

Tipo de amortiguamiento	Und.	Junio-julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Resultados principales
Amortiguamiento de la onda térmica máxima	°C	11,23	10,98	7,60	4,82	2,04	11,23
Amortiguamiento de la onda térmica mínima	°C	8,01	5,51	2,28	0,73	0,19	0,19
Amortiguamiento de la onda térmica promedio	°C	9,08	9,58	5,56	2,93	0,53	6,07

Tabla 6. Tabla de amortiguamiento.

Fuente: elaboración propia (2018), con base en los datos obtenidos de la monitorización de la sala Hospitalización Varones.

Tipo de desfase	Und.	Junio-julio	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre	Resultados principales
Desfase de la onda térmica máximo	H min.	7:50	5:00	3:30	15:30	1:40	7:50
Desfase de la onda térmica mínimo	H min.	3:00	00:10	00:20	00:10	-	00:10
Desfase de la onda térmica promedio	H min.	5:29	5:30	2:02	1:48	-	3:20

Tabla 7. Desfase de la onda térmica.

Fuente: Elaboración propia (2018), con base en los datos obtenidos de la monitorización de la sala Hospitalización Varones.

Nota: (-) Datos inválidos de monitoreo.

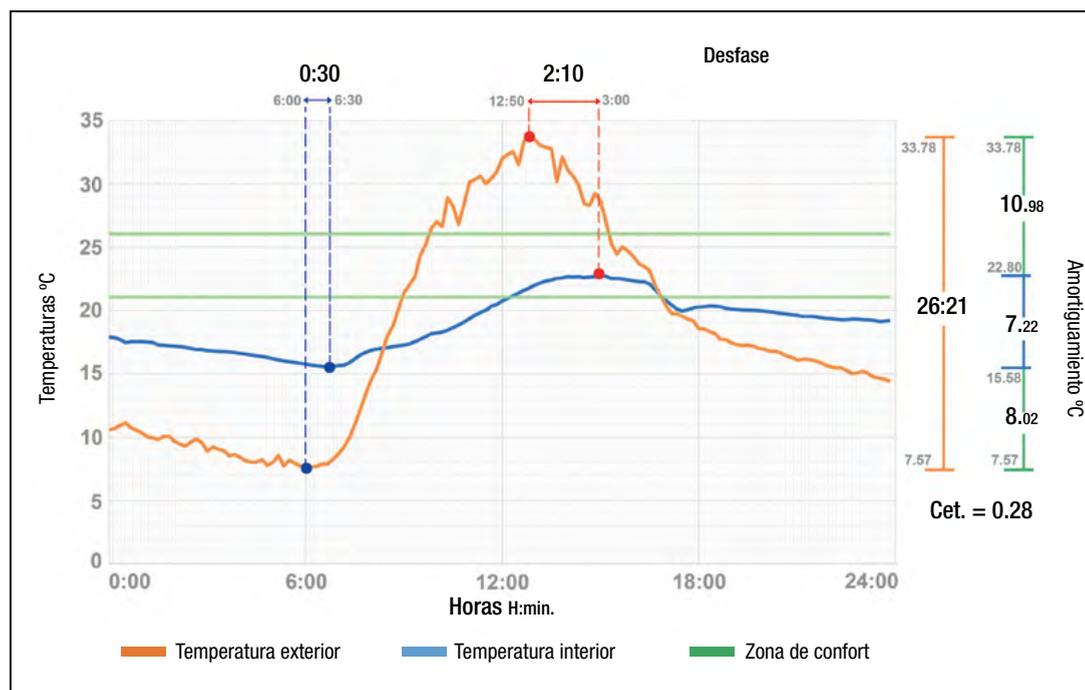


Figura 9. Gráfico del día de mayor amplitud térmica exterior.

Fuente: elaboración propia (2018).

Variables térmicas	6 de agosto	Unidad
C.e.t.	0,28	Coefficiente
Amplitud exterior	26,22	°C
Amplitud interior	7,22	°C
Amortiguamiento de la onda térmica	10,98	°C
Desfase de la onda térmica	2:10	H. min.

Tabla 8. Día de mayor amplitud térmica exterior.

Fuente: elaboración propia (2018), con base en los datos obtenidos de la monitorización de la sala Hospitalización Varones.

a las 6:00 a.m.), y en el interior tuvo una amplitud de 7,22°C (temperatura máxima interior 22,80°C a las 3:00 p.m.; temperatura mínima interior de 15,58°C a las 6:30 a.m.), todo lo cual nos da un coeficiente de estabilidad térmica de ese día de 0,28 (amortigua el 72% de la fluctuación exterior). El amortiguamiento de la onda térmica fue de 10,98°C (temperatura máxima exterior de 33,78°C menos temperatura máxima interior, de 22,80°C), con un desfase de 2h 10min (hora de la temperatura máxima exterior, 12:50 p.m.; hora de la temperatura máxima interior, 3:00 p.m.), como se visualiza en la Figura 9. Gráfico del día de mayor amplitud térmica exterior. y la tabla 8.

Los principales resultados promedio de toda la información de monitoreo están en la tabla 9, y muestran, a grandes rasgos, el comportamiento de la sala de hospitalización observada.

Discusión

Los resultados muestran un C.e.t. promedio de 0,30 (teniendo como máximo uno de 0,5, el 10 de noviembre, y como mínimo, de 0,1, el 9 de julio) en la sala de hospitalización objeto de estudio, lo cual quiere decir que, en promedio, el edificio amortigua el 70% de las fluctuaciones de temperatura exterior; comparado con un estudio reciente, los resultados no son distantes; según Herrera-Sosa et al. (2020, pp. 157-158), los muros de sillar de 30 cm de espesor amortiguan el 81,40% en la temporada de invierno, y el 59,87%, en la temporada de verano. Cabe contextualizar que dicho estudio monitorizó durante 10 días, cada temporada, un módulo de 1 m³ habitado y sin vanos (ventanas y puertas), construido con sillares nuevos; mientras, la presente investigación tuvo 137 días de monitoreo (4 meses y medio), en una sala de hospitalización centenaria con vanos (puertas y ventanas) y habitada.

El día monitorizado con mayor amplitud térmica exterior (fluctuación de la temperatura, diferencia entre máxima y mínima) fue el 6 de agosto, con una fluctuación de 26°C de la temperatura exterior (temperatura máxima: 33,78°C a las 12:50p.m.; temperatura mínima: 7.56°C, a las 6:00 a.m.) y una fluctuación de la temperatura interior de 7,22°C (temperatura máxima: 22,8°C, a las 3:00 p. m., y temperatura mínima: 15,58°C, a las 6:30a. m.), lo cual da como resultado el C.e.t. de ese día de 0,28. Esto quiere decir que el edificio amortiguó el 72% de la fluctuación de la temperatura exterior. También se halló que el amortiguamiento de la onda térmica de ese día fue de 10,98°C, con un desfase de la onda térmica de 2 h 10 min.

Variables térmicas	Dato	Unidad
C.e.t. promedio	0,30	Coefficiente
Zona de confort %	46,14	%
Amortiguamiento de la onda térmica	6,07	°C
Desfase de la onda térmica	3:20	H. min.

Tabla 9. Resultados generales.

Fuente: elaboración propia (2018), con base en los datos obtenidos de la monitorización de la sala Hospitalización Varones.

En términos generales de los datos de monitorización, se halló que la amortiguación de la onda térmica promedio es de 6,07°C y el desfase de la onda térmica promedio es de 3 h 20 min.

También cabe resaltar que, si bien la sala de hospitalización no está la mayor parte del tiempo en la zona de confort térmico (46,14% zona de confort), sí tiene temperaturas interiores estables, que llegan a ser de 15,58°C, como mínimo, y de 27,38°C, como máximo.

Pese a las limitaciones propias de no haber monitorizado todo un año, el estudio es importante, ya que se realizó durante los meses más críticos de Arequipa en su clima seco, desértico y frío (de hecho, los de invierno).

Conclusiones

Los resultados sirven para demostrar que el sillar (ignimbrita) en un sistema constructivo de muros de 80 cm de espesor da estabilidad térmica (inercia térmica) —en este caso, a una sala de hospitalización—, y que logra amortiguar más del 50% (70%, en promedio) de la fluctuaciones de temperatura exteriores, con un amortiguamiento de la onda térmica promedio de 6,07°C y un desfase de la onda térmica promedio de 3 h 20 min., y que, no obstante ser un material autóctono de más de 100 años, puede seguir brindando estas prestaciones.

También se llega a la conclusión de que para futuras restauraciones de edificios patrimoniales hechos de sillar (ignimbrita), como es el caso del hospital Goyeneche, utilizar materiales con masa térmica como el sillar contribuye a las mejoras del confort térmico en el interior de los edificios restaurados. El sillar tiene una inercia térmica de 606.102,70J/m³°C, que, aparte de dar propiedades térmicas, ayuda a que los edificios sigan manteniéndose como patrimonio al utilizar su material autóctono.

Se deduce del estudio que en un clima con grandes diferencias de temperatura entre el día y la noche, como en el caso del clima de Arequipa, se necesitan edificios con alta masa térmica para mantener la estabilidad térmica en sus espacios interiores.

Las recomendaciones para climas secos, desérticos y fríos donde se encuentran grandes fluctuaciones de temperatura, son: construir con materiales del lugar que tengan alta masa térmica y, para futuras investigaciones, buscar técnicas o combinaciones con otros materiales autóctonos, para conseguir alta masa térmica con menor espesor.

Contribuciones y agradecimientos

Agradecemos a la Universidad Nacional de San Agustín y al personal del hospital Goyeneche por el apoyo en la presente investigación.

Los autores declaran que no tienen conflictos de interés relevantes en relación con la investigación presentada.

Referencias

- Álvarez Prudencio De Rozan, M. (2021). *Caracterización petromineralógica de las ignimbritas en la quebrada de Añashuayco, Arequipa* [Tesis de maestría]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/20.500.12773/13472>
- Anglada, S. (2018). *Instrumento de financiamiento urbano para la conservación del Patrimonio arquitectónico de la ciudad de Arequipa* [Tesis de maestría]. Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa, Unidad de Posgrado de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Arequipa.
- Barniol, A. (2021). *El desafío del clima* (Vol. 1). RTVE.
- Cáceres Vilca, G. P. (2020, 28 de diciembre). *Comportamiento estructural sísmico estático no lineal de bóvedas de sillar en monumentos históricos: Reforzamiento estructural de la iglesia de Santa Marta – Arequipa* [Tesis de maestría]. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/20.500.12773/12387>
- Castro, A., Dávila, C., Laura, W., Cubas, F., Avalos, G., López Ocaña, C., Marín, D. (2021). *Climas del Perú – Mapa de Clasificación Climática Nacional*. SENAMHI- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú, Ministerio del Ambiente, Lima. www.gob.pe/senamhi
- CENEPRED. (2019). *Escenario de riesgos por descenso de temperatura 2019*. Pronóstico de Temperaturas, Centro Nacional de Estimación, Prevención y Reducción del Riesgo de Desastres.
- De Garrido, L. (2017). *Manual de arquitectura ecológica avanzada*. Ediciones de la U.
- Evans, J. (2004). *Construcción en tierra: aporte a la habitabilidad*. 1er Seminario Construcción con Tierra FADU - UBA.
- Fuentes Freixanet, V. (2009). *Modelo de análisis climático y definición de estrategias de diseño bioclimático para diferentes regiones de la República Mexicana*. [Tesis doctoral, Universidad Autónoma Metropolitana - Unidad Azcapotzalco]. Repositorio institucional - Zaloamati.
- Gobierno del Perú. (2018). *Fechas de las estaciones astronómicas en el Perú*. Plataforma Digital Única del Estado Peruano para Orientación al Ciudadano. <https://www.gob.pe/11000-fechas-de-las-estaciones-astronomicas-en-el-peru>
- Groat, L., & Wang, D. (2013). *Architectural Research Methods*. Wiley
- Herrera-Sosa, L. C., Villena-Montalvo, E. E., & Rodríguez-Neira, K. R. (2020). Evaluación del desempeño térmico del sillar (ignimbrita) de Arequipa, Perú. *Revista De Arquitectura (Bogotá)*, 22(1), 152-163. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.2261>
- Instituto de la Construcción y Gerencia. (2019). *Reglamento Nacional de Edificaciones* (10 ed.). Instituto de la Construcción y Gerencia.
- Jiménez, J. G. (2016). *Programas informáticos en eficiencia energética en edificios*. ENAC0108. www.iceditorial.com
- Manterola, C., & Otzen, T. (2014). Estudios observacionales. Los diseños utilizados con mayor frecuencia en investigación clínica. *International Journal of Morphology*, 32(2), 634-645.
- Mar, S., & Rafael, P. (2016). *Termografía Infrarroja. Nivel II Ensayos No Destructivos*. Fundación Confemetal.
- Martínez, Á. (2015). *Edificación y eficiencia energética en los edificios*. UF0569 (5.1 ed.). Elearning.
- Ministerio de Salud (MINSA). (2021). *Diagnóstico de brechas de Infraestructura y Equipamiento del sector salud*. Diagnóstico, Oficina General de Planeamiento, Presupuesto y Modernización, Secretaría General.
- Muñoz Vásquez, N., Marino, B., & Thomas, L. (2015). Caracterización del comportamiento térmico de un edificio prototipo en Tandil (Buenos Aires). *An. AFA*, 26(2), 78-87. http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-11682015000200006
- Neila, J. (2004). *Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible*. <https://www.casadellibro.com/libro-arquitectura-bioclimatica-en-un-entorno-sostenible/9788489150645/950918>
- Oficina de Estadística e Informática. (2017). Base de datos de Hospitalización 2017. Arequipa, Perú.
- Quispe Ticona, S. (2021). *Influencia del sillar en la mejora de las propiedades físico-mecánicas del concreto f'c= 175 kg/cm2 para cercos prefabricados* [Tesis, Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Arequipa]. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/63669>
- Rey Martínez, F. J., Velasco Gómez, E., Rey Hernández, J. M., San José Alonso, J. F., Tejero González, A., & Esquivias Fernández, P. M. (2020). *Diseño y gestión de edificios de consumo de energía casi nulo*. <https://books.google.com.pe/books?id=cVUFEAAAQBAJ&pg=PA81&dq=Amortiguaci%C3%B3n+de+la+onda+t%C3%A9rmica&hl=es&sa=X&ved=2ahUKEwj3vNCaxsn1AhURGbkGHc4zAZcQ6AF6BAglEAI#v=onepage&q=Amortiguaci%C3%B3n%20de%20la%20onda%20t%C3%A9rmica&f=false>
- Reynolds, M. (2012). *La navetierra. Como construir la suya*. eBookIt.com.
- Salinas Rocha, F., Beltrán Córdova, O. R., & Espinoza Tarqui, N. M. (2015). *Informe de evaluación del establecimiento de salud*. Hospital Goyeneche III-1, DIRESA (Dirección Regional de Salud de Arequipa), Arequipa.
- Sociedad Americana de Ingenieros de Calefacción. (2010). NORMA ANSI/ASHRAE 55-2010, Condiciones de Ambiente Térmico para Ocupación Humana. ASHRAE.
- Szokolay, S. V. (2004). Introduction to architectural science the basis of sustainable design. *Elsevier/Architectural Press*, 1(2), 327. https://doi.org/10.1007/978-94-6091-939-8_1
- Varini, C. (2016). *Ecoenvolventes: Entre continuidad e innovación*. Universidad Piloto de Colombia.



La percepción de los profesionales de la construcción sobre temas de edificación sustentable en México y Chile

The perception of construction professionals on sustainable building issues in Mexico and Chile

Luis Alejandro Ramírez-Mancilla

Universidad Mexiquense del Bicentenario Tultitlán (México)
Programa de Desarrollo Científico y Tecnológico para la Sociedad Ingeniero Industrial UPIICSA-IPN (México)
Maestría en Ciencias en Estudios Interdisciplinarios para Pymes UPIICSA-IPN (México)
Doctor en Ciencias en Desarrollo Científico y Tecnológico para la Sociedad, CINVESTAV-IPN (México)

 <https://scholar.google.com/co/citations?hl=es&user=izmdqn0AAAAJ>

 <https://orcid.org/0000-0002-0387-7241>

 laramirezm@cinvestav.mx

José Víctor Calderón-Salinas

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (México)
Departamento de Bioquímica
Médico cirujano, UADEC (México)
Maestría en Ciencias en la Especialidad de Bioquímica, CINVESTAV-IPN (México)
Doctor en Ciencias en la Especialidad de Bioquímica, CINVESTAV-IPN (México)

 <https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=JxKhDugAAAAJ>

 <https://orcid.org/0000-0001-6972-6270>

 jcalder@cinvestav.mx

Yasuhiro Matsumoto-Kuwabara

Centro de Investigación y de Estudios Avanzados del Instituto Politécnico Nacional (México)
Departamento de Electrónica del Estado Sólido
Ingeniero en Electricidad con Especialidad en Electrónica, ESIME-IPN (México)
Maestría en Ciencias en la Especialidad de Ingeniería Eléctrica, CINVESTAV-IPN (México)
Doctor en Ciencias en la Especialidad de Ingeniería Eléctrica, Universidad de Osaka, Japón.

 <https://scholar.google.com/citations?user=zAvPDngAAAAJ&hl=en>

 <https://orcid.org/0000-0003-1160-9324>

 [ymatsumoto@cinvestav.mx](mailto:yamatsumoto@cinvestav.mx)

Resumen

El crecimiento poblacional se encuentra directamente ligado a la edificación; por tal motivo, resulta fundamental ser eficientes con los recursos, pues todo en un marco de desarrollo sustentable y su adopción dentro de los procesos constructivos es un tema de investigación importante. Mientras que investigaciones basadas en encuestas postocupación (POE) son una forma común de abordar el tema, poco se conoce de la forma como los actores de la construcción perciben e incorporan las prácticas de uso eficiente de los recursos para con sus actividades. En el presente trabajo se muestran los resultados de una encuesta pre-ocupación (EPO) diseñada a partir de las certificaciones LEED y BREEAM, la norma mexicana NMX-AA-164-SCFI-2013, el Programa de Construcción de Edificaciones Sustentables (PCES), la Certificación de Edificaciones Sustentables (CES) y la Certificación de Estándares de Construcción Sustentable en Chile (ECSC). La encuesta estuvo dirigida a profesionales de la construcción en México y Chile, y a raíz de ella se encontró que hay bajo conocimiento y poco empleo de tácticas de edificación sustentable entre la población objeto de estudio; cabe concluir que las técnicas que utilizan están orientadas a la optimización de costo.

Palabras clave: certificaciones; desarrollo; encuestas pre-ocupación; eficiencia; normas

Abstract

Population growth is directly linked to construction, for this reason it is essential to be efficient with resources, all within a framework of sustainable development, and its adoption within construction processes is an important research topic. While research based on Post-Occupancy Surveys (POE) is a common way to address the issue, little is known about the way in which construction stakeholders perceive and incorporate efficient resource use practices into their activities. This paper shows the results of a Pre-Occupancy Survey (EPO) designed based on the LEED and BREEAM certifications, the Mexican standard NMX-AA-164-SCFI-2013, the Sustainable Building Construction Program (PCES), the Certification of Sustainable Buildings (CES) and Sustainable Construction Standards in Chile (ECSC). The survey was aimed at construction professionals in Mexico and Chile, finding that there is low knowledge and use of sustainable building tactics and it is concluded that the techniques they use are oriented to cost optimization.

Keywords: certifications; development; efficiency; pre-occupation surveys; standards

Introducción

En 2020, el 68% de la población llegó a vivir en ciudades (Ordás, 2020), por lo cual el acceso a viviendas adecuadas y asequibles es fuente de conflicto para las economías emergentes (Dave et al., 2016). A este problema se adiciona la necesidad de considerar criterios ambientales y sociales que, por ser tan necesarios, deberían estar al mismo nivel que los criterios estético, económico y funcional para una construcción (Coma et al., 2016).

Se ha calculado que la industria de la construcción acapara más del 40% de la energía global; los edificios, consumen más del 30% del uso final de la energía y representan el 41% del consumo total de energía en Estados Unidos (Basbagill et al., 2013) y, adicionalmente, producen el 40% de las emisiones de CO₂ (Buyle et al., 2013).

Adicionalmente, por cuestiones de fabricación de materiales, transporte y construcción, las viviendas son las responsables del 60% de las emisiones de CO₂ en Estados Unidos (Motuziene et al., 2016). En ese sentido, es fundamental contar con estrategias de edificación sustentable, que abarquen el proceso de construcción del edificio; la vida útil de dicho edificio también es una preocupación de carácter global. Del informe de la ONU *Nuestro futuro común*, conocido también como *Informe Brundtland*, se desprende una de las definiciones más ilustrativas de *desarrollo sustentable*: “[es] El desarrollo que satisface las necesidades del presente sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (CMMAD, 1987, p. 24).

Para afrontar el reto de la sustentabilidad en la construcción, países desarrollados, como Estados Unidos, han impulsado instrumentos de evaluación y certificación: por ejemplo, el Leadership in Energy & Environmental Design (LEED), que se utiliza para calificar edificaciones ya construidas. Por otro lado, la certificación Building Research Environmental Assessment Methodology (BREEAM), originada en Reino Unido, permite determinar el nivel de edificación sustentable de un inmueble antes de su construcción. Estas certificaciones incorporan de manera efectiva la sustentabilidad a las etapas de diseño y construcción de edificios (Altomonte & Schiavon, 2013); así mismo, son las herramientas de evaluación predilectas por los contratistas. Sin embargo, los inicios de la edificación sustentable se remontan a Paolo Soleri, que en 1960 empató dos palabras: *ecología* y *construcción*, con las cuales acuñó una nueva idea, que denominó *construcción ecológica*. Luego, en 1969, con el lanzamiento del libro *Diseñando con la naturaleza*, de Lennox McHarg, nació el concepto *arquitectura ecológica* (Li et al., 2014, p. 1).

A partir de entonces se ha ido afinando el concepto de edificación sustentable. Según Serpell et al. (2013), en la actualidad se cuenta con varias técnicas y aplicaciones relacionadas con la construcción lo que la convierte por consecuencia en un emblema de la sustentabilidad, respondiendo a la necesidad de mejorar los factores económico, social y bajo impacto ambiental.

En 2013 Chile creó un documento llamado Estrategia Nacional para la Construcción Sostenible (ENCS), incluyendo como prioridad la enseñanza de ingenieros y de arquitectos orientada a la edificación sustentable (Valdés & Mellado, 2018). En 2014 se creó la Certificación de Edificio Sustentable (CES), y en 2016, los Estándares de Construcción Sustentable en Chile (ESCS).

Por su parte, en México se cuenta con una norma no obligatoria (NMX-AA-164-SCFI-2013 Edificación Sustentable-Criterios y Requerimientos Ambientales Mínimos), al igual que con el Programa de Construcción de Edificaciones Sustentables (PCES). Sin embargo, las principales ciudades del país tienen patrones de urbanización que omiten la norma, derivado ello de su carácter no vinculatorio (Visuet, 2010). Dado el carácter normativo de dichos instrumentos nacionales, y esperando que esté consolidado en temas de sustentabilidad en la construcción, resulta necesario plantear la pregunta de adopción de aquella reglamentación a los diferentes actores involucrados en la edificación. Específicamente, se busca responder mediante la presente investigación a la pregunta: *¿Qué tan conocidas y aplicadas son las diferentes estrategias de sustentabilidad en la construcción por parte de los diferentes actores de la industria constructora en Chile y México?*

A modo de hipótesis, se puede asumir que los diversos actores de la construcción de México y Chile evidencian un bajo nivel de aplicación y de adopción de las normativas y las certificaciones nacionales de edificación sustentable, así como de los principales indicadores que son necesarios para comenzar una transición orientada a la sustentabilidad a escala internacional.

Para responder a la pregunta planteada y corroborar la hipótesis, se elaboró una encuesta orientada a los profesionistas de la construcción, tomando como referencia los indicadores LEED y BREEAM, la normativa NMX AA-164-SCFI-2013 y el PCES de México y la CES y los ESCS de Chile. Para diferenciar este trabajo de otras investigaciones se omitieron las POE, dirigidas a obtener información de los usuarios finales de los inmuebles, respecto al funcionamiento de las edificaciones. En su caso, las EPO tienen la ventaja de que no se necesita realizar la encuesta en persona y se puede conocer la percepción de los profesionales de la construcción y su grado de “experticia” antes de edificar; sin embargo, una dificultad es la baja tasa de respuesta de las encuestas ya que del 100% de correos enviados solo nos contestó el 8% de los profesionales de la construcción en ambos países.

Los resultados permitieron evaluar el nivel de conocimiento y la adopción de las estrategias por parte de los profesionistas en ambos países. No obstante ser un trabajo regional, consideramos que los resultados permiten aproximarnos al nivel de sustentabilidad de las economías emergentes en América, y contribuyen a la discusión sobre las dificultades y las oportunidades de adopción de estrategias de sustentabilidad en la industria de la construcción.

Metodología

La metodología desarrollada consistió en el diseño de una encuesta aplicable a profesionales de la construcción, y que tuvieran relación directa con la edificación de inmuebles, el cálculo del tamaño de la muestra requerida, la elección de los encuestados, la distribución de las encuestas y su análisis.

Diseño de la encuesta

La encuesta fue diseñada con base en tres apartados con respuesta de opción múltiple, y una final, abierta para comentarios. Se consideraron dos instrumentos internacionales de certificación: LEED y BREEM; también,

dos instrumentos locales de carácter normativo: la NMX AA-164-SCFI-2013 y el PCES para el contexto de México, y los ESCS y la CES, para el de Chile.

El primer apartado consta de tres preguntas orientadas a recabar la información general del encuestado: ubicación geográfica, experiencia profesional y rol dentro de la industria de la construcción. Adicionalmente, se incluyeron dos preguntas sobre estrategias de promoción y beneficios asociados a la edificación sustentable. El segundo apartado consta de dos preguntas. La primera, en relación con el conocimiento de los cuatro instrumentos base, y la segunda, en relación con la incorporación de dichos instrumentos en su quehacer profesional. En el tercer apartado se enlistaron los cuatro instrumentos base y cinco Estrategias de Edificación Sustentable (EES).

Para proceder con los criterios que coincidían, se analizaron las certificaciones mencionadas. Posteriormente se seleccionaron las estrategias más representativas y se escogieron cinco estrategias principales, y para cada una se derivaron cuatro estrategias secundarias; todas ellas, con el objetivo de cubrir los criterios más significativos de edificación sustentable y su puntuación, como se observa en la tabla 1.

Para cada estrategia se formuló una pregunta en relación con el nivel de aplicación en las actividades por parte de los diferentes profesionales de la construcción en ambos países, y se utilizó como métrica la escala Likert: Poco frecuente, Frecuente y Muy frecuente.

Estimación del tamaño de la muestra

Para estimar el tamaño de la muestra, se consideró una población con las siguientes categorías de respuesta: Poco frecuente, Frecuente y Muy frecuente, y utilizando el método de Thompson (Thompson, 1987) para la estimación simultánea de proporciones multinomiales, con un nivel de significancia de $\alpha=0,1$, donde se buscó tener una potencia de la prueba del 90%, con un error del 10%, con los parámetros ya descritos. Con un margen de error de $\pm 0,1$ en relación con las proporciones de la población, sustituimos $d^2n=1,00635$ de la tabla de Thompson (1987) y $\alpha^2=0,1^2$ en la expresión, $\frac{d^2n}{\alpha^2}$ para obtener $1,00635/(0,1)^2=100,63$, lo que resulta en una $n=100,6$, y define, por tanto, un tamaño de muestra mínimo de $n=101$.

Selección de la muestra

La selección de la muestra se delimitó a los cinco estados mexicanos con mayor representatividad productiva, medida en términos de la concentración de empresas dedicadas al ramo de la construcción con respecto al total nacional, según el Directorio Estadístico Nacional de Unidades Económicas (DENUE), del Instituto Nacional de Estadística y Geografía (INEGI) de México. Los estados seleccionados fueron: Nuevo León (7,25%), Jalisco (7,15%), Ciudad de México (7,11%), Guanajuato (5,23%) y Querétaro (5,22%) y que sumados representan el 31,55% del total de las empresas constructoras del país. Todos ellos son estados que cuentan con un Plan de Desarrollo Urbano Sustentable impulsado por el Estado.

Para el caso de Chile, la selección de la muestra se delimitó a las empresas constructoras que se encontraran incorporadas al directorio de la Cámara Chilena de la Construcción (CCHC). En ambos casos se encontraron todos los encuestados en los sitios y los directorios previamente mencionados.

Distribución de las encuestas

El envío y la recopilación de encuestas se hicieron durante marzo y abril de 2019. Se enviaron 730 correos a los profesionistas en México, y 1.100, a los profesionistas de Chile. Para ello, se utilizó la plataforma "e-encuesta", donde se generó una URL que se utilizaba para enviar un correo. Posteriormente, al cabo de una semana, se hacía un recordatorio a los profesionistas que no habían contestado la encuesta; el máximo de recordatorios por correo enviado fue de tres.

Gestión y análisis de datos

Los datos obtenidos se ingresaron en una base de datos diseñada con MS Excel (Microsoft® Excel, Washington, 2018), y exportado a Paquete Estadístico R Studio, para realizar un análisis que incluyó medias, medianas, diferencia estándar, prueba de Shapiro-Welk y la de χ^2 con $p < 0,05$. Estas pruebas nos permitieron saber si existía una diferencia significativa entre los grupos de encuestados.

EES\ certificación o norma	LEED Versión 41	BREEAM2	Norma NMX-AA-164-SCFI-20133	PCES4	ECSC5	CES6
Localización	Localización y transporte (p. 12)	Transporte (p. 166)	Suelo (p. 26)	No aplica	Entorno inmediato (Tomo I)	No aplica
Agua	Eficiencia en agua (p. 50)	Agua (p. 195)	Agua (p. 46)	Agua (p. 40)	Agua (Tomo III)	Agua (p. 40)
Energía	Energía y atmósfera (p. 62)	Energía (p. 115)	Energía (p. 32)	Energía (p. 29)	Energía (Tomo II)	Energía (p. 29)
Materiales	Materiales y recursos (p. 82)	Materiales (p. 218)	Materiales y residuos (p. 49)	Residuos sólidos (p. 51)	Materiales (Tomo IV)	Residuos (p. 51)
Confort	Calidad Ambiental interior (p. 101)	Salud y bienestar (p. 74)	Calidad del ambiente interior (p. 59)	Calidad de vida (p. 59)	Salud y bienestar (Tomo I)	Calidad de vida (p. 59)

Tabla 1. Principales estrategias obtenidas de los instrumentos de certificación en ambos países.

Fuente: elaboración propia (2021).

Nota: con base en datos de: 1) Leadership in Energy & Environmental Design (2014); 2) Building Research Environmental Assessment Methodology (2011); 3) Sustainable Building-Criteria and Minimal Environmental Requirements (2013); 4) Programa de Construcción de Edificación Sustentable (2012); 5) Estándares de Construcción Sustentable en Chile (2016), y 6) Certificación Edificio Sustentable (2014). CC BY-NC-ND.

Resultados

Para el caso de México se enviaron 730 encuestas, y se recibieron 106 respuestas, lo cual representa una tasa responsiva del 15%. Ciudad de México tuvo la mayor tasa de respuesta (20%), seguida de Guanajuato (17%), Jalisco (16%), Nuevo León (14%) y Querétaro (11%). El total de los encuestados lleva más de cinco años laborando en la construcción como ejecutivos, y el 60% del total trabajan específicamente en el sitio de la edificación. El 41% de los encuestados fueron ingenieros civiles, mientras que el 33% fueron arquitectos y el 26% no tiene una profesión orientada a la construcción.

Según lo que se muestra en la figura 1, los profesionistas de la construcción declaran de forma similar en Chile y México respecto a los nuevos clientes que demandan construcción sustentable, con el 49% para Chile y el 41% para México lo consideran como el mayor beneficio de incorporar la sustentabilidad a sus prácticas. A ello le seguiría unirse a una tendencia mundial, con el 43% y el 41%, respectivamente. Menores beneficios suponen en el hecho de tener competitividad, con el 23% y el 19% respectivamente, y el ahorro de costos, con el 19% y el 25%, respectivamente. Cabe mencionar, además, que no existió diferencia significativa en las respuestas entre ambos países.

Los profesionistas tanto en México como en Chile coinciden al declarar que la opción más viable para motivar el uso de estrategias sustentables son los incentivos fiscales, que tienen una respuesta favorable para Chile (51%) y para México (50%) (figura 2). La siguiente alternativa

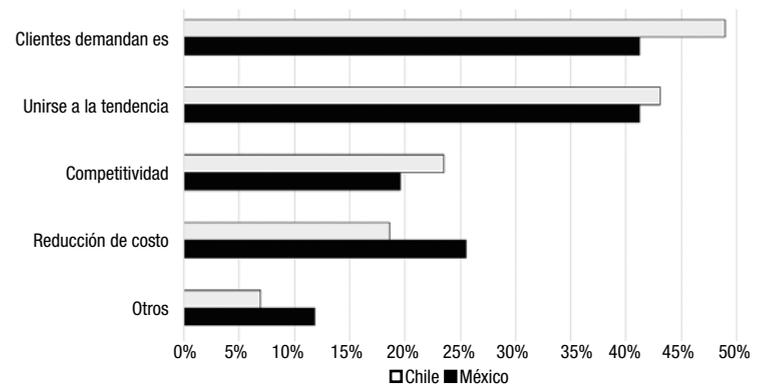


Figura 1. Porcentaje de respuestas de los profesionistas de la construcción en México ($n = 106$) y Chile ($n = 102$): Beneficios que, suponen, se incrementarían si se llevara a cabo la edificación sustentable (ES).

Fuente: elaboración propia (2021). CC BY-NC-ND

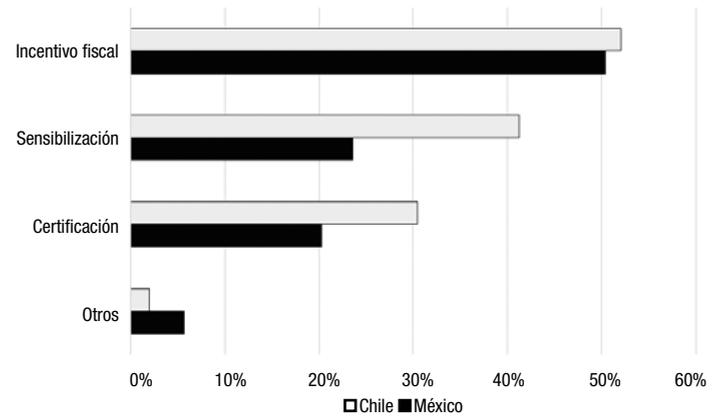


Figura 2. Porcentaje de respuestas de los profesionistas de la construcción en México ($n = 106$) y Chile ($n = 102$): Tipos de líneas de acción que, consideran, podrían promover la edificación sustentable * $p < 0,05$, según χ^2 .

Fuente: elaboración propia (2021). CC BY-NC-ND

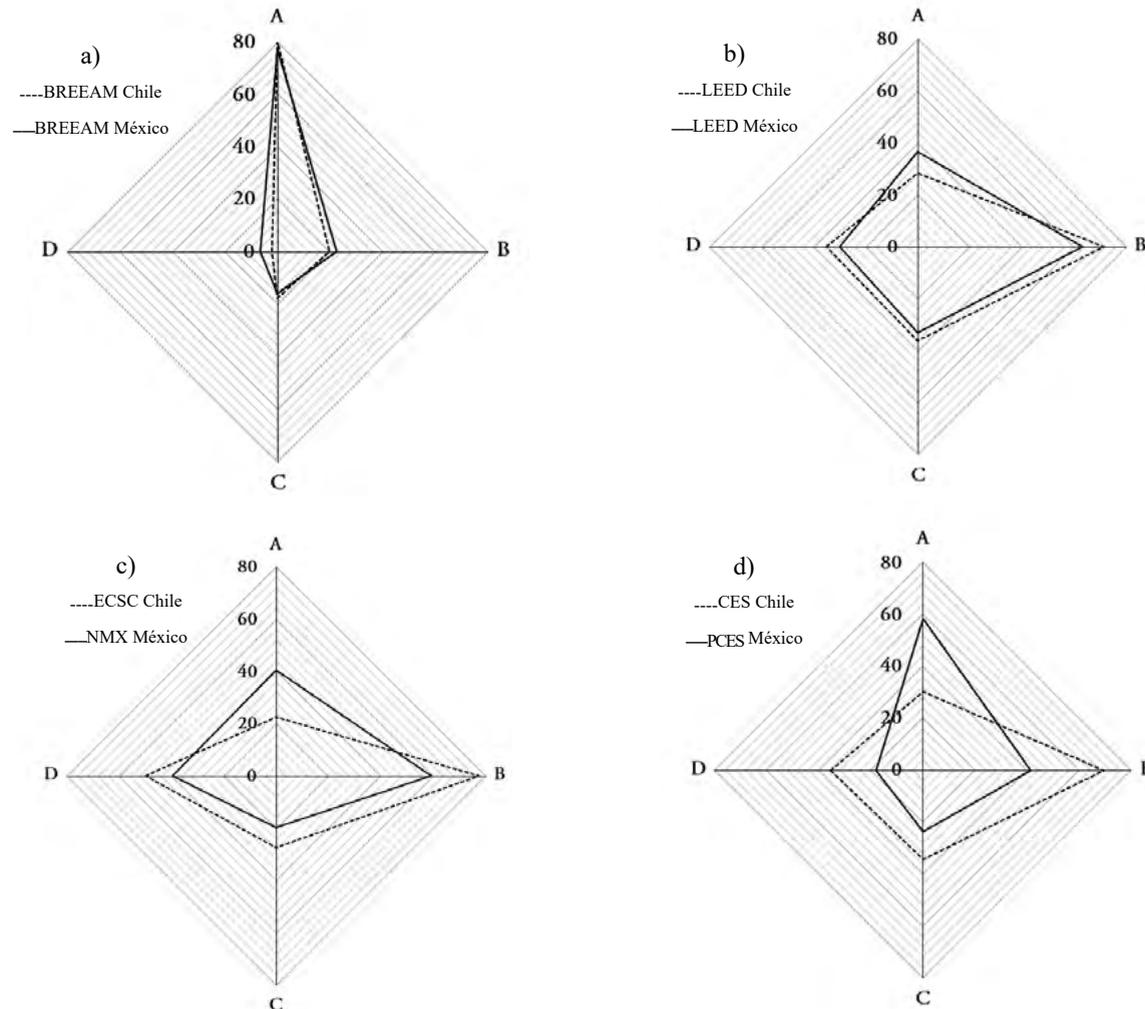


Figura 3. Porcentaje del grado de conocimiento y aplicación de las certificaciones según los profesionistas de la construcción: a) BREEAM, b) LEED, c) PCES y NMX, d) CES y ECSC en México ($n = 106$) y Chile ($n = 102$) (A = No la conoce, B = Sí la conoce, C = Se conoce y no se aplica, D = Se conoce y se aplica) * $p < 0,05$, según χ^2 .

Fuente: elaboración propia (2021). CC BY-NC-ND

sería sensibilizar a los profesionales de la construcción, con el 41% y el 24%, respectivamente, lo que mostró una diferencia significativa entre la respuesta de los profesionales en Chile y en México. Por último está la necesidad de una certificación, con el 30% y el 20% para Chile y México, respectivamente, sin mostrar una diferencia estadísticamente significativa, como se muestra en la figura 2.

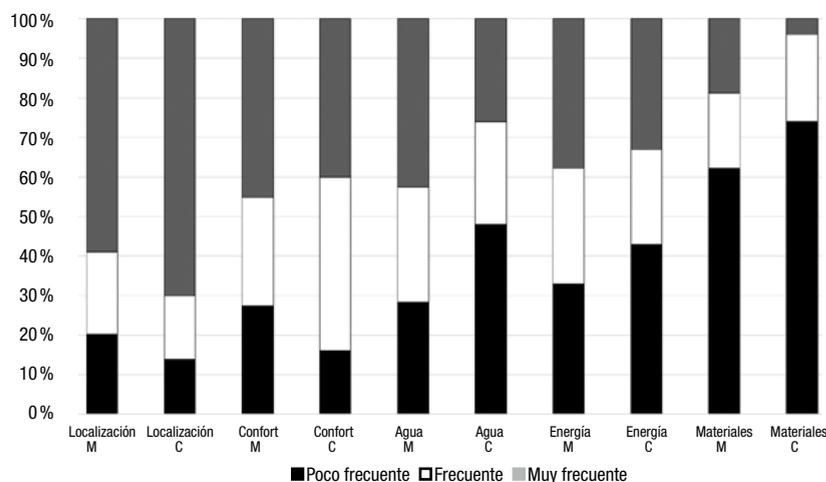


Figura 4. Porcentaje, declarado por los encuestados, de utilización de estrategias principales de construcción sustentable, consideradas en el presente trabajo para México ($n = 106$) y Chile ($n = 102$) * $p < 0,05$, según χ^2 .

Fuente: elaboración propia (2021). CC BY-NC-ND

En Chile y en México, la certificación que se conoce con menor frecuencia es BREEAM, con el 80% y el 77%, respectivamente, y el empleo de esta es del 2% y el 6%, respectivamente; mientras, la más conocida es LEED, con el 72% para Chile y el 63% para México, y según los encuestados, se aplica en el 35% y el 30%, respectivamente (Figura 3.B). Mientras los encuestados declaran que las certificaciones locales tienen un conocimiento por parte de los profesionistas en ECSC (78%) en Chile, y la NMX (59%) en México, adicionalmente declaran que la aplicación es del 50% y el 40%, respectivamente. Los instrumentos de los que declaran tener el menor nivel de conocimiento son la CES (70%) y la PCES (24%) para Chile y México, respectivamente, y con una aplicación del 30% para la CES, y del 18% para la PCES, como se observa en la figura 3.D, y fue la única gráfica en donde se observa una diferencia estadísticamente significativa entre la respuesta de los profesionales de la construcción en México y en Chile.

En la figura 4 se puede observar cómo entre las estrategias principales, la que se declara en México como la utilizada con menor frecuencia son los materiales (62%), que es un resultado parecido al de Chile (74%). La siguiente estrategia en la lista fue la energía, con el 33% para México y el 43% para Chile. Sin embargo, la localización y el sitio fue la estrategia que declararon que se aplica frecuentemente, con el 59% en México y el 70% en Chile. Le siguen: el confort, con el 45% y el 40% para México y Chile, respectivamente, y el consumo de agua, con el 43% para México y el 26% para Chile. Para ambas estrategias principales, existe una diferencia significativa en la respuesta de los profesionistas de la construcción, según la prueba de χ^2 .

Como se puede observar en la figura 5, en cuanto al tema de localización y sitio, los profesionistas de la construcción declaran que la reutilización (construir en áreas abandonadas) es la que se aplica con menor frecuencia tanto en Chile (66%) como en México (62%); le sigue la infraestructura, con el 32% y el 47%, respectivamente; sin embargo las estrategias que declaran emplear con mayor frecuencia son: construir en áreas cercanas a los servicios, con el 74% y el 62%, respectivamente, y las edificaciones cercanas al transporte, con el 64% para Chile y el 33% para México; entre ambas, pues, existe en ambos países una diferencia significativa entre la respuesta de los profesionistas según la prueba χ^2 .

Para el uso eficiente del agua, los encuestados declararon que se utilizan con mayor frecuencia la estrategia de riego reducido que para Chile tuvo el 84%, y para México, el 75% con menor frecuencia, y con una diferencia significativa según la prueba de χ^2 . Otra estrategia similar en respuestas fue la estrategia de agua tratada, que tuvo el 83% y el 73%, respectivamente, mientras que la de recolección pluvial obtuvo el 87% en Chile y el 64% en México. La estrategia que declaran usar con mayor frecuencia en ambos países es la optimización del recurso hídrico: en Chile se emplea en el 46%, y en México, en el 65% (Frecuente-Muy frecuente, como se muestra en la figura 6), donde, adicionalmente, hubo una diferencia significativa entre la forma de responder por parte de los profesionistas en Chile y México, según la prueba de χ^2 .

En la figura 7 se muestran los resultados, que fueron similares para Chile y México, en el tema de las estrategias para el uso eficiente de energía, y donde energía renovable en la construcción cuenta con el 80% para Chile, y con el 74%, para México. Le sigue el uso del calentador solar, con el 73% y el 56%, respectivamente; según la prueba

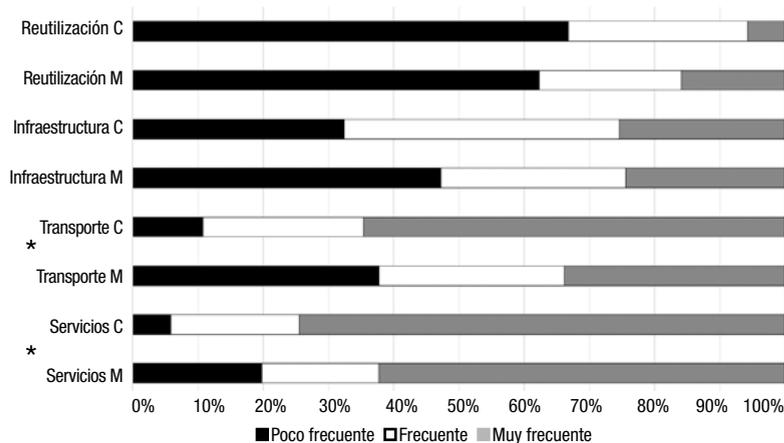


Figura 5. Porcentaje de aplicación, según los encuestados, de estrategias particulares de construcción sustentable consideradas en el presente trabajo con respecto a localización y sitio. México ($n = 106$) y Chile ($n = 102$) * $p < 0,05$, según χ^2 .

Fuente: elaboración propia (2021). CC BY-NC-ND

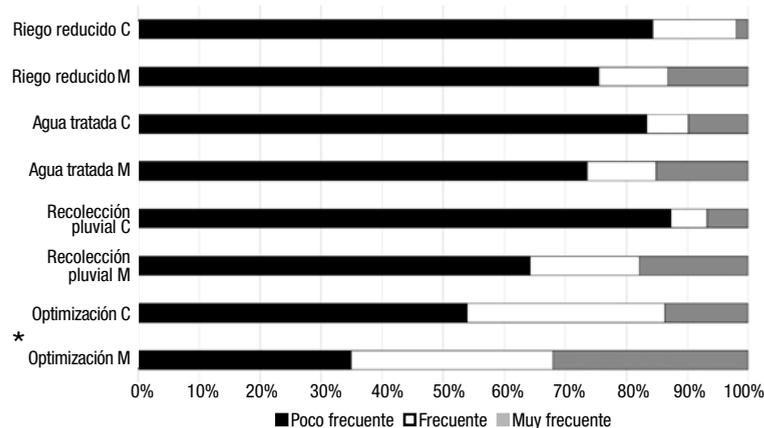


Figura 6. Porcentaje de aplicación de estrategias particulares de construcción sustentable consideradas en el presente trabajo con respecto a consumo de agua. México ($n = 106$) y Chile ($n = 102$) * $p < 0,05$, según χ^2 .

Fuente: elaboración propia (2021). CC BY-NC-ND

de χ^2 , hay una diferencia significativa en la respuesta de los encuestados en ambos países. Por último, la iluminación natural se usó con mayor frecuencia, con el 26 % para Chile y el 36 % para México, además de la aplicación de iluminación de bajo consumo energético, con el 32 % y el 35 %, respectivamente.

La figura 8 muestra los resultados de lo que declararon los encuestados en cuanto al tema de confort, donde las estrategias que resaltaron por su menor frecuencia fueron las paredes y los techos verdes, con resultados similares en Chile (82%) y México (81%). La accesibilidad fue la estrategia que siguió en la lista, con el 37% y el 44% para Chile y México, respectivamente. Las estrategias que declaran utilizar con mayor frecuencia son el uso de iluminación natural: para Chile fue del 77%, y para México, del 76% (Frecuente-Muy frecuente). Otra estrategia que mencionan con frecuencia es la de edificación de, mínimo, 60 m², que obtuvo el 70% y el 60% para Chile y México, respectivamente. En ninguna de las estrategias mencionadas hubo diferencia significativa entre la respuesta de los profesionales de la construcción en ambos países.

La figura 9 permite visualizar los resultados en el tema de materiales, donde también, en su mayoría, las respuestas de los encuestados fueron similares para ambos países. En ambos, los encuestados declararon que las estrategias utilizadas con menor frecuencia son el uso de materiales reciclados para la construcción, con el 94% para Chile y el 70% para México, con diferencia significativa. Le sigue la estrategia de usar materiales que se puedan reciclar, con el 83% y el 70%, respectivamente. Posteriormente se encuentran los materiales provenientes de prácticas sustentables, con el 79% y el 70%, respectivamente, y la que, según se declaró, fue la estrategia usada en mayor medida: la de materiales que tienen ahorro de agua, con el 33% y el 30% para Chile y México, respectivamente.

Adicionalmente a lo ya mencionado, se observó que los encuestados declaraban utilizar con mayor frecuencia estrategias de edificación sustentable ligadas a un bajo costo, y que las estrategias que constituyeran un costo mayor son las que declaran utilizar con menor frecuencia. Esto se puede observar en la tabla 2.

Discusión

La baja tasa de respuesta fue la principal limitante del presente trabajo. En México fue del 15%, y en Chile, del 11%; cabe considerar los factores de seguridad, que pudieron ser un obstáculo para los encuestados, e incluyendo la apatía y la falta de solidaridad para este tipo de estudios. Dichos resultados fueron contrarios a otras investigaciones con las mismas características, como en Estados Unidos, donde fueron del 79% (Xuan, 2016); en Macedonia, del 58% (Stojanovska-Georgievska et al., 2017); en la India, del 40% (Sharma, 2018), y en Kuwait, del 86% (AlSanad, 2015).

La mayoría de los encuestados son profesionistas de Arquitectura e Ingeniería (74%), resultado parecido al de Camboya (64%) (Dudayev, 2018), y contrastante con el de Macedonia (15%), en una encuesta dirigida a profesionistas de la construcción (Stojanovska-Georgievska et al., 2017). Es importante mencionar que este tipo de encuestas (EPO) son poco utilizadas en los trabajos de investigación.

El 50% de los encuestados tiene la percepción de que los incentivos fiscales podrían fomentar el incremento de prác-

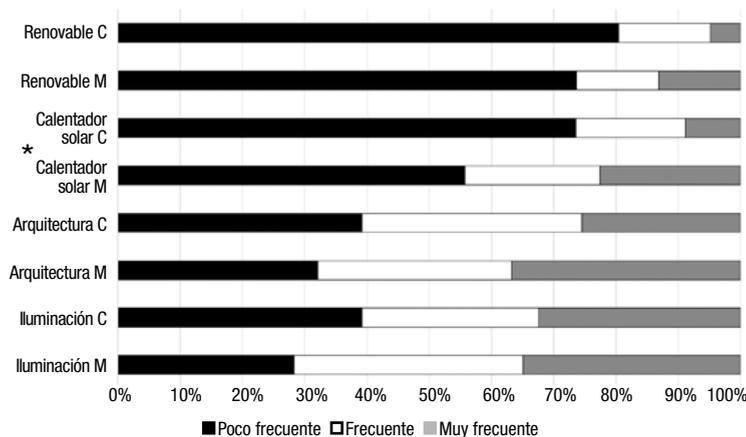


Figura 7. Porcentaje de aplicación de estrategias particulares de construcción sustentable, según los encuestados, consideradas en el presente trabajo con respecto a energía. México ($n = 106$) y Chile ($n = 102$) * $p < 0,05$, según χ^2 .

Fuente: elaboración propia (2021). CC BY-NC-ND

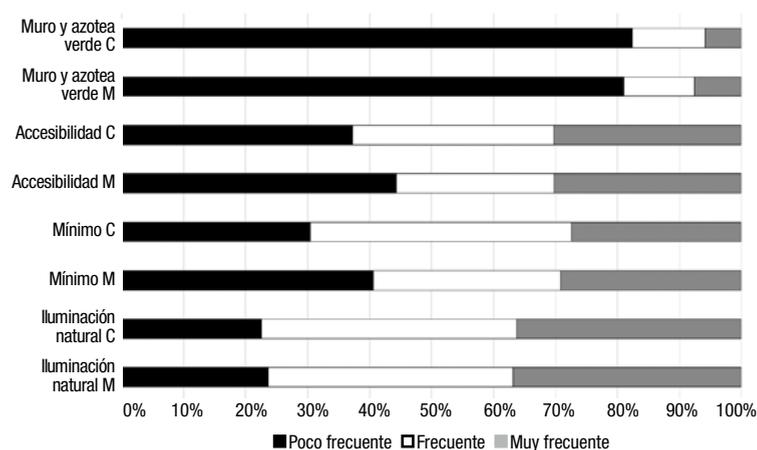


Figura 8. Porcentaje, declarado por los encuestados, de aplicación de estrategias particulares de construcción sustentable consideradas en el presente trabajo con respecto a confort. México ($n = 106$) y Chile ($n = 102$) * $p < 0,05$, según χ^2 .

Fuente: elaboración propia (2021). CC BY-NC-ND

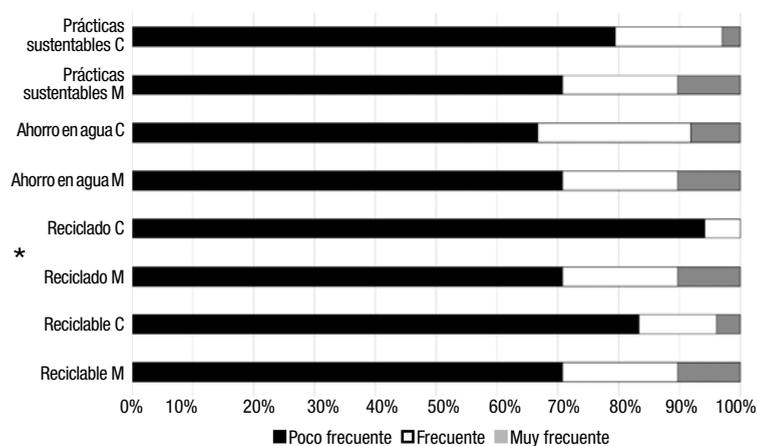


Figura 9. Porcentaje declarado por los encuestados de aplicación de estrategias particulares de construcción sustentable con respecto a materiales. México ($n = 106$) y Chile ($n = 102$) * $p < 0,05$, según χ^2 .

Fuente: elaboración propia (2021). CC BY-NC-ND

ticas sustentables en México y Chile; esto coincide con la literatura, donde se menciona la importancia de los incentivos fiscales para el fomento de la edificación sustentable (AlSanad, 2015; Nguyen et al., 2017; Durdjev et al., 2018).

Es importante recalcar que las certificaciones relacionadas con la construcción sustentable, a excepción de BREEAM, son conocidas en ambos países, aunque en mayor medida en Chile; sin embargo, cuando se les cuestiona a los profesionales

Tipo de estrategia	Estrategia menos frecuente (México)* (Chile)**	Estrategia más frecuente (México)* (Chile)**
Localización y sitio	Construcción edificios abandonados (37,7%)* y (33,3%)**	Infraestructura urbana (80,2%)* y (74,5%)**
Agua	Vegetación con menor riego (24,5%)* Recopilación de agua de lluvia (12,7%)**	Diseño de instalaciones optimizadas (65,1%)* y (48,2%)**
Energía	Uso de energías renovables en la edificación (26,4%)* y (19,6%)**	Iluminación eficiente (71,7%)* y (77,5%)**
Materiales	Materiales con reciclaje parcial (29,2%)* y (5,9%)**	Menor consumo de agua y energía (29,2%)* y (33,3%)**
Confort	Muros y techos verdes (18,8%)* y (17,6%)**	Ventilación e iluminación natural (76,4%)* y (77,5%)**

Tabla 2. Estrategias con menor frecuencia vs. estrategias con mayor frecuencia en México y Chile.

Fuente: elaboración propia (2021). CC BY-NC-ND

de la construcción si aplican esas estrategias la respuesta es negativa, tanto en las certificaciones internacionales como en las locales. El mayor conocimiento por parte de los profesionales en Chile puede ser explicado por el hecho de que desde 2012 se unieron diferentes ministerios (Vivienda, Energía y Medio Ambiente) para incentivar el uso de la construcción sustentable en el país (Valdes & Mellado, 2018).

Es necesario plantear la posibilidad de que exista un mercado específico en países emergentes para la edificación sustentable, y analizar si los incentivos por parte del gobierno estarían orientados a fortalecer dichos mercados, ya que el 50% de los profesionistas encuestados en México y Chile declaran que la demanda por ese tipo de construcción crecerá en los próximos años.

En cuanto a la pregunta directa de si los encuestados perciben la sustentabilidad en la construcción como una alternativa para reducir los costos, la mayoría lo negó; sin embargo, resulta interesante que algunas de las estrategias con mayor aplicación tienen una orientación similar, lo cual indica como más frecuente a la menos costosa, y como menos frecuente, a la más costosa, como se muestra en la tabla 2.

A excepción del consumo de agua en la estrategia menos frecuente de aplicación, en todas las demás estrategias los resultados son similares en México y en Chile. Las estrategias declaradas como más frecuentes tienen que ver con el aprovechamiento de la infraestructura urbana, la ventilación y la iluminación natural, y con la optimización en las instalaciones, la iluminación y el consumo de agua y energía, como se muestra en la tabla 2.

El tema del ahorro económico es preponderante para los encuestados, y lo dejaron claro en las estrategias donde declaran que se aplican más, tales como la localización y el sitio o el consumo energético; adicionalmente, el tema de materiales también está ligado al costo y es por ello que los profesionales de la construcción, buscan materiales con bajo impacto ambiental y menor costo.

Finalmente, el 20% de los encuestados ve las certificaciones como una alternativa para motivar el incremento de la sustentabilidad en la construcción. Este resultado compagina con el 7% de los encuestados que mencionó tener conocimiento de BREEAM que, por otro lado, para LEED es del 30%. Estos resultados dañan la presencia de las normativas y las certificaciones, pero no el de los incentivos a la sustentabilidad en la construcción. Si a los profesionales de la construcción no les parecen atractivas como tal las certificaciones, resulta evidente que su aplicación sea mínima, lo cual puede apreciarse en la normativa opcional de construcción sustentable que se encuentra en

México, y su poca aplicación declarada por los profesionales de la construcción.

Existen investigaciones similares a esta, como la realizada por el Centro Mario Molina (Molina, 2012) para México, y por Serpell y Vera (2013) y Valdés y Mellado (2018) para Chile. Sin embargo, ambos ejercicios están orientados a los usuarios, en vez de a los profesionales de la construcción; o sea, quienes participan directamente en el proceso de edificación. La encuesta utilizada para obtener una perspectiva de los profesionistas en ambos países podría ser susceptible de aplicación en futuros proyectos de construcción que permitan a los desarrolladores de inmuebles conocer las fortalezas y las debilidades de su equipo de trabajo, a fin de incrementar la aplicación de indicadores de sustentabilidad en futuras edificaciones en ambos países.

Conclusiones

Según la opinión de las y los encuestados en México y Chile, la industria de la construcción opera de forma no sustentable, y se puede percibir ello debido a la falta de conocimiento y a las normativas obligatorias en los países, al no ser esta vinculativa de los instrumentos de certificación ya mencionados. Ante dicho escenario, se necesita aplicar las estrategias de edificación sustentable.

El presente trabajo nos demostró una panorámica de la penetración y la aplicación de estrategias de sustentabilidad en la construcción en Chile y México. Las respuestas de los profesionistas permitieron observar que, si bien los gobiernos de ambos países cuentan con diversas iniciativas, como los instrumentos de evaluación o certificación, con el propósito de fomentar la edificación sustentable, parece que estos esfuerzos no permean para los profesionistas.

Tomando como referencia los resultados del presente trabajo, el nivel de edificación sustentable que aplican los profesionistas de la construcción en México y Chile es poco frecuente para materiales, pues se enfoca en la optimización de costos por parte de los constructores, donde los indicadores relacionados con el ahorro económico son los que se utilizan con mayor frecuencia. Las diferencias encontradas están a favor de Chile, ya que sus encuestados declaran tener mayor conocimiento sobre las diversas estrategias de sustentabilidad en la construcción y, por ende, mayor aplicación de dichas estrategias.

Considerando el hecho de que el presente trabajo se orientó a explorar la respuesta de los profesionistas de la construcción respecto a las estrategias sustentables de edificación en Chile y México, a partir de dos instrumentos

de certificación internacionales y dos instrumentos locales por cada país —y argumentamos que la estrategia utilizada para recopilar la información puede utilizarse para generar más trabajos de este estilo, pues presenta beneficios, como no tener que estar en persona para encuestar, y puede contribuir a la generación de conocimientos para los encargados

de lineamientos públicos, así como para investigadores relacionados con el tema—, adicionalmente, como prospectiva de esta investigación bien podría fortalecer a los profesionales de la construcción en la evaluación de sus conocimientos de edificación sustentable incrementando sus capacidades y sumando más estrategias de esta índole a sus proyectos.

Contribuciones

Dr. Luis Alejandro Ramírez Mancilla en el presente documento realizó actividades de concepción de la idea principal y en el diseño del instrumento de evaluación, y junto con el Dr. José Víctor Calderón Salinas y el Dr. Asumir Matsumoto, en la creación de la encuesta, su aplicación y la recolección de datos. Finalmente, se realizó la escritura del artículo por parte de los mencionados. Los Doctores Calderón y Matsumoto hicieron, en múltiples ocasiones, la revisión crítica del documento, y al final dieron su aprobación para su publicación.

Referencias

- AlSanad, S. (2015). Awareness, drivers, actions, and barriers of sustainable construction in Kuwait. *Procedia, Engineering*, 118, 969-983. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2015.08.538>
- Altomonte, S., & Schiavon, S. (2013). Occupant satisfaction in LEED and non-LEED certified buildings. *Building and Environment*, 68, 66–76. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2013.06.008>
- Basbagill, J., Flager, F., Lepech, M., & Fischer, M. (2013). Application of life-cycle assessment to early-stage building design for reduced embodied environmental impacts. *Building and Environment*, 60, 81-92. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2012.11.009>
- Buyle, M., Braet, J., & Amaryllis, A. (2013). Life cycle assessment in the construction sector: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 26, 379-388. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.05.001>
- CMMAD (1987). *Nuestro futuro común*. Alianza Editorial. https://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_1/CMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf
- Coma, J., Pérez, G., Gracia, A., Burés, S., Urrestarazud, M., & Cabeza, L. (2016). Vertical greenery systems for energy savings in buildings: A comparative study between green walls and green facades. *Building and Environment*, 111, 228-237. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2016.11.014>
- Durdyev, S., Zavadskas, E. K., Thurnell, D., Banaitis, A., & Ihtiyar, A. (2018). Sustainable construction industry in Cambodia: Awareness, drivers and barriers. *Sustainability*, 10(2). <https://doi.org/10.3390/su10020392>
- Li, Y., Yang, L., He, B., & Zhao, D. (2014). Green building in China: Needs great promotion. *Sustainable Cities and Society*, 11, 1–6. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2013.10.002>
- Molina, C. M. (2012). *Evaluación de la sustentabilidad de la vivienda en México*. https://centromariomolina.org/wp-content/uploads/2012/09/14.-Evaluaci%C3%B3nSustetabilidadViviendaM%C3%A9xico_fin.pdf
- Motuzienė, V., Rogoža, A., Lapinskienė, V., & Vilutienė, T. (2016). Construction solutions for energy efficient single-family house based on its life cycle multi-criteria analysis: a case study. *Journal of Cleaner Production*, 112, 532–541. https://www.ecominga.uqam.ca/PDF/BIBLIOGRAPHIE/GUIDE_LECTURE_1/CMMAD-Informe-Comision-Brundtland-sobre-Medio-Ambiente-Desarrollo.pdf
- Nguyen, H.-T., Skitmore, M., Gray, M., & Zhang, X. (2017). Will green building development take off? An exploratory study of barriers. *Resources, Conservation & Recycling*, 127, 8-20. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.08.012>
- Ordás, J. (2020). Retos y oportunidades de la movilidad urbana del futuro. *Economistas*, 169, 35-50. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7512234>.
- Serpell, A., & Vera, J. K. (2013). Awareness, actions, drivers and barriers of sustainable construction in Chile. *Technological and Economic Development of Economy*, 19(2), 272-288. <https://doi:10.3846/20294913.2013.798597>
- Sharma, M. (2018). Development of a 'Green building sustainability model' for green buildings in India. *Journal of Cleaner Production*, 190, 538-551. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.04.154>
- Stojanovska-Georgievska, L., Sandeva, I., & Spasevska, H. (2017). *An empirical survey on the awareness of construction developers about green buildings in Macedonia* (pp. 1-7). IEEE.
- Thompson, S. (1987). Sample size for estimating multinomial proportions. *The American Statistician*, 41(1), 42-46. <https://www.jstor.org/stable/2684318>.
- Valdés, H., & Mellado, C. C. (2018). Proposed model of sustainable construction skills for engineers in Chile. *Sustainability*, 10(9). <https://doi.org/10.3390/su10093093>
- Visuet, G. I. (2010). Efectos urbano-ambientales de la política de vivienda en la Ciudad de México. *Espiral*, 49-59.
- Watson, B., Karan Prasad, D., Dave, M., & Prasad, D. (2016). *Performance and perception in prefab housing: An exploratory industry survey on sustainability and affordability*. <https://www.researchgate.net/publication/310612303>
- Xuan, X. (2016). Study of indoor environmental quality and occupant overall comfort and productivity in LEED- and non-LEED-certified healthcare settings. *Indoor and Built Environment*, 27(4) 544-560. <https://doi.org/10.1177/1420326X16684007>

Estrategias para la enseñanza del diseño arquitectónico: entre lo tradicional y lo colaborativo

Strategies for teaching architecture design: between traditional and collaborative

Diana María Bustamante-Parra

Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia. Medellín (Colombia)
Facultad de Arquitectura e Ingeniería
Grupo de Investigación Ambiente, Hábitat y Sostenibilidad
Arquitecta, Universidad Nacional de Colombia. Medellín (Colombia)
Magister en Arquitectura, Universidad Nacional de Colombia. Medellín (Colombia)

 <https://scholar.google.es/citations?user=0C1aV1YAAAAJ&hl=es>

 <https://orcid.org/0000-0001-8019-4308>

 diana.bustamante@colmayor.edu.co, dianarquitecta@gmail.com

Natalia Cardona-Rodríguez

Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia. Medellín (Colombia)
Facultad de Arquitectura e Ingeniería
Grupo de Investigación Ambiente, Hábitat y Sostenibilidad
Arquitecta, Universidad Nacional de Colombia. Medellín (Colombia)
Magister en Antropología, Universidad de Antioquia. Medellín (Colombia)

 <https://scholar.google.es/citations?user=we1PpHkAAAAJ&hl=es>

 <https://orcid.org/0000-0001-5610-5520>

 natalia.cardonar@colmayor.edu.co, cardonita32@gmail.com

Resumen

Ya que los límites de la arquitectura se expanden cada vez más hacia nuevos campos del conocimiento, qué enseñar y cómo enseñar diseño arquitectónico son preguntas cada vez más necesarias y vigentes como tema de reflexión académica, lo cual promueve una revisión de los métodos que han fundamentado los modelos pedagógicos tradicionales. Es necesario explorar las estrategias pedagógicas desde una mirada crítica de lo que está pasando en las escuelas de arquitectura. El abordaje conceptual de la investigación partió de la identificación de diferentes enfoques de la pedagogía en arquitectura, a fin de generar un panorama para el reconocimiento de la dinámica formativa de los cursos de Diseño Arquitectónico I, II y III de la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia. Se diseñaron instrumentos para recolectar información entre docentes y estudiantes. El análisis de la información recolectada permitió identificar las variables que se deben considerar para el entendimiento del proceso de enseñanza y aprendizaje dentro de dichos cursos. Aspectos como el rol del docente y su estilo de enseñanza, la disposición del aula, la interacción docente-estudiante y la incorporación de nuevas tecnologías son determinantes para la construcción de un modelo pedagógico actual, basado en estrategias de enseñanza que promuevan un aprendizaje colaborativo.

Palabras clave: proceso de aprendizaje; enseñanza profesional; aprendizaje activo; gestión de la educación; profesor especializado

Abstract

Since the limits of architecture are increasingly expanded into new fields of knowledge, what and how to teach architectural Design It is an increasingly necessary and current question as a topic for academic reflection, which promotes a review of those methods that have founded traditional pedagogical models. It is therefore necessary to explore pedagogical strategies from a critical perspective of what is happening in architecture schools. The conceptual approach to the research started from the identification of different approaches to architecture pedagogy, generating a framework for the recognition of the formative dynamics of the Architectural Design courses I, II and III of the Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia. Instruments were designed to collect information among teachers and students, the analysis of the information collected allowed us to identify the variables that should be considered for the understanding of the teaching and learning process within these courses. Aspects such as the role of the teacher and their teaching style, the layout of the classroom, the teacher-student interaction and the incorporation of new technologies are decisive for the construction of a current pedagogical model based on teaching strategies that promote collaborative learning.

Keywords: activity learning; educational management; learning processes; professional education; special education teachers

Introducción

El acto pedagógico articula lo social, con lo individual, lo pasado con lo presente y futuro; lo conocido con lo desconocido; lo pensado, con lo sentido y lo actuado [...] La relación pedagógica es un proceso en marcha, un devenir, una praxis, es, en este sentido, un acto. No totalizado ni cristalizado, sino un acto en curso. (Souto, 1993, p. 42)

La investigación surge a partir del interés en entender la disciplina de la arquitectura como un proceso de creación, pero también, de reflexión, y en el cual se establece una relación entre el conocimiento del saber específico de una disciplina —es decir, la teoría— y su actividad proyectual, reflejada en este caso en el objeto arquitectónico. Esta articulación entre pedagogía y diseño pretende dotar al arquitecto de herramientas proyectuales que le permitan el desarrollo de sus propias aproximaciones sobre las manifestaciones arquitectónicas y la capacidad para derivar metodologías y técnicas aplicables al proceso de diseño.

Esto se logró desde la acción cotidiana en los tres primeros cursos de Diseño Arquitectónico (I, II y III) del programa de arquitectura de la institución, construyendo, desde una mirada crítica y reflexiva, el quehacer en el aula, partiendo metodológicamente del desarrollo de cuatro fases, desde la búsqueda documental, pasando por el trabajo de campo (observación no participante, encuestas y grupo focal) hasta el análisis de la información y su divulgación.

Si bien las prácticas educativas en la enseñanza de la arquitectura han sido objeto de reflexiones constantes en el campo disciplinar, la investigación sobre este tema no se profundiza de manera rigurosa. La pregunta de cómo se enseña arquitectura es pertinente, pues los límites de la disciplina se expanden hacia nuevos campos, al mismo tiempo que se cuestionan los métodos tradicionales (Gutiérrez et al., 2009). En ese sentido, es necesario analizar las prácticas educativas y reconocer el rol del docente en torno a las preguntas: *¿qué enseñar?* y *¿cómo enseñar?*, en clave con las necesidades actuales, cuando la arquitectura se halla en constante cambio y la academia debe articularse con esta dinámica. Al respecto dice Necdet Teymur (2011), en su artículo “Aprender de la educación en arquitectura”:

Educación es el campo de investigación menos popular en escuelas de arquitectura, y las tesis de doctorado o maestría sobre educación en arquitectura se pueden contar en los dedos de una mano. Los profesores y estudiantes prefieren ver más imágenes de obras de arquitectos famosos, por encima de temas de educación. (p. 9)

Para abordar el tema es necesario revisar las relaciones que ha establecido la pedagogía en arquitectura como proceso creativo y productivo, y derivar de ello las metodologías y las estrategias aplicables al diseño arquitectónico, para fundamentar y orientar los proyectos y sus desarrollos conceptuales. Será, entonces, importante develar el carácter pedagógico actual de la enseñanza de la arquitectura, ya que, tradicionalmente, “la arquitectura no ha consolidado, como disciplina proyectual, una teoría sobre su enseñanza” (Guevara, 2013, p. 2).

En las escuelas de arquitectura se encuentra, de manera recurrente, que las estrategias de aprendizaje se basan en la experiencia del grupo de docentes, en el hacer empírico o en el ensayo y error, derivados de las múltiples rein-

terpretaciones de los modelos de enseñanza propuestos desde la Bauhaus y todas las escuelas que se derivaron de este pensamiento.

Lo anterior invita a reconsiderar las formas de enseñar el proceso proyectual, y pasar de un modelo tradicional de transmisión de conocimiento del docente al estudiante a un modelo que se centra en el estudiante activo, al cual se dota de competencias que hacen que este se convierta en el protagonista de su propia formación, y no en un mero receptor de conocimientos objetivables (Alba Dorado, 2016). En ese sentido, Iñaki Ábalos expresa que se deben generar situaciones de aprendizaje que formen una actitud del estudiante hacia el proyecto y sus metodologías como un proceso reflexivo y crítico; “la idea rectora de lo que debe ser enseñar proyectos, sea enseñar a ser arquitecto más que enseñar arquitectura” (Ábalos, citado por Alba Dorado, 2016, p. 447).

Fundamentos conceptuales

El abordaje teórico desarrollado a partir de la búsqueda documental permitió caracterizar los principales fundamentos conceptuales inmersos en el proceso de enseñanza-aprendizaje. En ese sentido, se evidencia la necesidad de diferenciar el concepto de estilo de enseñanza del de modelo pedagógico, para entender de manera precisa la incidencia que tiene cada uno de estos en el proceso formativo.

El *modelo pedagógico* hace referencia a teorías o enfoques pedagógicos encaminados a la realización de un proceso de enseñanza-aprendizaje; es decir, son patrones conceptuales que hacen parte de la práctica pedagógica y definen sus dinámicas y sus componentes. Flórez (1999) define un modelo pedagógico como “la representación de las relaciones que predominan en el acto de enseñar. Es también un paradigma que puede coexistir con otros y que sirve para organizar la búsqueda de nuevos conocimientos en el campo de la pedagogía” (p. 56). El *estilo de enseñanza*, por su parte, está relacionado directamente con las expresiones individuales de cada profesor, adquiridas a partir de su experiencia, como un conjunto de rasgos propios que particularizan el actuar de un docente en el aula.

Según Porlán (1983), para identificar un modelo pedagógico y reconocer sus características deben responderse tres cuestionamientos clave en relación con el enfoque, el método y las formas de evaluación. Dichos aspectos fueron retomados para el análisis realizado: *¿qué enseñar?*, referido a la estructura y el orden de las temáticas por desarrollar en el curso *¿cómo enseñar?*; es decir, la metodología, los recursos y los medios empleados para desarrollar los contenidos, acorde ello al estilo de aprendizaje de cada docente, y *¿qué y cómo evaluar?*, asociado a los instrumentos de verificación del aprendizaje.

Este estilo puede relacionarse con uno o varios modelos pedagógicos, a partir de cuatro elementos fundamentales. El primero son las temáticas o los contenidos que definen la estructura del currículo y los saberes específicos por desarrollarse, así como la secuencia y la duración de dichos saberes. El segundo componente son las formas particulares que se adoptan para la práctica de la enseñanza, entendido ello como las estrategias pedagógicas en el aula y el proceso que fomenta la asimilación del conocimiento

por parte del estudiante. En el tercer componente, se debe identificar la interacción con los estudiantes, pues dicho aspecto configura la dinámica y los roles de cada uno de los actores involucrados en el proceso, y así promueve el aprendizaje individual o colaborativo. Por último, el cuarto elemento que considerar son los propósitos y los métodos de evaluación, ya que estos definen las evidencias y miden la efectividad del proceso de aprendizaje, así como la retroalimentación que hace el docente como reflexión de los aprendizajes obtenidos (Gómez Hurtado & Polanía González, 2008).

Ausubel et al. (1983) exponen que los estilos de enseñanza podrían definirse como las posibilidades precisas del comportamiento pedagógico propio del profesor durante la práctica educativa. Sin embargo, con el objetivo de identificar rasgos o tendencias similares, Bennett (1976) caracteriza diferentes tipos de estilos tomando en cuenta la dinámica en el aula, la metodología aplicada, la comunicación y la movilidad, entre otros aspectos. Entender estos modelos permite al docente tener un repertorio conceptual de los diferentes métodos que pueden ser aplicados para la generación del conocimiento en el aula.

Por su parte, el método de enseñanza es integrado por procedimientos que, junto a las técnicas, deben constituir un sistema que regule la actividad del profesor y los estudiantes; según los objetivos propuestos, es el mecanismo de cómo se conduce la enseñanza y se desarrolla el proceso del aprendizaje. Relacionado con lo anterior, cuando se habla de *formas de enseñanza* se hace referencia a un componente externo de la metodología, por cuanto este no se centra en el proceso cognitivo como tal, sino en las estrategias o actividades concretas que permiten la aplicación o la asimilación del conocimiento.

Esas actividades pueden estar produciéndose mediante un seminario, mediante un taller, un juego didáctico, y esa envoltura de la actividad es la forma [...] El carácter dinámico, activo, variado, creativo del proceso de enseñanza aprendizaje depende en gran medida de la metodología y, en especial de las formas. (Guevara, 2013, p. 257)

Estos conceptos hacen parte de la definición de un modelo pedagógico, pues son los componentes que configuran las estrategias que se asumen desde el aula, los cuales, a su vez, se basan en medios de enseñanza, que son los

elementos que posibilitan esas dinámicas, pues permiten comunicar la información e ilustrarla; son recursos que sirven como instrumentos para el aprendizaje, tales como equipos, modelos, textos, etc. En ese sentido, el curso de diseño arquitectónico puede ser estructurado a partir de varios modelos pedagógicos, que son adaptados por los docentes, según su propio estilo de enseñanza, para la configuración de métodos que se traducen en formas de enseñanza específicas.

Los modelos pedagógicos reconocidos en las aulas surgen de la particularidad del profesor; es decir, este asume un estilo que prevalece por encima del modelo pedagógico. No se puede negar que los profesores son un instrumento clave en el proceso de enseñanza-aprendizaje, y su estilo es el conjunto de rasgos propios y formas particulares de actuar en su cotidianidad dentro del aula, por lo que cada uno de ellos se puede relacionar con uno o varios modelos pedagógicos, y permite así la estructuración del proceso de enseñanza desde la incorporación de patrones conceptuales, que permiten esquematizar los elementos de una práctica pedagógica.

Un viaje por la enseñanza tradicional y la enseñanza colaborativa en arquitectura

Para introducir la discusión sobre las prácticas de enseñanza en arquitectura se construye una cronología de la pedagogía en la arquitectura, como se muestra en la figura 1, y que evidencia, principalmente, dos enfoques: la enseñanza tradicional y la enseñanza colaborativa. Además, se mencionan algunas de las escuelas de arquitectura más representativas que han sido tomadas como referentes de enseñanza y han impactado la definición de los métodos y las formas de enseñanza de la disciplina.

La enseñanza tradicional como primer enfoque hace referencia a los modelos pedagógicos derivados de los órdenes religiosos del siglo XVII, donde el aprendizaje es un acto de autoridad que busca la formación del carácter del individuo imponiendo la disciplina como medio para educar, la memoria como estrategia de aprendizaje y los métodos verbalistas de enseñanza con corte enciclopédico.

Dentro de la enseñanza tradicional se encuentra el modelo pedagógico *conductista*, consolidado entre los años sesenta y setenta del siglo XX, como un método de



Figura 1. Modelos pedagógicos.

Fuente: elaboración propia (2020). CC BY-NC

transmisión de saberes técnicos influenciado por la racionalización y el capitalismo, pues buscaba generar una conducta productiva en los individuos, un adiestramiento para llegar al dominio de destrezas y aprendizajes útiles para la sociedad. En este modelo el maestro asume un papel de director técnico, un líder que estimula y mide constantemente los niveles de logro del estudiante y define premios o sanciones según su evolución.

El segundo enfoque identificado en la cronología lleva a tres modelos de enseñanza colaborativa, que surgen como reacción a la pedagogía tradicional. El primero es el modelo *romántico*, que retoma los postulados de Rousseau, los cuales buscan desarrollar la máxima autenticidad y la libertad individual del estudiante, quien se ubica en el centro del proceso de aprendizaje. Dicha postura asigna al estudiante un rol activo, y al docente, el papel de facilitador y orientador de experiencias de aprendizaje (Flórez, 1999).

El modelo cognitivo, o *constructivista*, presenta otra postura pedagógica colaborativa, concibe el aprendizaje como un intercambio permanente de conocimiento que desarrolla las habilidades del pensamiento de los individuos, de manera progresiva y secuencial, acorde a las necesidades y las particularidades propias de cada estudiante. En ese modelo el estudiante mantiene su papel activo dentro del proceso de aprendizaje, mientras el docente se perfila como un facilitador de experiencias que permitan el surgimiento de nuevas estructuras del conocimiento.

El último modelo de enseñanza colaborativa de esta cronología es el modelo *pedagógico social*, que emerge como resultado de los trabajos de la teoría crítica en las décadas de 1980 y 1990, y promueve el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico-reflexivo en el estudiante formándolo para participar activamente en los procesos de transformación de la sociedad. Por tanto, se fundamenta en el aprendizaje colaborativo a partir de la interacción constante con el docente, quien fomenta el trabajo en grupo y estimula la crítica mutua, y genera así aprendizajes colectivos y significativos.

En línea con el modelo de enseñanza colaborativa también aparece el modelo pedagógico *activo*, centrado en el pensar-hacer como respuesta a la necesidad de una reforma pedagógica. En este modelo el docente pierde protagonismo, y es el estudiante quien construye su propio conocimiento y se enseña a pensar en arquitectura.

De forma paralela, se exponen algunas de las escuelas de arquitectura que a lo largo del tiempo han adoptado los modelos pedagógicos descritos. El punto de partida fueron los cambios producidos por la Revolución Industrial y cómo estos llevaron a implementar una estructura de enseñanza institucional, a partir de academias, escuelas y universidades. Muestra de esto es la Escuela de Bellas Artes de París, a principios del siglo XIX, por cuanto las propuestas pedagógicas de dicha institución se develaron como modelos que paulatinamente fueron adaptados en el mundo (Lambert, 2017).

Particularmente, la configuración del atelier como modalidad pedagógica individual y colectiva para la enseñanza de la arquitectura ha influenciado la pedagogía

en las escuelas de arquitectura, ya que se incorporó una enseñanza compartida que permitía a estudiantes de distintos niveles intercambiar conocimientos en el aula desarrollando una dinámica participativa en la creación arquitectónica.

La escuela de la Bauhaus es un referente fundamental en la pedagogía de las artes, la arquitectura y el diseño, ya que de allí surgieron estrategias pedagógicas clave para el proceso de enseñanza, tales como la concepción del aula-taller, la combinación de la experimentación con la teoría y el rescate del dibujo abstracto como herramienta conceptual (Guevara, 2013).

Carlo Argan (2006) trata las bases y los principios arquitectónicos establecidos por la Bauhaus y por Gropius en 1919 argumentando que esta escuela toma al docente como centro de la formación, y deja de lado la interacción activa y didáctica del estudiante en dicho proceso de aprendizaje.

En la misma época de la Bauhaus se creó en Moscú la escuela Vjutesmas, que significa “talleres de enseñanza superior del arte y técnica”, y donde, a partir de una mirada multidisciplinaria, se desarrolló un nuevo método de enseñanza que combinaba las disciplinas artísticas y científicas.

En 1953, la Escuela Superior de Proyección, o Escuela de Ulm, retomó, en parte, las influencias de la Bauhaus, y fue considerada una de las instituciones más importantes de las fundadas tras la Segunda Guerra Mundial. Uno de los principales aportes de esta escuela fue en el campo de la metodología del diseño, a partir de una reflexión sistemática sobre métodos de análisis y síntesis, así como la integración de la reflexión proyectual a la actividad del diseñador.

Es importante, además, mencionar la Architectural Association, de Londres (AA), como referente de la enseñanza de la arquitectura en Reino Unido, y por ser reflejo de una pedagogía flexible liderada por Boyarsky desde 1971, y donde los docentes tenían la libertad para proponer las asignaturas acordes a sus intereses, lo que definía el aula como espacio de debate, más que como una cátedra formativa.

La introducción de las tecnologías digitales, a principios de la década de 1990, incorporó nuevos elementos a la definición de los métodos de enseñanza del diseño arquitectónico, el desarrollo de los computadores y el acceso a internet que impactaron el proceso de enseñanza y aprendizaje ofreciendo a los estudiantes no solo nuevas habilidades de diseño, sino también, la oportunidad de aprender más allá de las fronteras geográficas y culturales. Esto permitió nuevas aproximaciones proyectuales que presentaban un énfasis en el trabajo en equipo en torno a procesos creativos y experiencias de diseño colectivo que se extendían más allá de los límites del entorno de estudio-aprendizaje (Salama & Burton, 2022).

Complementando la mirada hacia propuestas actuales en relación con los modelos pedagógicos innovadores en las escuelas de arquitectura, se encuentra la escuela Confluence: el Instituto de Innovación y Estrategias Creativas de Arquitectura, la cual, desde 2014, de la mano con Odile Decq, construye una pedagogía arquitectónica

donde el proyecto se entiende como una actividad de investigación por sí mismo: “en arquitectura, concebir un proyecto, es emprender una investigación: es llamar a nuevas formas de cuestionar, experimentar y concebir” (Confluence, 2014, párr. 1). En esta escuela se promueve la convergencia de distintas formas de conocimiento que generan nuevos entendimientos y formas híbridas de investigación.

En el contexto latinoamericano, las escuelas de arquitectura de Argentina y Brasil han tomado la iniciativa en el proceso de construir y definir modelos pedagógicos acordes al perfil del arquitecto actual, donde las tecnologías de la información se articulan al aprendizaje de la teoría del proyecto, de lo cual derivan, directrices de composición, construcciones lenguaje-discurso e instrumentos proyectuales; estrategias que actualmente escasean en los talleres de proyectos (Loredo Cansino & Sánchez Herrera, 2014).

La investigación proyectual, liderada en Latinoamérica por Jorge Sarquis, es una estrategia didáctica que fomenta el aprendizaje a partir de la experimentación y el análisis de las decisiones proyectuales aplicando métodos propios de la disciplina para la solución de un problema, otorgando al estudiante mayor autonomía y fomentando su capacidad crítica y propositiva (Martínez-Vitor, 2021).

Este enfoque problémico del taller de diseño arquitectónico motiva la investigación y exige la participación de todos a partir de la curiosidad y la búsqueda, lo que configura el aula como un espacio participativo que favorece el trabajo colaborativo, y convierte el taller proyectual en una oportunidad de intercambio entre estudiantes, docentes y otros actores en torno a una problemática predeterminada. La estrategia del Workshop es vista actualmente por las escuelas de arquitectura como una oportunidad de ampliar la mirada interdisciplinar de la práctica académica, ya que el ejercicio proyectual puede ser abordado desde diferentes campos del saber (Palacio, 2019).

En el marco de las Jornadas sobre Innovación Docente en Arquitectura (JIDA), que se desarrollan anualmente en la Universidad Politécnica de Cataluña, se presentan iniciativas pedagógicas innovadoras, asociadas, entre otras, al aprendizaje cooperativo (AC), el aprendizaje colaborativo (ACL), el aprendizaje y servicio (APS) y el aprendizaje basado en proyectos (ABP), y las cuales coinciden en promover la capacidad del estudiante para desarrollar el ejercicio proyectual de forma colectiva fomentando la capacidad crítica a partir del análisis de problemas del mundo real, y alejándose de la idea tradicional del taller enfocado en un proyecto idílico liderado por el docente (Asiain & Díaz-García, 2020).

Robert Slavin (1999) profundiza en el aprendizaje colaborativo argumentando que “los alumnos deben trabajar juntos para aprender y son tan responsables del aprendizaje de sus compañeros como del propio” (p. 12). Las investigaciones sobre métodos de aprendizaje colaborativo muestran que la recompensa del equipo y la responsabilidad individual son condiciones esenciales para lograr este modelo; no es suficiente con orientar a los estudiantes que deben trabajar juntos, sino que deben tener motivación para valorar los logros de otro, y no solo el individual.

Tomando como punto de partida las reflexiones hechas por los autores precitados, es momento de reconocer las prácticas educativas en nuestra propia escuela, donde los procesos para la educación en arquitectura parten de la identificación de modelos pedagógicos acordes a las necesidades actuales, y que permitan entender los diferentes enfoques sobre cómo enseñar diseño arquitectónico.

En el marco del paradigma socio-crítico promovido por la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, y descrito en su Proyecto Educativo Institucional (PEI), se define un modelo pedagógico susceptible de ser perfilado en la escuela constructivista, por cuanto pretende ofrecer una educación que permita la reflexión, confiando en la capacidad de cada estudiante, para que este pueda aprender a aprender, a establecer la autocritica y la autoevaluación, en un clima de libertad, mediado por la experiencia social y la comunicación interpersonal (Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, 2017). Esta directriz impacta todo el currículo, incluyendo los cursos de diseño arquitectónico, donde se le da libertad al estudiante de acudir a los conocimientos que le ayuden a formar una postura crítica y perfilar su carácter profesional a partir de estrategias que fortalecen el aprendizaje individual y fomentan la dinámica colaborativa.

El pregrado en arquitectura de la institución busca formar arquitectos con calidades y cualidades integrales, producto de un proceso educativo con una visión holística, y dentro del cual los fundamentos esenciales de la profesión —arquitectura y urbanismo— se conjugan con los saberes técnicos, tecnológicos y humanistas para graduar profesionales que se destacan por su capacidad analítica y crítica, al igual que consecuente con la realidad del contexto que les rodea, para que puedan así dar soluciones y respuestas eficaces a las problemáticas espaciales y urbanas propias de la profesión, y contribuyan de forma activa en el desarrollo del país.

Metodología

La investigación se desarrolló a partir del análisis documental expuesto en la introducción de este artículo, hasta la recolección de información en las aulas de clase.

El trabajo de campo se llevó a cabo dentro de los seis grupos de Diseño Arquitectónico I, II y III, de la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, durante agosto y noviembre de 2019, reconociendo desde las acciones cotidianas dentro del aula los modelos pedagógicos implementados.

Se tomaron en cuenta dos de los cuestionamientos hechos por Porlán (1983) respecto a: ¿qué se enseña? y ¿cómo se enseña? En la tabla 1 se describen las variables definidas, con su justificación y con las técnicas de recolección implementadas.

Posteriormente, con esta información se confrontaron los resultados de cada uno de los instrumentos, reconociendo cómo el contenido que se imparte, la metodología, el rol del docente y la disposición del aula son determinantes para la construcción de un modelo pedagógico dentro de estos cursos.

Variable	Justificación	Técnicas de recolección
Contenido (¿qué se enseña?)	Reconocer las temáticas y los ejercicios que se desarrollan en los cursos, y comprendiendo el alcance y las competencias por desarrollar.	<ul style="list-style-type: none"> Revisión documental. Observación no participante. Tres visitas a cada uno de los grupos.
Metodología (¿cómo se enseña?)	Identificar las estrategias que implementan los profesores en el desarrollo de las clases de diseño arquitectónico, además de indagar sobre las de su preferencia.	<ul style="list-style-type: none"> Encuesta a 105 estudiantes. Grupo focal con ocho docentes.
Disposición del aula (¿cómo se enseña?)	Reconocer las diferentes disposiciones físicas que puede tener el aula: lineal, dispersa, concentrada y móvil, y cómo se relacionan las diversas estrategias metodológicas implementadas.	<ul style="list-style-type: none"> Encuesta a 105 estudiantes. Grupo focal con ocho docentes. Observación no participante: tres visitas a cada uno de los grupos.
Rol del docente (¿cómo se enseña?)	<ul style="list-style-type: none"> El docente es dominante en relación con la transmisión del conocimiento. El docente es un facilitador que promueve el intercambio de conocimientos con el estudiante, lo cuestiona sobre sus posturas y lo invita a participar en la clase y a exponer sus ideas. El docente es pasivo; tiene menor participación en el desarrollo de la clase y poca interacción con los estudiantes. 	<ul style="list-style-type: none"> Encuesta a 105 estudiantes. Grupo focal con ocho docentes.

Tabla 1. Variables y las técnicas de recolección de información.

Fuente: elaboración propia (2020).



Figura 2. Interacciones en el aula.

Fuente: elaboración propia (2020). CC BY-NC

Resultados

¿Cómo se enseña diseño arquitectónico? ¿Qué dicen los estudiantes? ¿Qué hacen los profesores?

Buscando responder a qué se enseña, se analizaron dos documentos institucionales: el contenido y el plan de curso. El primero define las temáticas generales y el segundo hace énfasis en el desarrollo de las actividades particulares de cada asignatura. Los temas que se abordan en este primer ciclo de formación se concentran en comprender el fenómeno del habitar humano pasando de la escala individual a la escala colectiva, a través de los procesos de instrumentación (contenido teórico) y de experimentación (contenido práctico). Los primeros cursos de diseño arquitectónico desarrollan en los estudiantes la capacidad para percibir, analizar y concebir los elementos primarios del espacio y las formas que lo configuran, desde

la adquisición de los conceptos fenomenológicos de la arquitectura y la proporción, y la relación de ambas con el cuerpo humano.

A través de la observación no participante, se evidenció que el desarrollo de los contenidos de las asignaturas está dado por diferentes ejercicios proyectuales propuestos; sin embargo, se valora el diseño arquitectónico no solo como un producto, sino como el resultado de una construcción propia del estudiante, desde su propia experiencia. Como se muestra en la figura 2. Identificar la percepción sobre cómo se enseña por parte de los estudiantes y los docentes de los cursos, a través de las encuestas y del grupo focal, respectivamente, fue un aspecto fundamental para entender el impacto que tienen los distintos componentes del proceso de enseñanza-aprendizaje en la identificación de los modelos pedagógicos. A continuación se enuncian las preguntas y las respuestas obtenidas:

Ante la pregunta: *¿Qué estrategias metodológicas implementan tus profesores en el desarrollo de las clases de diseño arquitectónico?* se podían escoger varias respuestas:

- Clases magistrales (67,6%)
- Asesorías grupales (83,8%)
- Asesoría individual con un profesor (60%)
- Asesoría individual con los dos profesores (78,1%)
- Talleres en clase (70,5%)
- Exposiciones por parte de los estudiantes (53,3%)
- Debates (9,5%)

De las respuestas dadas por los 105 estudiantes encuestados, se reconoce que los profesores utilizan diferentes estrategias para el desarrollo de la clase; sin embargo, la mayoría prefiere las asesorías grupales (83,8%) aduciendo que así pueden obtener mejor información por parte de los docentes cuando se habla de todos y para todos.

Al cuestionárseles: *De las metodologías mencionadas anteriormente, ¿Cuál o cuáles son las que más te gustan? ¿Por qué?*, los estudiantes reconocen que los profesores utilizan distintas estrategias para el desarrollo de la clase, lo que les permite, en sus propias palabras, un desarrollo más integral; pero, en su mayoría, prefieren las asesorías individuales o colectivas argumentando que así pueden obtener mejor información por parte de los docentes. Estas acciones deberán acompañarse de un momento teórico y otro de resolución de preguntas, para iniciar los ejercicios prácticos.

En el grupo focal, los profesores afirman que la metodología de los cursos debe incorporar varias estrategias metodológicas dependiendo de la intención de cada ejercicio, para así contribuir a la dinamización de la clase y fortalecer diversas competencias en los estudiantes. Se destaca la inclusión de sustentaciones y debates como estrategias complementarias a los talleres y las asesorías, por cuanto permite que los estudiantes refuercen la comunicación verbal que los lleva a argumentar, estructurar y expresar sus intenciones proyectuales.

Resaltan, además, la importancia de que los estudiantes conozcan lo desarrollado por sus compañeros, y evidencian cómo no hay una única respuesta al desarrollo de un proyecto, sino que pueden explorarse varias aproximaciones válidas. Otro aspecto mencionado fue la relevancia de acompañar con charlas magistrales estas actividades prácticas, pues hacerlo provee al estudiante argumentos teóricos que apoyan el desarrollo del ejercicio proyectual.

También se les hizo la pregunta: *¿Cuál o cuáles de las siguientes disposiciones del aula son las más usadas en la clase de diseño arquitectónico?*:

- Dispersa (54,3%)
- Lineal (44,7%)
- Concentrada (60%)
- Móvil (34,3%)

Según la encuesta, no hay una única forma para trabajar en el espacio de la clase; la disposición depende del tipo de actividades que se desarrollen: si requiere más concentración, los estudiantes prefieren estar solos (de manera dispersa o lineal) en su mesa de trabajo, o algunos también prefieren concentrarse en un espacio y, porque no, moverse a distintos lugares durante el tiempo que dure la clase.

También se les preguntó: *De las cuatro disposiciones mencionadas, ¿cuál o cuáles crees que son las que más aportan a tus procesos de aprendizaje? ¿Por qué?*

Se reconoce una diferencia entre los momentos teóricos y los prácticos, donde en el primero, el rol de los estudiantes es más pasivo, y en el segundo, más activo; sin embargo, el movimiento de los docentes y de los estudiantes en el aula siempre es libre y dinámico; dependiendo de la actividad que se vaya a realizar durante la sesión de clase, el salón puede tener diferentes disposiciones espaciales, ya sean fijas o en movimiento.

Por lo tanto, el aula se comporta como un espacio dinámico y permeable donde se generan relaciones colectivas e individuales dependiendo de las necesidades de los

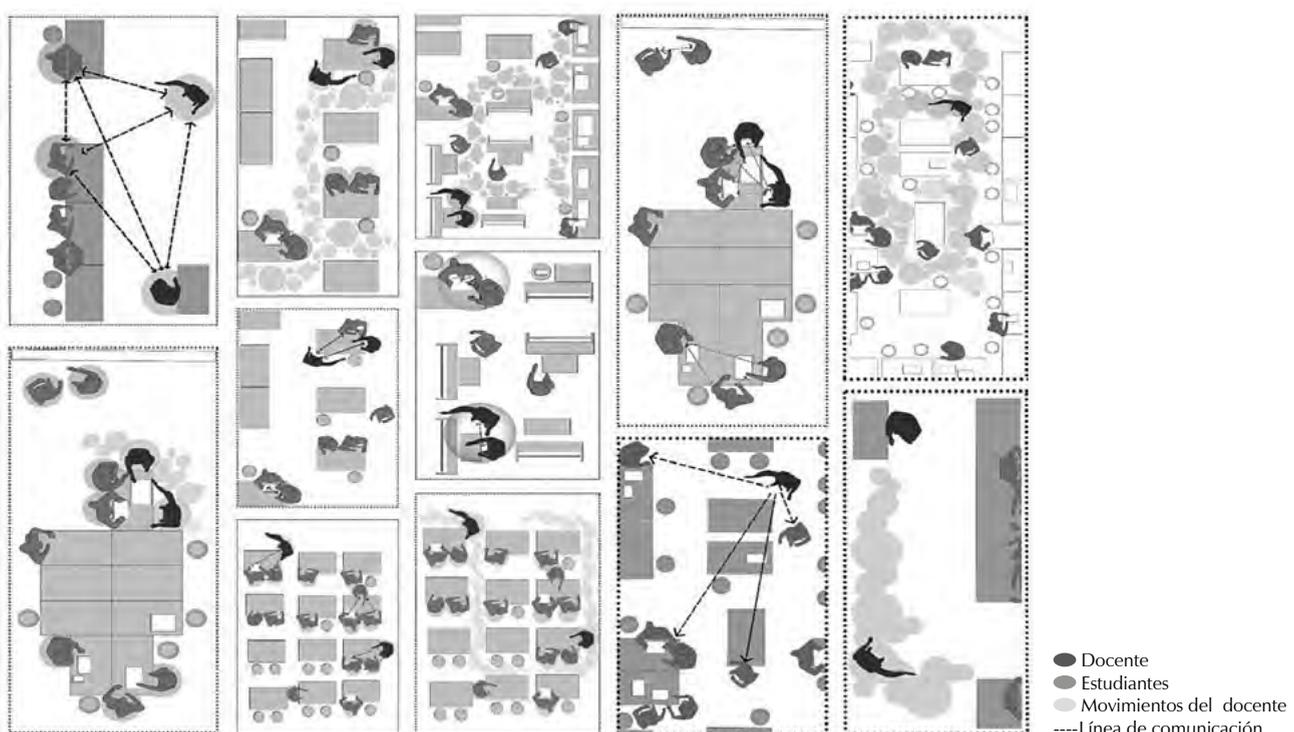


Figura 3. Disposiciones en el aula.

Fuente: elaboración propia (2020). CC BY-NC

estudiantes. También fue evidente que ubicar el mobiliario en distintas posiciones aporta diversidad a estas relaciones; como se muestra en la figura 3. Disposiciones en el aula., el aula supera la imagen de un espacio rígido, donde nada puede modificarse.

La configuración física del aula es un aspecto que, según los docentes del grupo focal, se da de manera espontánea, acorde al tipo de actividad por realizar. En caso de desarrollar asesorías grupales, se fomenta una disposición concentrada, mientras que para realizar talleres prácticos es mejor una configuración más dispersa, en grupos de pocos integrantes o de manera individual. Un factor que, sin duda, interfiere en la disposición de los estudiantes en el aula es la ubicación de los tomacorrientes, pues marca un punto de concentración de actividad en torno al computador: dicho componente pocas veces es considerado al momento de analizar la dinámica de la clase; sin embargo, es un aspecto que lleva a cuestionar la adaptación a esas variables tecnológicas en el aula.

Se les hizo, igualmente, la pregunta: *¿Cuál consideras que es el rol de los profesores del curso de diseño arquitectónico?*

1. El profesor asume una postura *dominante* en relación con la transmisión del conocimiento, y permitiendo en menor medida la participación del estudiante. Sus comentarios se enfocan en hacer una corrección de los proyectos.
2. El profesor asume un rol de *facilitador*, promoviendo el intercambio de conocimientos con el estudiante, cuestionando sobre sus posturas y motivando a participar en la clase y exponer sus ideas. Sus comentarios se enfocan en hacer una asesoría al desarrollo de los proyectos.
3. El profesor asume una postura *pasiva*, pues tiene menor participación en el desarrollo de la clase y poca interacción con los estudiantes; se limita a hacer observaciones específicas sobre los proyectos.

Los roles que los estudiantes identifican en sus profesores son el de dominante (28,57%) —quien desarrolla un conocimiento con una estructura rígida que, en muchos casos, no permite la interacción con los estudiantes— y el de facilitador (53,3%) —que se expone a sí mismo como ejemplo para sus estudiantes y, más allá del contenido del curso, promueve formas adecuadas de pensar y desarrollarse, y genera un gran nivel de motivación y admiración en sus alumnos; además, es el que guía, apoya y motiva a sus estudiantes por medio de cuestionamientos, solución de problemas y toma de decisiones. Este último es el que la mayoría prefiere, pues ven en un docente con ese perfil un modelo para seguir, gracias a su motivación y su forma de relacionamiento. La figura del docente pasivo no es de muy alta estima, con solo el 10,95% de aprobación.

Frente a la pregunta abierta: *¿Cómo te gustaría que fuera la actitud de tus profesores frente al proceso de enseñanza aprendizaje? ¿Por qué?*, los estudiantes reconocen el rol facilitador como el más acertado, siempre buscando ser escuchados y motivados por sus profesores, además de generar un intercambio constante de ideas. Los docentes en el grupo focal reconocen tener distintos roles en su quehacer docente, se reconocen con un rol dominante a la hora de acompañar una clase magistral, facilitador durante el desarrollo de los proyectos y trabaja en clase buscando autonomía en sus estudiantes, y en muchos casos hay un rol pasivo a la hora de hacer observaciones puntuales sobre los proyectos.

Discusión

Es claro que existen muchas formas de acercarse al conocimiento de la arquitectura y del diseño como práctica; no se puede negar que las diversas posturas teóricas han demostrado, a través de siglos, su capacidad para la formación de los arquitectos y, a su vez, para generar arquitecturas cambiantes y pertinentes a cada territorio, cada sociedad o cada época; por otra parte, sin embargo, también podemos definir que, en la mayoría de los casos, tal proceso incluye, por una parte, la formación de capacidades creativas por parte del estudiante y, por otra, el desarrollo de habilidades como la percepción, el análisis y la síntesis, orientados a la búsqueda de soluciones espaciales a problemas específicos del medio.

Para caracterizar la estrategia pedagógica implementada en los cursos de diseño arquitectónico de la institución objeto de estudio, fue fundamental retomar lo mencionado por Porlán (1983) respecto a los tres cuestionamientos clave a los que debe responder un modelo pedagógico en relación con el enfoque, el método y las formas de evaluación, pues a partir del análisis de estos aspectos sobre qué enseñar y cómo enseñar se definió una metodología que permitió contrastar las reflexiones teóricas con su aplicación y su impacto en la práctica pedagógica, lo cual convierte a dicho análisis en un insumo y un aporte para futuros estudios.

De hecho, lo presentado por esta investigación puede replicarse en los cursos de diseño arquitectónico de niveles superiores, ya que esta área es el espacio central del currículo, donde, a partir de la búsqueda de soluciones a los problemas de la realidad, confluyen herramientas, conocimientos y reflexiones construidas en el conjunto de asignaturas impartidas en cada nivel; es allí donde se evalúan la pertinencia y la cohesión de los contenidos académicos, y donde el estudiante dimensiona el impacto y la responsabilidad de su oficio en la sociedad.

La exposición del marco teórico evidenció que los modelos han variado con el paso del tiempo, acorde ello a las escuelas de pensamiento, las diferentes áreas del conocimiento y el momento histórico; la clave está, entonces, en entender dichos modelos, no de manera rígida, sino como un repertorio conceptual de los distintos métodos que pueden ser aplicados para la construcción del conocimiento en el aula, de manera colaborativa, respondiendo a estrategias como la investigación proyectual, el aprendizaje colaborativo y el aprendizaje basado en proyectos, los cuales retoman postulados de modelos tradicionales, combinados con las necesidades y las herramientas actuales.

En ese sentido, como lo mencionan Gómez Hurtado y Polanía González (2008), un docente puede recurrir a varios modelos pedagógicos; en consecuencia, aunque podemos hablar de modelos en términos teóricos, en la práctica hay un sinnúmero de variaciones que hacen más compleja una caracterización específica de dichos modelos. Por lo tanto, se considera que no hay un modelo único adecuado para la enseñanza del proyecto arquitectónico, sino que se debe asumir una combinación de estrategias y métodos que se adapten a las dinámicas particulares de cada ejercicio proyectual, y la cual podrá ser cambiante para priorizar el desarrollo de ciertas competencias en momentos específicos del curso. A diferencia de escuela de la Bauhaus, la enseñanza contemporánea de la arquitectura requiere, más allá de aprender un oficio y sus valores artísticos, fomentar un aprendizaje integral que comprenda la realidad del contexto

y prepare al estudiante para enfrentar problemas del mundo real, no solo como individuo y profesional, sino como parte de una sociedad reflexiva, y que, de manera colectiva, aporte al desarrollo de un territorio o una comunidad.

Sobre este propósito, escuelas como Confluence y autores como Sarquis y Slavin en 1999 han trabajado en la comprensión de estrategias de enseñanza, de las cuales se derivan nuevas concepciones que pueden adaptarse en nuestra escuela para responder a las necesidades actuales, cuando la arquitectura es una disciplina en constante cambio y que debe construirse de manera colaborativa, de la mano con docentes y estudiantes, lo que fortalece los roles facilitadores y los espacios libres y dinámicos. No se trata de desarrollar una actividad en equipo, sino de aprender algo como equipo.

Por lo anterior, el docente del diseño arquitectónico hoy en día se debe perfilar como un líder, como un gestor que construye desde la enseñanza de teorías y conceptos, a la vez que desarrolla metodologías dinámicas que involucran al estudiante de manera activa; por tal razón, a pesar de los diversos estilos de enseñanza, cada docente debe contar con una formación pedagógica, y recibir, por parte de las escuelas, los lineamientos pedagógicos que les permitan aplicar, de manera coordinada, esos principios en el aula.

Conclusiones

El marco teórico de la presente investigación ofrece las herramientas necesarias para reconocer las estrategias pedagógicas, los modelos y los estilos de enseñanza-aprendizaje presentes en el programa académico de arquitectura de la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia, el cual se enmarca en un modelo constructivista y colaborativo. A su vez, dicho reconocimiento permite actualizar enfoques formativos, de capacitación y actualización de docentes en las competencias disciplinares, pedagógicas y digitales que se requieren para fortalecer la dinamicidad del PEI y del programa, para así propiciar resultados de aprendizaje exitosos y de calidad en los estudiantes.

En cuanto a los contenidos o las temáticas, se valida que en este primer ciclo formativo es necesario en los cursos de diseño arquitectónico abordar los conceptos y los elementos básicos de la composición espacial no referida a un programa arquitectónico complejo, sino a la exploración proyectual, a partir de la comprensión del lugar, de las relaciones espaciales del habitar y de la configuración de atmósferas, fomentando el aprendizaje a partir del hacer y la interacción.

En las disciplinas proyectuales como la arquitectura, tiene gran importancia para el proceso de aprendizaje la interacción entre el alumno y el docente, pues comparten en el aula un proceso de aprendizaje en el que la subjetividad está involucrada, y donde son fundamentales el diálogo cercano y la argumentación para comprender la conceptualización que soporta un proceso proyectual. Por ello, además, se hace necesaria una diversificación de las estrategias para desarrollar en el aula, tanto en lo individual como en lo grupal, y que conviertan la interacción y el diálogo en el principal instrumento formativo y eviten las prácticas de la corrección mecánica de proyectos, donde el docente impone su juicio y se enfoca más en la enseñanza conductual que en el proceso de aprendizaje.

El reto por enfrentar reside en cómo promover un aprendizaje colaborativo como estrategia pedagógica para fomentar

la participación que propicie el desarrollo de habilidades interpersonales para el aprendizaje grupal. Las encuestas a los estudiantes confirman que estos, claramente, prefieren métodos participativos, por lo cual se recomienda enfatizar en las técnicas grupales que fortalezcan la discusión, la investigación y la solución de problemas, sin dejar de lado la enseñanza personal, organizando grupos de trabajo con actividades conjuntas en las cuales el docente participe bajo un rol de coordinador, y superando el papel de único emisor del conocimiento. La combinación de varias metodologías activas no solo es posible, sino también deseable, y proporciona resultados satisfactorios en cuanto a las competencias adquiridas y el nivel de participación.

El programa profesional de arquitectura ofrecido por la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia se basa en una propuesta pedagógica donde se aplican múltiples modelos, para posibilitar todos los tiempos de aprendizaje, en el caso del programa *método por proyectos*, lo que le permite al estudiante descubrir sus propios procedimientos para resolver una situación problemática con un nivel de dificultad acorde a su momento formativo, y facilita así la autonomía y el pensamiento crítico y propositivo.

Otro componente que debe ser considerado una oportunidad es la influencia que las tecnologías de información y los métodos de representación digital tienen en la concepción de los modelos pedagógicos, pues, con toda claridad, redefinen la interacción entre el docente y el estudiante, alteran la disposición del aula y transforman la dinámica del proceso de aprendizaje. Es válido cuestionarse en futuros estudios sobre las estrategias de enseñanza contemporáneas, donde la simultaneidad, la interactividad y la virtualidad adquieren cada vez más fuerza y nos llevan a reflexionar sobre las prácticas pedagógicas más adecuadas para los nuevos retos en los campos pedagógico y disciplinar.

Es fundamental asumir que los estudiantes tienen para interactuar distintos métodos, que deben ser reconocidos. En ese sentido, es recomendable proponer actividades en las que el docente pueda tomar distancia y observar su modo de interactuar, con el fin de evidenciar los roles que los estudiantes asumen dentro del grupo, e identificar sus habilidades, para así potenciar el proceso de aprendizaje y dejar de lado la concepción del estudiantado como colectivo heterogéneo.

En ese sentido, el docente deberá tener la capacidad para impartir conocimiento, y no opiniones de índole personal; estas, aunque valiosas, como su experiencia, pueden confundir al estudiante. Dicho rol promueve el diálogo y la generación de preguntas que fomentan la discusión y le permiten al docente escuchar a los alumnos e identificar particularidades del proceso de aprendizaje.

El diálogo en la enseñanza no se refiere a una mera conversación amistosa, sino que asume una función didáctica, exploratoria, interrogativa, la cual es planificada y definida bajo unos objetivos claros; en términos pedagógicos, el diálogo requiere reciprocidad y cooperación, al igual que incorporar elementos como preguntas, respuestas, enunciados y orientaciones. Este punto genera nuevas reflexiones, ya no solo sobre qué y el cómo se enseña, sino, además, sobre quién lo hace, comprendiendo la importancia y la repercusión que tiene este actor principal dentro del proceso pedagógico. Es claro que el éxito de las metodologías colaborativas reside en la capacidad del docente para intervenir de la forma adecuada y, así mismo, saber escuchar e interpretar de forma correcta las respuestas. La importancia de

esta actitud involucra al docente y al alumno en un mismo objetivo, genera en el estudiante la seguridad necesaria para expresar sus reflexiones y permite que el docente halle las herramientas para desarrollar conocimientos.

Para alcanzar el dominio de las mencionadas estrategias pedagógicas es necesario que el docente de arquitectura se forme no solo en el ámbito disciplinar, sino también, en lo pedagógico, adquiriendo los fundamentos conceptuales

para asumir su rol como docente acorde a las necesidades actuales, ya que, usualmente, cuando el arquitecto se incorpora a la academia, dicha actividad se considera un complemento de su actividad profesional principal, lo cual ocasiona que el componente pedagógico no se aborde en profundidad y se desconozcan algunos de los fundamentos en torno a lo que significa enseñar arquitectura, más allá de ser arquitecto.

Contribuciones y agradecimientos

El presente artículo es producto de la investigación *Enseñar arquitectura: La construcción de un modelo pedagógico para la enseñanza del proyecto arquitectónico*, la cual se desarrolló dentro de la línea de investigación en Arquitectura, patrimonio y contexto, perteneciente al grupo de investigación Ambiente, hábitat y sostenibilidad, de la Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia. Dicha investigación se inició en 2018, en el marco de la convocatoria institucional para la conformación de un banco de proyectos de investigación científica, desarrollo tecnológico e innovación, y actualmente se encuentra en su fase de divulgación y resultados, en la cual se busca reflexionar sobre los enfoques pedagógicos tradicionales y las estrategias de enseñanza acordes a las dinámicas académicas actuales.

Las autoras de este escrito han impartido la misma asignatura para distintos grupos de estudiantes objeto de estudio; por lo tanto, la adquisición de los datos, su análisis y su discusión son totalmente compartidos. Respecto a la redacción del texto, una de las autoras ha desarrollado la primera versión escrita, mientras que, de forma paralela, ambas se han encargado de las distintas versiones, al tiempo que se compartían las revisiones críticas. La elaboración de imágenes fue de manera conjunta, a través de herramientas digitales.

Referencias

- Alba Dorado, M. I. (2016). La enseñanza de la Arquitectura. Iniciación al aprendizaje del proyecto arquitectónico. *Revista Española de Pedagogía*, 74(265), 445-460. https://revistadepedagogia.org/wp-content/uploads/2016/12/ensenanza_arquitectura.pdf
- Argan, G. C. (2006). *El arte moderno*. Akal.
- Asiain, L. D., & Díaz-García, V. (2020). Estrategias educativas innovadoras para la docencia teórica en Arquitectura. En *VIII Jornadas sobre Innovación Docente en Arquitectura (JIDA'20)*, Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Málaga, 12 y 13 de Noviembre de 2020: libro de actas (pp. 117-127). Grup per a la Innovació i la Logística Docent en l'Arquitectura (GILDA).
- Ausubel, D. P., Novak, J., & Hanesian, H. (1983). *Psicología educativa, un punto de vista cognoscitivo*. Trillas.
- Bennett, N. (1976). *Teaching styles and pupil progress*. Morata.
- Confluence. (2014). *Instituto de Innovación y Estrategias Creativas de Arquitectura*. <https://www.confluence.eu/pedagogie/>
- Flórez, O. R. (1999). *Evaluación, pedagogía y cognición*. McGraw-Hill.
- Gómez Hurtado, M., & Polanía González, N. R. (2008). *Estilos de enseñanza y modelos pedagógicos: Un estudio con profesores del programa de Ingeniería Financiera de la Universidad Piloto de Colombia*. Universidad de La Salle.
- Guevara Álvarez, O. E. (2013). *Análisis del proceso de enseñanza aprendizaje de la Disciplina Proyecto Arquitectónico, en la carrera de Arquitectura, en el contexto del aula*. Universidad Autónoma de Barcelona.
- Gutiérrez, M., Sánchez, H., & Beltrán, F. (2009). *Panorama sobre los modelos pedagógicos y curriculares de los programas de Arquitectura en Colombia y Latinoamérica*. Editorial Libros del Páramo, Universidad La Gran Colombia.
- Institución Universitaria Colegio Mayor de Antioquia. (2017). *Proyecto Educativo Institucional*. https://www.colmayor.edu.co/wp-content/uploads/2019/08/pei_actualizado_pdf_jl26i_compressed-1.pdf
- Lambert, G. (2017). La pedagogía del taller en la enseñanza de la arquitectura. Una aproximación cultural y material al caso francés (siglos XIX y XX). *Revista de Arquitectura*, 19(1), 86-94. <https://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2017.19.1.1405>
- Loredo Cansino, R. I., & Sánchez Herrera, G. (2014). La enseñanza de la teoría y la historia de la arquitectura como herramienta en el proceso proyectual. En *VI Encuentro de Docentes e Investigadores en Historia del Diseño, la Arquitectura y la Ciudad "Iván Hernández Largaña"*, La Plata, Argentina. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/43288>
- Martínez-Vitor, C. F. (2021). La investigación proyectual como estrategia didáctica en el proyecto del Taller de Diseño Arquitectónico. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 23(2), 58-70. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2021.3294>
- Palacio, B. (2019). El taller: La supervivencia del locus del aprendizaje de la Arquitectura. *Modulo Arquitectura CUC*, 23(1), 121-130. <http://doi.org/10.17981/mod.arq.cuc.23.1.2019.06>
- Porlán, R. (1983). *Constructivismo y escuela. Hacia un modelo de enseñanza aprendizaje basado en la investigación*. Díada.
- Salama, A. M., & Burton, L. O. (2022). Defying a legacy or an evolving process? A post-pandemic architectural design pedagogy. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers – Urban Design and Planning*, 175(1), 5-21, <https://doi.org/10.1680/jurdp.21.00023>
- Slavin, R. E. (1999). *Aprendizaje cooperativo: teoría, investigación y práctica*. Aique. <http://ecoasturias.com/images/PDF/slavin-el-aprendizaje-cooperativo.pdf>
- Souto, M. (1993). *Hacia una didáctica de lo grupal*. Miño y Dávila.
- Teymur, N. (2011). Aprender de la educación en arquitectura. *Dearq*, (09), 8-17. <https://doi.org/10.18389/dearq9.2011.03>

Neuroarquitetura e design em *home office*: diretrizes para projetos e adaptações do espaço de trabalho

Neuroarchitecture and Design in Home Office: Guidelines for Projects and Workspace Adaptations

Neuroarquitectura y Diseño en la oficina en casa: pautas para proyectos y adaptaciones del espacio de trabajo

Flávia Heloisa Vizioli Libório

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp, Brasil)
Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design, campus de Bauru
Graduada em Matemática, Universidade Metodista de Piracicaba (Unimep)
Especialista em Modelagem Matemática, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)
Aluna do Programa de Pós-Graduação em Design, Universidade Estadual Paulista (Unesp)

 <https://scholar.google.com.br/citations?hl=pt-BR&user=BSDF7tQAAAAJ>

 <https://orcid.org/0000-0002-2340-103X>

 flavia.liborio@unesp.br / flaviacheloliborio@gmail.com

Ludmila Araújo Bortoleto

ATHON Sorocaba (Brasil)
Departamento de Arquitetura e Urbanismo, campus de Sorocaba
Arquiteta e urbanista, Universidade Paulista (Unip)
Mestre em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Estadual Paulista (Unesp)
Doutora em Engenharia Civil e Ambiental, Universidade Estadual Paulista (Unesp)

 https://scholar.google.com.br/citations?view_op=list_works&hl=pt-BR&user=yV_zQcKAAAAJ

 <https://orcid.org/0000-0001-9294-9413>

 ludmila.bortoleto@athonedu.com.br / arq.ludmila@gmail.com

Ekaterina Emmanuil Inglesis Barcellos

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp, Brasil)
Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design, campus de Bauru
Graduada em Desenho Industrial, Fundação Armando Alvares Penteado (Faap)
Mestre em Design, Universidade Estadual Paulista (Unesp)
Doutora em Design, Universidade Estadual Paulista (Unesp)

 <https://scholar.google.com/citations?user=URD4dFMAAAAJ&hl=en>

 <https://orcid.org/0000-0002-5320-3229>

 ekaterina.inglesis@unesp.br / kettymoda@gmail.com

Galdenoro Botura Jr.

Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (Unesp, Brasil)
Instituto de Ciência e Tecnologia, campus de Sorocaba
Engenheiro Eletricista, ênfase Eletrônica, Instituto Nacional de Telecomunicações (Inatel)

Especialista em Administração Universitária (IGLU/OUI, Canadá)
Mestre em Engenharia Elétrica, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)
Doutor em Engenharia Elétrica, Universidade Estadual de Campinas (Unicamp)

 <https://scholar.google.com/citations?user=bixwBtkAAAAJ&hl=en>

 <https://orcid.org/0000-0002-5680-6017>

 galdenoro.botura@unesp.br / alternativogaldenoro@gmail.com

Resumo

O trabalho em *home office* transformou-se em rotina no cotidiano da sociedade global, em decorrência da pandemia da covid-19. No novo contexto, os espaços familiares de moradia e convivência tiveram de ser adaptados para atividades remotas on-line. Inicialmente positiva, essa modalidade foi impactada pelo ambiente inadequado e pela ergonomia, afetando a saúde física e mental dos indivíduos, causando ansiedade, insegurança quanto aos objetivos e às metas a serem alcançados e, conseqüentemente, diminuindo a satisfação inicial e apresentando oscilações de produtividade. Com base em pesquisa realizada junto aos usuários de *home office*, este artigo traz a análise da percepção desses indivíduos sobre a produtividade obtida nos espaços adaptados e demonstra que a visão sobre a constituição desse local de trabalho não corresponde ao que a literatura preconiza como agradável e produtivo. Como resultado da pesquisa, o artigo apresenta uma forma de melhorar e aumentar a produtividade e a saúde de seus usuários, e propõe diretrizes para o desenvolvimento de projetos e adaptações de ambientes residenciais para *home office*, com base nos conceitos de neuroarquitetura, ergonomia física e cognitiva, design biofílico e experiência do usuário (UX). A aplicação das diretrizes propostas possibilitará a criação de um ambiente saudável, produtivo e adequado ao bem-estar de quem o utiliza.

Palavras-chave: projeto ergonômico do *home office*; neuroarquitetura; design biofílico; saúde no *home office*; produtividade em *home office*.

Abstract

Home office work has become routine in global society daily life as a result of the pandemic. In the new context, family living and living spaces had to be adapted for online remote activities. Initially positive, this modality was impacted by inadequate ergonomics and environment, and by anxiety and insecurity regarding the objectives and goals to be achieved, affecting physical and mental health, resulting in a consequent decrease in initial satisfaction and productivity fluctuations. Based on research carried out with home office users, this article analyzes the perception of these individuals about the productivity obtained in the adapted spaces. It demonstrates that the view on the constitution of this workplace does not correspond to what the literature recommends as pleasant and productive. As a result of the research, the article presents a way to improve and increase the productivity and health of its users, and proposes guidelines for the development of projects and adaptations of residential environments for home office, based on the concepts of neuroarchitecture, physical ergonomics and cognitive, biophilic design and user experience (UX). The application of the proposed guidelines will make it possible to create a healthy, productive environment suitable for the well-being of those who use it.

Keywords: home office ergonomic design; neuroarchitecture; biophilic design; health at home office; home office productivity.

Resumen

El trabajo en casa se ha convertido en rutina en la vida cotidiana de la sociedad global como resultado de la pandemia de covid-19. En el nuevo contexto, la vida familiar y los espacios de vida tuvieron que adaptarse para actividades remotas en línea. Inicialmente positiva, esta modalidad fue impactada por el ambiente y la ergonomía inadecuadas, afectando la salud física y mental de los individuos, causando ansiedad, inseguridad sobre los objetivos y metas a alcanzar y, consecuentemente, reduciendo la satisfacción inicial y presentando oscilaciones de productividad. Basado en investigaciones realizadas con usuarios de *home office*, este artículo analiza la percepción de estos individuos sobre la productividad obtenida en los espacios adaptados y demuestra que la visión sobre la constitución de este lugar de trabajo no corresponde a lo que la literatura recomienda como agradable y productivo. Como resultado de la investigación, el artículo presenta una forma de mejorar y aumentar la productividad y la salud de sus usuarios, y propone pautas para el desarrollo de proyectos y adaptaciones de entornos residenciales para *home office*, basados en los conceptos de neuro arquitectura, ergonomía física y cognitiva, diseño biofílico y experiencia de usuario (UX). La aplicación de las directrices propuestas permitirá crear un entorno saludable, productivo y adecuado para el bienestar de quienes lo utilizan.

Palabras clave: diseño ergonómico de la oficina en casa; neuroarquitectura; diseño biofílico; salud en la oficina en casa; productividad en la oficina en casa.

.....

Introdução

Este artigo apresenta diretrizes para a elaboração de projetos arquitetônicos e ergonômicos com vistas à construção de novos ambientes de *home office* e à adequação dos existentes, fundamentados pelos conceitos da neuroarquitetura, do design biofílico e da experiência do usuário, de modo que o local proporcione bem-estar, saúde e produtividade àqueles que o utilizam.

Aspectos relacionados ao bem-estar dos indivíduos têm sido considerados determinantes nas relações estabelecidas entre a produtividade e o local onde as atividades de trabalho são exercidas. Empresas atuantes em diferentes locais necessitam que seus funcionários constantemente se desloquem de suas sedes, em função de um mercado cada vez mais globalizado, caracterizando o teletrabalho como uma ação fundamental no processo. A partir do início de 2020, com a pandemia da covid-19, configurou-se uma realidade diferente desta, em que o trabalho a distância passou a ser um mecanismo de atuação para praticamente todos os trabalhadores. Assim, a atividade em *home office* se consolidou no cotidiano das pessoas.

O trabalho em *home office*, teletrabalho ou trabalho a distância, surgiu como ideia ao final da década de 1970. Gradualmente foi se instalando e ampliando seu alcance no compasso dos avanços tecnológicos, principalmente quando relacionados à melhoria da qualidade e ao incremento da velocidade da taxa de transmissão dos dados na web.

Essa nova estrutura no ambiente de trabalho provocou alterações de ordem habitacional do espaço residencial, uma vez que a atividade de trabalho passou a acontecer onde, inicialmente, o uso do espaço teria outro propósito. Desse modo, um ambiente reconfigurado passou a existir na residência, por tempo indeterminado, sendo utilizado pelos moradores individualmente ou de modo compartilhado,

voltado a finalidades distintas, como trabalho, estudo e outras atividades que exigem foco e concentração.

O uso de um local não projetado inicialmente para o trabalho evidenciou aspectos inadequados a tal função, modificando a percepção de bem-estar físico e emocional dos usuários, influenciando sua saúde e produtividade. Mesmo assim, avaliações iniciais apontavam aspectos positivos e satisfatórios com relação à economia de tempo sem deslocamentos, à redução de estresse, à maior proximidade e convivência com a família, e à possibilidade de criar uma rotina mais saudável no ambiente remoto.

Dados da pandemia no Brasil, no mês de setembro de 2020, demonstraram que cerca de 7,9 milhões de pessoas estavam realizando trabalhos em *home office* (Barros¹, 2020), número motivado pela tentativa de as empresas manterem sua produtividade, preservando a integridade física de seus funcionários ante a nova realidade imposta.

Em novembro de 2020, cerca de 33% da força trabalhadora do Brasil (com atividades de perfil intelectual, burocrático ou acadêmico) se encontrava em trabalho remoto classificada pela seguinte distribuição de nível de escolaridade: 27,7% com nível superior completo ou pós-graduação; 4,4% com ensino médio completo ou superior incompleto; 0,9% com fundamental completo ou médio incompleto e 0,3% correspondiam a pessoas sem instrução ou com o fundamental incompleto (Barros, 2020). Compreende-se que essa descrição implica desde o uso dos mais distintos ambientes de trabalho remoto, dos melhores adaptados, onde empresas se envolveram diretamente na montagem, até os de concepção básica mínima, com uso de cadeira e mesa simples, complementada por um dispositivo com acesso à internet, sem a preocupação com as condições existentes.

Dessa forma, com o passar dos meses, a satisfação inicialmente identificada para a realização do trabalho em *home office* apresentou queda de 71,3% para 45%, a partir do momento em que a rotina se tornou permanente na realização do trabalho. O índice de satisfação diminuiu, essencialmente, devido aos sintomas relacionados a dores físicas por postura, tensão ou inadequação ergonômica; problemas visuais, causados pelo uso prolongado do computador e da internet; emocionais, como o estresse; e ao desenvolvimento de doenças psicológicas de trabalho (Gondim & Borges, 2020).

Os muitos efeitos negativos sobre indivíduos que passaram a desenvolver o trabalho a distância foram avaliados e relatados em pesquisa que indicou o aumento do número de novos problemas relacionados à saúde física e mental, além do declínio no estado geral e mental dos trabalhadores (Xiao et al., 2021). Cerca de 66% deles atestaram um ou mais problemas relacionados à saúde física e 75% deles passaram a apresentar pelo menos um novo problema de saúde mental, decorrentes da nova condição.

Pesquisa realizada e divulgada pelo Centro de Estudos em Planejamento e Gestão de Saúde da Escola de Administração de Empresas de São Paulo da Fundação Getúlio Vargas, em parceria com o Institute of Employment Studies do Reino Unido, sobre a utilização do *home office* identificou o surgimento ou aumento dos seguintes sintomas

.....
¹ Dados extraídos da página web do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), que é o principal provedor de informações geográficas e estatísticas do Brasil.

físicos: problemas relativos a dores nas costas (58,2%); no pescoço (57,1%) e nos ombros (51,9%); perda de sono (55,6%); fadiga ocular (55%); dores de cabeça/enxaqueca (53,3%); sensação de fadiga (42,9%) e azia e/ou indigestão (34,6% [Ogata et al., 2020]). Relata que os trabalhadores tiveram preocupações com a estabilidade no trabalho (47,4%) e sensação de solidão e isolamento (22,6%), devido ao baixo nível de bem-estar, ao estado de humor, a quedas de vitalidade e de interesse geral. Os valores se situam acima dos habituais, podendo significar que indivíduos estão sofrendo impactos psicológicos (depressão, ansiedade, falta de concentração) oriundos dessa forma de trabalho. Sintomas similares foram observados pelo estudo da empresa Workana (Rocha, 2020), em 43,7% das pessoas que atuam em home office, na Europa e nas Américas, incluindo o Brasil.

Para a criação de um espaço de trabalho que atenda às características de usabilidade — que permita a adequação às tarefas a cujo desempenho ele se destina, ao usuário que o utilizará e ao contexto em que será usado com efetividade, eficiência e satisfação — é importante avaliar quais os fatores que levam à obtenção de uma qualidade ambiental satisfatória. Tais ambientes, quando mal projetados, podem gerar uma carga insalubre sobre os aspectos físicos, psicológicos e sociais do trabalho, afetando a eficiência de todo o processo produtivo. (Villarouco & Andreto, 2008)

O ambiente de trabalho é baseado na organização estrutural e funcional do espaço, considerando-se forças endógenas e exógenas, verificadas na relação entre as pessoas e o ambiente construído, pois a forma como o ambiente é planejado altera o modo em que vivemos, o que implica mudanças no cérebro e em nosso comportamento (Gage, 2003).

A conexão entre ambientes físicos e respostas neurais humanas tem conduzido também a estudos sobre os efeitos ocasionados na produtividade de seus ocupantes com relação ao conforto do ambiente interno construído e aos fatores que afetam a eficiência dos ocupantes/trabalhadores (Choi et al., 2015). Pesquisas em escritórios mostraram nítida diferença nos resultados de eficiência no trabalho com usuários expostos a níveis elevados de fadiga, medidos por índices fisiológicos (Tham & Willem, 2010; The Federation of European Heating, Ventilation and Air conditioning Associations, 2006). Nessa perspectiva, a atenção ao ambiente construído mostrou-se essencial para sintetizar o máximo de desempenho e produtividade do usuário.

Avanços no campo das neurociências permitiram conhecer como o espaço físico pode influenciar o cérebro humano. Por meio de técnicas de medição, como psicofisiológicas e de neuroimagem, pode-se compreender a influência do ambiente construído nas respostas de fatores emocionais, comportamentais e sensações cognitivas, pelo *Parahippocampal Place Area* e pela representação cortical do ambiente visual local (Epstein & Kanwisher, 1998; Epstein et al., 1999). Essa região do cérebro processa novas informações perceptivas sobre a aparência e layout de ambientes, sendo mais ativa quando se observam cenas complexas, levando à percepção dos lugares de uma maneira nova (Epstein & Kanwisher, 1998; Solís & Herrera, 2017).

Nesse sentido, a neuroarquitetura pensa os elementos estruturais e organizacionais para viabilizar o trabalho sob os aspectos de conforto físico e mental, tendo o usuário como foco principal (Neufert, 2013). Outros conceitos como efeitos restauradores, redução do estresse dos ambientes, julgamento e apreciação estética, *wayfinding* (orientação) e engajamento visual estão estritamente ligados à neuroci-

ência e à arquitetura (Bower et al., 2019; Karakas & Yildiz, 2020). Além disso, pesquisas mostram que uma das formas de minimizar o estresse em situações de pandemia é por meio de ações preventivas no projeto arquitetônico que favoreçam a saúde mental (Segerstrom & Miller, 2004; Zarrabi et al., 2021).

Já o design biofílico atua como um meio de minimizar os efeitos negativos na interação do usuário com o espaço de trabalho. Aborda o habitat como um organismo biológico, que melhora a saúde, a forma física e o bem-estar das pessoas. Pesquisas realizadas sobre as diferenças entre ambiente natural e ambiente construído mostram que, enquanto no ambiente natural as ações cerebrais são mais rápidas e meditativas, no ambiente construído, o cérebro humano apresenta níveis mais elevados de estresse (Azzazy et al., 2021).

Assim como a neuroarquitetura, as aplicações de design biofílico visam a uma nova estrutura do espaço construído. Como prática contemporânea, a biofilia proporciona uma experiência satisfatória da natureza no ambiente (Kellert & Calabrese, 2015). Mas, para que sua aplicação seja bem-sucedida, exige-se a adesão consistente a seus princípios básicos:

1. envolvimento repetido e sustentado com a natureza;
2. concentração nas adaptações humanas ao mundo natural que evolutivamente aumentaram saúde, boa forma e bem-estar;
3. incentivo ao apego emocional a determinados ambientes e lugares;
4. interações positivas entre pessoas e natureza que incentivam um senso expandido de relacionamento e responsabilidade pelas comunidades humanas e naturais;
5. reforço mútuo, arquitetura interconectada e integrada às soluções (Kellert & Calabrese, 2015).

“Edifícios bem projetados precisam responder às necessidades funcionais de seus ocupantes, e os usuários precisam receber iluminação adequada, sistemas de aquecimento e resfriamento bem modulados, [...] todos esses atributos agora são avaliados em termos de ciência física” (Eberhard, 2009a).

No entanto, as adaptações dos ambientes residenciais para o home office foram efetuadas de forma rápida, não tendo sido estruturadas ou planejadas de acordo com as necessidades individuais (Brant & Mourão, 2020). Os ambientes, na maioria das vezes, foram elaborados sem os cuidados exigidos, de forma genérica, sem levar em consideração as características dos indivíduos que os ocupariam. Uma forma equivocada de abordar a situação, pois não considera o ser humano como prioridade sobre o ambiente. Portanto, não foram totalmente satisfatórios para a nova forma de desenvolvimento do trabalho (Mendes et al., 2020), uma vez que artefatos inadequados às necessidades podem ocasionar problemas de ordem física, dificultando a concentração e o desenvolvimento de suas atividades, podendo afetar a saúde e o bem-estar, bem como a produtividade.

Os elementos físicos presentes no espaço e a influência das questões organizacionais e cognitivas refletem no desempenho alcançado, conforme preconiza a International Ergonomics Association (Paschoarelli & Silva, 2006), denotando que aspectos ergonômicos e arquitetura devem ser essencialmente considerados quando se trata de conceber um novo ambiente, imposto pela necessidade do espaço de home office. E, em se tratando de ergonomia, uma de suas funções é avaliar o quanto o usuário não é diretamente

responsável pela produtividade, dada a inadequação da atividade aos padrões humanos (Guérin et al., 2001).

Os artefatos existentes no espaço de trabalho implicam, diretamente, a percepção dos indivíduos que o utilizam e, conseqüentemente, o bem-estar físico e o desempenho emocional de cada um, podendo gerar ansiedade, irritabilidade, insegurança nas tomadas de decisões e erros no processamento de informações (Mager & Merino, 2012). A estrutura organizacional estabelecida para a função do espaço facilita a comunicação e influencia o tempo necessário para a realização das tarefas e a interação social e técnica. Indivíduos, quando bem-posicionados e acomodados ergonomicamente, conseguem ter maior concentração, criatividade e, conseqüentemente, obter maior índice de produtividade (Guérin et al., 2001).

Casos de adaptação emergencial, como ocorreu com a súbita mudança gerada pela pandemia da covid-19, expuseram o desconhecimento da importância dos fatores arquitetônicos e ergonômicos, e da percepção da composição do ambiente onde ocorre o trabalho remoto. Demonstram o possível equívoco dos usuários com relação à própria noção de bem-estar e produtividade a serem alcançados.

Baseados apenas na percepção e interpretação de suas impressões sensoriais, com a finalidade de dar sentido ao seu ambiente utilizado, sem o conhecimento dos aspectos técnicos, organizacionais, cognitivos e emocionais, é possível que os elementos e a organização de seu espaço não sejam adequados, prejudicando o bem-estar e o rendimento pretendido. Porém, isso não é totalmente perceptível ao usuário.

Assim, é insatisfatório que um ambiente de *home office*, considerado adequado por quem o utiliza, limite o desempenho de seus usuários. Nesses casos, o que é considerado apropriado pode não ser, pois o comportamento das

pessoas é baseado na interpretação que fazem da realidade, e não na realidade em si (Costa, 2013).

Desenvolvimento

Após o levantamento de literatura referenciada relativa ao assunto e da busca por pesquisas semelhantes a nível global, a identificação e avaliação da percepção dos usuários a respeito de seus locais de *home office* se iniciaram com a elaboração de um formulário eletrônico. As questões foram relacionadas aos aspectos do ambiente de trabalho remoto e às atividades realizadas no local de *home office* por usuários com atuação apenas no Brasil. O enfoque abordou fatores ergonômicos em seu aspecto físico, cognitivo e organizacional.

O formulário foi submetido à análise para a validação do conteúdo e a formulação das questões por especialistas de áreas relacionadas ao assunto. O objetivo foi avaliar a coerência e o bom entendimento, sendo o grau de clareza e o entendimento estabelecido por meio do identificador de confiabilidade do instrumento de pesquisa, para o julgamento da concordância a partir do cálculo do índice de validação de conteúdo ([IVC] Alexandre & Coluci, 2011). Em sua versão final, pós-avaliação, foram modificadas todas as questões que apresentaram IVC inferior a 0,9. Os formulários foram compartilhados on-line com grupos diversos.

A Tabela 1 apresenta a caracterização do universo de respondentes, dos quais 83,2% se encontravam em *home office* e responderam a questões específicas sobre suas percepções com relação ao ambiente remoto utilizado. Independentemente da faixa etária, da profissão, da renda e de outras variáveis existentes para a análise, todos os respondentes estavam exercendo atividades em *home office* na pandemia.

Cênero	De 21 a 30 anos (%)	De 31 a 40 anos (%)	De 41 a 50 anos (%)	De 51 a 60 anos (%)	De 61 a 70 anos (%)	Total (%)
Feminino	14,9	9,0	9,0	14,9	1,5	49,3
Masculino	19,4	10,4	6,0	4,5	10,4	50,7
Total	34,3	19,4	14,9	19,4	11,9	100,0
Moradores no local						
1 pessoa	3,0	3,0	1,5	1,5	3,0	11,9
2 ou 3 pessoas	23,9	13,4	9,0	13,4	9,0	68,7
Mais de 3 pessoas	7,5	3,0	4,5	4,5	0,0	19,4
Total	32,5	15,7	15,7	25,3	10,8	100,0
Filhos que residem junto						
Sim	0,0	6,0	10,4	10,4	3,0	29,9
Não	34,3	13,4	4,5	9,0	9,0	70,1
Total	34,3	19,4	14,9	19,4	11,9	100,0
Anos de atuação						
Acima de 20 anos	0,0	0,0	7,5	7,5	9,0	23,9
De 16 a 20 anos	1,5	6,0	3,0	3,0	0,0	13,4
De 11 a 15 anos	0,0	0,0	3,0	6,0	0,0	9,0
De 6 a 10 anos	13,4	6,0	0,0	0,0	0,0	19,4
De 2 a 5 anos	7,5	7,5	0,0	1,5	1,5	17,9
Menos de 2 anos	11,9	0,0	1,5	1,5	1,5	16,4
Total	34,3	19,4	14,9	19,4	11,9	100,0

▲ Tabela 1. Caracterização dos participantes de todas as etapas da pesquisa

Fonte: elaborada pelos autores (2021).

Resultados

Atividades em home office já eram praticadas por cerca de 36% dos participantes da pesquisa, antes da ocorrência da pandemia em março de 2020. Em julho de 2020, os respondentes estavam trabalhando a distância e, dentre eles, obteve-se a seguinte carga horária: mais de oito horas diárias — 43%; de cinco a sete horas — 31%; de duas a quatro horas — 17%; até duas horas — 9%. Identificou-se que grande percentual dos respondentes ficou conectada acima de oito horas diárias, tempo considerado padrão de permanência e adotado pela maioria das empresas no ambiente presencial.

O grupo que atua mais de oito horas (43%) apresentou maiores evidências quanto à mudança de comportamento, ocasionada pelo maior tempo dedicado às tarefas profissionais. Cerca de 81% dos participantes da pesquisa expressaram percepção positiva sobre a viabilidade de obter um trabalho de qualidade em ambiente residencial. Porém, 19% deles não acreditam ser possível manter o padrão de qualidade nesse sistema.

A percepção das vantagens que o sistema virtual oferece para manter o nível de qualidade inclui aspectos como o uso de roupas confortáveis, o ganho de tempo com relação ao deslocamento e a melhoria de concentração e foco. No entanto, o desempenho foi condicionado à existência de fatores diferenciais, tais como mobiliário confortável (não necessariamente ergonômico), conexão ágil (internet de boa qualidade), ambiente agradável (ventilado/climatizado), disponibilidade de programas de computador para a execução das tarefas, acesso dos dados da empresa em nuvem (armazenamento virtual), entre outros.

Para 19% deles, as dificuldades para alcançarem a qualidade pretendida encontram-se na sobrecarga das tarefas diárias, decorrente da somatória das atividades remotas, o tempo gasto com a manutenção da casa e a atenção exigida pelos moradores do local, diferentemente de quando se encontravam em trabalho na empresa. A difi-

culdade de concentração, em função da localização do espaço nas residências, as interrupções inesperadas, os ruídos (tanto externos quanto internos), a internet de baixa qualidade e a má organização do ambiente são igualmente citados como fatores negativos.

Em contrapartida, o aumento da produtividade foi percebido por cerca de 67% dos usuários e está relacionado, principalmente, à flexibilidade de horários que passou a existir para 81% dos usuários. As razões apontadas para essa condição mais flexível foram a ausência de deslocamento ao trabalho (77,2%) e a forma da organização e constituição do ambiente (72,2%). Esses atributos contribuíram positivamente para uma percepção de melhoria na qualidade de vida, indicada por 69,6% dos respondentes devido ao maior contato com familiares (72,2%) e à acessibilidade à tecnologia (67,1%). Esses valores corroboram com os obtidos pelo Observatório do Trabalho Inteligente do Politécnico de Milão, que, em estudos anteriores à pandemia, identificou que mais de 50% das grandes empresas que adotaram o “trabalho ágil”, forma de trabalho a distância na Itália, regulamentada por acordo entre as partes, tiveram um aumento de produtividade entre 5% e 6%.

A relação da flexibilização do horário com o aumento da produtividade alcançada (Figura 1), proporcionada pelo trabalho a distância, pode estar, porém, fortemente equivocada, pois, para que isso ocorra, é necessário que os trabalhadores possuam um acentuado controle emocional, com disciplina e foco. Nesse caso, o fato de estarem distantes da empresa, sozinhos e isolados, sem a supervisão direta e presencial, e com a presença de distrações oriundas e inerentes a um ambiente de home office residencial, como interrupções inesperadas e ruídos, pode levá-los a se dispersarem na execução das atividades, trazendo consequências para seu desempenho. Os resultados apresentados na Figura 1 corroboram outros estudos (Tripi & Mattei, 2020), em que 75% daqueles que desenvolvem o teletrabalho mencionam conflitos com familiares e percepção existente de uma maior disponibilidade e cobrança para a realização

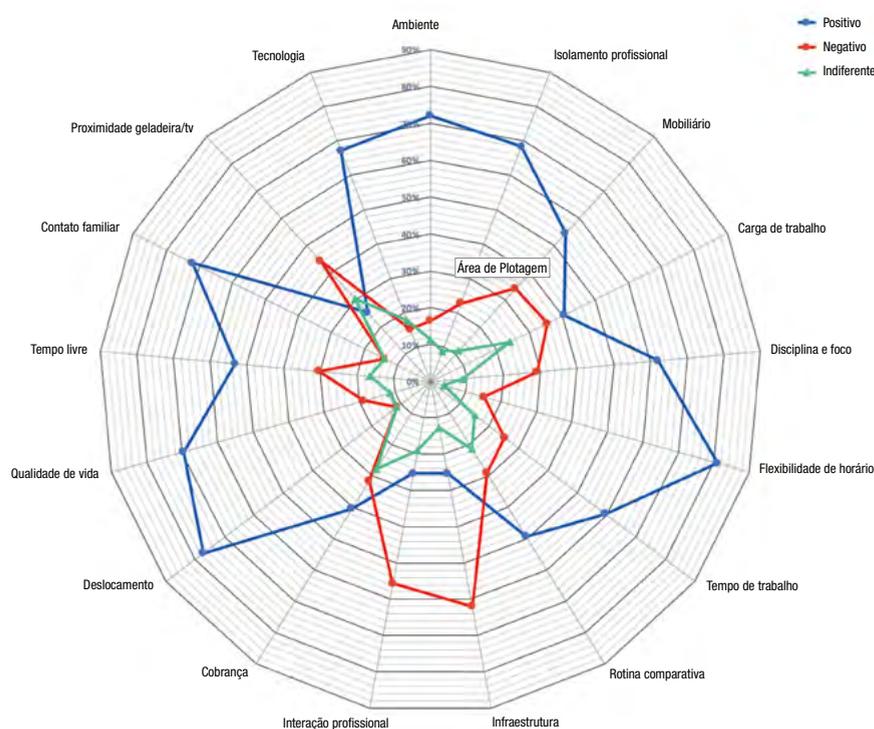


Figura 1. Fatores que impactam a produtividade em ambientes de home office

Fonte: elaborada pelos autores (2021).

de outras tarefas relacionadas à casa, em função de um maior tempo na residência, como desvantagens.

Quando se compara o modo virtual ao modo presencial de trabalho, por aspectos positivos e negativos (Figura 1), destacam-se a falta de infraestrutura adequada (para 62%) e a inexistência de interação pessoal entre os profissionais (para 55,7%), sendo também relevantes as distrações, como proximidade de geladeira, televisão (44,3%), mobiliário inadequado (34,2%) e impacto no desempenho profissional devido à mudança da carga de trabalho imposta pela nova realidade (35%). Apenas 24,1% não perceberam esses efeitos. Para 30,7% dos participantes, a necessidade de maior tempo em frente do computador ou de trabalhar acima de oito diárias em modo virtual (43%) não foi relacionada ao aumento da carga de trabalho. O fato de o ambiente de *home office* não oferecer plenas condições para a realização do trabalho exigido, dentro de oito horas previstas, traz como consequências estresse emocional e declínio da saúde física e mental, aspectos corroborados pelos resultados obtidos na pesquisa da Fundação Getúlio Vargas (Ogata et al., 2020).

O conjunto de fatores percebidos, tais como flexibilização de horário, percepção de melhoria de qualidade de vida, isolamento profissional, ambiente inadequado e, principalmente, preocupação com a execução das tarefas dentro dos prazos e alcance das metas estipuladas, gerou conflitos internos, podendo vir a ser a causa de problemas emocionais, como ansiedade e estresse (Marinho et al., 2021).

A comparação mental constantemente realizada, mesmo que de modo inconsciente, entre o ambiente virtual e o presencial, reflete-se na percepção de que o ambiente de trabalho impacta positivamente para cerca de 80% dos participantes. Entretanto, as consequências trazidas pela mudança de ambiente e pela tensão gerada pela busca do crescimento da produtividade estão relacionadas e ficam evidentes na percepção do aumento da fadiga (40,5%), no crescimento do cansaço mental (39,2%) e na exigência de maior concentração (53,2%).

A Tabela 2 apresenta a percepção da variação da produtividade com relação à fadiga, à concentração necessária e ao cansaço mental, sentidos pelos usuários. Além disso, identifica que a produtividade em *home office* baixou devido ao aumento da fadiga (43%) e do cansaço mental (39,2%) e que um aumento de concentração é necessário para 53,2% deles para que se consiga o aumento da produtividade, o que mostra como esses fatores afetam a saúde do trabalhador.

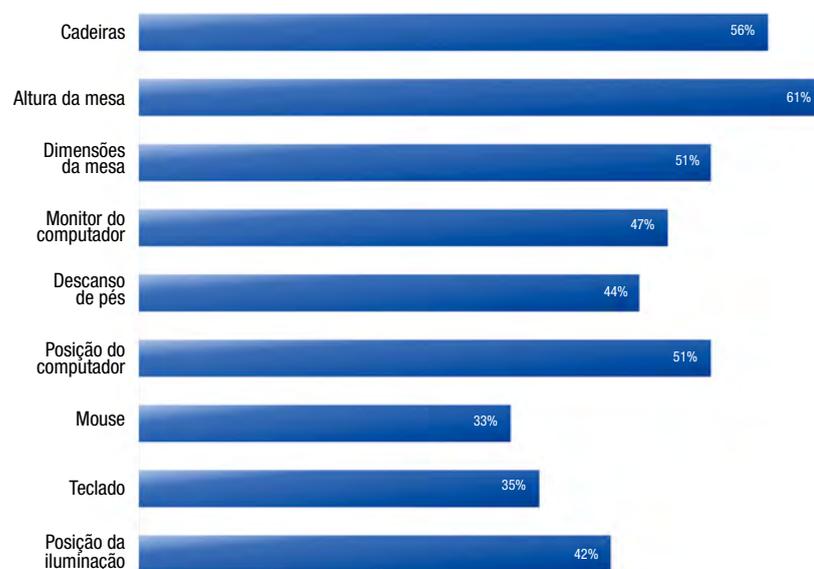
O aumento da produtividade trouxe menos fadiga (22,8%) e menos cansaço mental (19%), quando comparada com a sua diminuição, mas exigiu mais que o dobro de concentração dos trabalhadores (34,2%). Em ambos os casos, o ambiente de *home office* utilizado impactou a saúde de quem os utiliza e influenciou os resultados obtidos.

Os aspectos relacionados à ergonomia física, representados pela adequação ou inadequação dos artefatos existentes nos ambientes de *home office*, contribuem significativamente para o aumento ou redução da produtividade. Foram apontados os elementos que se destacaram negativamente por gerarem maior desconforto ou provocarem a diminuição da produtividade.

Os elementos desfavoráveis destacados foram altura da mesa, para 61% dos respondentes; cadeiras, para 56%;

Produtividade		Baixou	Manteve	Aumentou
Fadiga	Diminuiu	1.3%	2.5%	7.6%
	Inalterada	5.1%	6.3%	10.1%
	Aumentou	36.7%	7.6%	22.8%
Total		43.0%	16.5%	40.5%
Cansaço mental	Diminuiu	0.0%	2.5%	8.9%
	Inalterado	5.1%	5.1%	11.4%
	Aumentou	34.2%	13.9%	19.0%
Total		39.2%	21.5%	39.2%
Concentração exigida	Diminuiu	2.5%	2.5%	6.3%
	Inalterada	3.8%	5.1%	12.7%
	Aumentou	16.5%	16.5%	34.2%
Total		22.8%	24.1%	53.2%

▲ Tabela 2. Relação entre percepção de produtividade obtida x fadiga, cansaço mental e nível de concentração
Fonte: elaborada pelos autores (2021).



▲ Figura 2. Indicação percentual da inadequação dos artefatos em *home office*
Fonte: elaborada pelos autores (2021).

dimensões da mesa, 51%; tamanho do monitor, 47%, entre outros menos impactantes (Figura 2).

Quanto à ergonomia organizacional, a análise das respostas mostrou que 24,1% dos entrevistados atribuem um grau de “excelente” à organização que seu ambiente proporciona; 35,4%, “muito bom”; 25,3%, “bom” e os demais, 15,3%, na somatória, consideram “insatisfeitos”. Do total dos participantes da pesquisa, 20% não responderam a essa pergunta (Figura 3).

O ambiente em *home office* é considerado, no mínimo, “bom” para 84,8% dos respondentes. No entanto, ao se comparar a percepção da produtividade alcançada com o trabalho presencial, esse valor cai para 67,1%.

Os fatores que exercem forte influência para o alcance de metas estipuladas, segundo a percepção dos usuários quando não se encontram em um ambiente adequado, tirando o foco do trabalho, são interrupções inesperadas, uma vez que muitas vezes se encontram outras pessoas que dividem o mesmo ambiente; nível de ruído (som de televisão, conversas, movimentos no ambiente); localização do banheiro; número de tomadas (pontos de energia) e qualidade de iluminação.

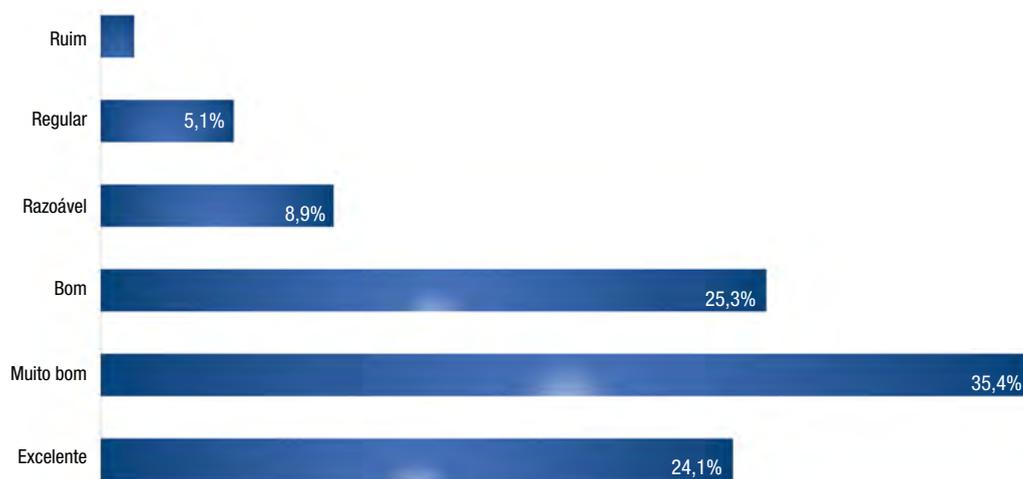


Figura 3. Grau de satisfação com relação ao ambiente de home office
 Fonte: elaborada pelos autores (2021).

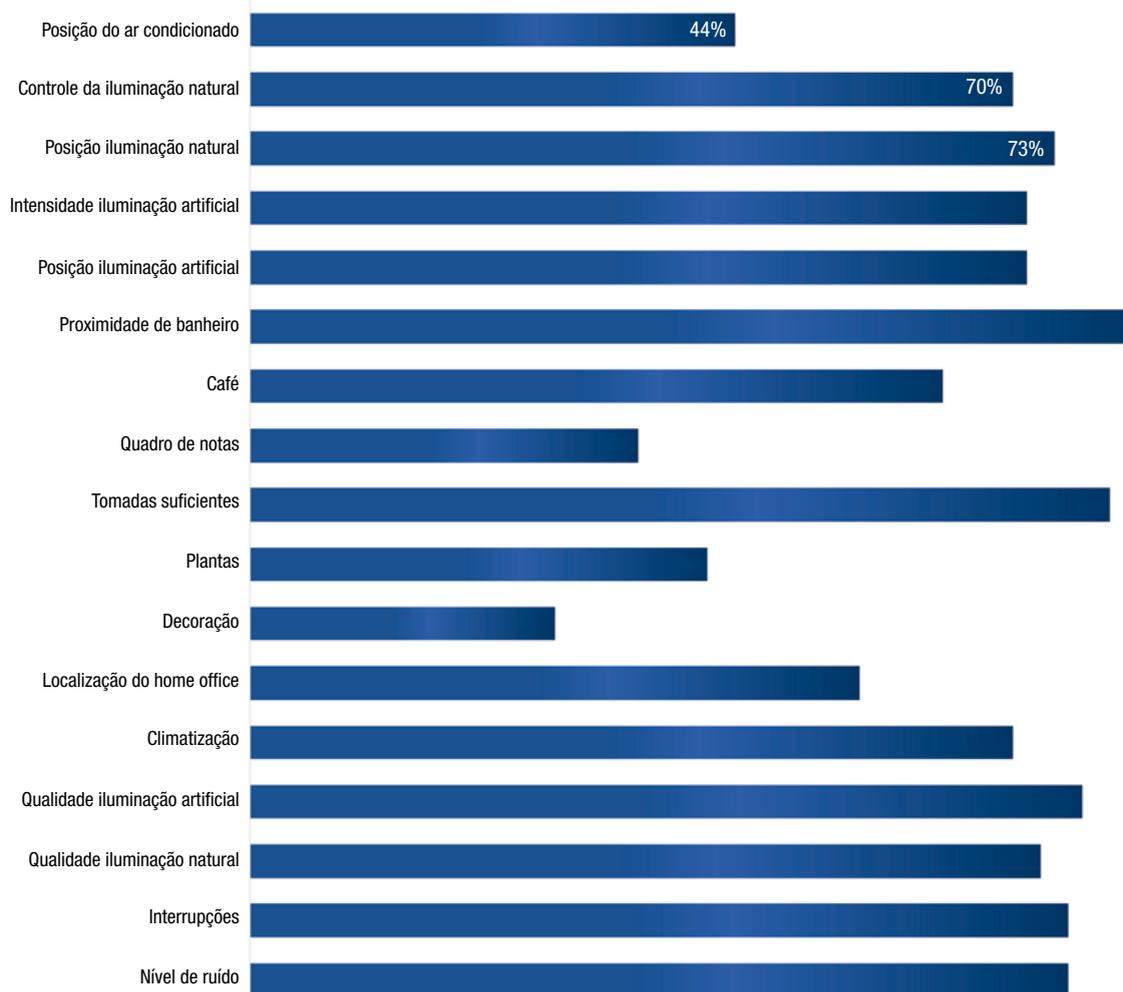


Figura 4. Percepção do grau de Interferência de elementos na produtividade
 Fonte: elaborada pelos autores (2021). Elinve, nonerum Romne.

Outros aspectos, tais como localização do home office dentro da casa, quadro de notas, posicionamento do ar-condicionado, plantas, não interferem de forma significativa. A Figura 4 apresenta a percepção dos fatores que interferem negativamente na produtividade.

Os respondentes consideram que um banheiro próximo contribui para um melhor desempenho mais do que a localização do home office dentro do espaço; interrupções e ruídos, ocasionados pela proximidade do espaço de convivência com outras pessoas da residência, ficaram em segundo plano.

A indicação do desconhecimento e da falta de percepção dos usuários sobre os atributos positivos da ergonomia organizacional, da neuroarquitetura e do design biofílico, que contribuem significativamente para o equilíbrio

emocional dos usuários em todos seus aspectos, ficou evidenciada pelos percentuais dos itens: plantas no local, decoração e quadro de notas, que foram apontados como elementos de pouca influência no resultado do trabalho.

Essas características, não identificadas pelos usuários como relevantes, indicam que há uma distorção na percepção que os usuários possuem sobre atributos que colaboram para um melhor desempenho em seu habitat de trabalho, desconhecendo os enfoques organizacionais e do design biofílico, que proporcionam bem-estar, redução de estresse, melhoria da produtividade e criatividade (Kellert & Calabrese, 2015).

Essa constatação demonstra a necessidade da adequação de seus espaços considerando os aspectos abordados por estas áreas, que poderão transformar e favorecer o

ambiente de home office, propiciando que o trabalho seja realizado em ambiente saudável e adequado, favorecendo o bem-estar, a saúde, e o melhor desempenho de cada indivíduo.

Discussões

Os resultados demonstraram que 64% dos entrevistados não trabalhavam em home office antes da pandemia. Portanto, tiveram que adaptar seus espaços domiciliares para exercer a profissão a distância.

Com relação à carga horária em home office, 75% trabalham mais de cinco horas por dia, passando, portanto, uma boa parte de suas horas nesse local.

O ambiente impactou de forma física, mental ou emocional o desempenho do trabalho de 72,2% dos usuários em home office, mostrando que há predominância na percepção da necessidade de um ambiente adequado para que o trabalho possa ser bem realizado, sem consequências nocivas à saúde.

A análise dos dados relativos à organização do ambiente demonstra que há dois grupos opostos, definidos da seguinte forma:

1. composto de 59,5% usuários — que percebem o ambiente utilizado como apropriado para home office;
2. composto de 20,5% usuários respondentes — que percebem o ambiente utilizado como não adequado ao trabalho.

Não serão considerados outros 20% que não souberam opinar a respeito.

Entre os que afirmaram ser possível e adequado o trabalho em home office, a percepção do ambiente apropriado envolve o mobiliário confortável, a internet de boa qualidade e o ambiente ventilado/climatizado. Apesar de terem uma noção da necessidade de um espaço apropriado, os usuários não sabem exatamente como planejar esse espaço para que melhor realizem o trabalho, necessitando de diretrizes para a construção ou adequação do ambiente.

Os números, quando confrontados com a variação da produtividade e as consequências a saúde trazidas por seu uso (Tabela 2), mostram que o usuário não percebeu a importância dos aspectos relacionados com ergonomia organizacional, neuroarquitetura e design biofílico, que poderiam potencializar a eficiência e a produtividade alcançada, pelo bem-estar proporcionado. Assim, ficou claro que os respondentes focaram apenas nas necessidades técnicas relacionadas ao trabalho.

O ambiente de trabalho, de acordo com as perspectivas relacionadas com ergonomia, design, neurociência e arquitetura, deve ser pertinente aos aspectos de estrutura organizacional e funcional (Neufert, 2013; Panero & Zelnik, 2016). Dentre os principais fatores a serem considerados estão relacionados ambiente, salas individuais, posição de trabalho com relação ao ambiente, recuos mínimos para movimentação e circulação, mobiliário e equipamentos apropriados com base na ergonomia e no conforto ambiental.

Além dos conceitos tangíveis, a arquitetura associada à neurociência (neuroarquitetura) trata, ainda, de fatores imateriais, como a forma de se conseguir o máximo de

desempenho e produtividade associados ao bem-estar do usuário, fatores emocionais, atenção visual, ambientes acolhedores. Logo, as necessidades físicas e biológicas do usuário devem ser atendidas mediante uma correlação entre o material e o imaterial.

As condições intangíveis são desconsideradas pelos respondentes da pesquisa, pois a utilização de plantas no ambiente, o uso de quadros e a decoração, entre outros fatores, são percebidas como insignificantes para o trabalho a ser realizado e para o aumento da sua produtividade. Em contraponto, Eberhard (2009b) e Pallasmaa (2009) defendem que a arquitetura é multisensorial e o contato dos olhos com o ambiente pode se tornar palpável a ponto de tocá-lo. A arquitetura envolve diversas experiências sensoriais que interagem entre si; assim, o senso de realidade se torna uma articulação constante de interação entre os sentidos do homem e o ambiente construído. Portanto, a percepção visual é uma correlação direta dos olhos com o ambiente; dessa forma, o ver/observar leva à apreciação e descoberta do olhar.

Os olhos conseguem, ainda, estimar dimensões, como largura, altura e profundidade dos ambientes (Liu et al., 2021). Assim, um ambiente fechado pode transmitir tanto segurança quanto opressão ao seu usuário. Essa relação deve ser estimada de acordo com as dimensões de verdadeira grandeza do espaço, as cores e as posições das paredes às quais foram submetidas e ainda da existência de aberturas por meio de janelas amplas, onde o homem possa ampliar a relação e a interação com o exterior e de preferência com a natureza.

O ser humano está em constante interação com o ambiente construído, e estudos (Grinde & Patil, 2009; Kellert, 2012; Kellert & Calabrese, 2015) apontam que a interação com a natureza altera o comportamento humano e a predileção pelo que é natural, seja por meio de objetos com design biofílico, seja da inserção de plantas e até mesmo do uso de quadros que remetem ao ambiente natural. Além desse fato, as cores, do mesmo modo, influenciam indiretamente sobre os homens, através dos efeitos fisiológicos, transmitindo sensações de amplitude ou privação (liberdade ou opressão). Essas sensações ocorrem através dos impulsos emitidos pelas cores, que apresentam características individuais de acordo com suas tonalidades.

Os efeitos das cores estão diretamente ligados à luminosidade do ambiente, sendo a luz natural a fonte que proporciona melhor ajuste e resposta visual humana (Silva & Bormio, 2016). Cores frias e claras causam sentimento de relaxamento e luminosidade. Cores frias e escuras provocam estímulos ameaçadores, sensação de frio e tristeza; quentes e claras estimulam a mente; quentes e escuras transmitem cercamento e segurança. De forma geral, as cores em ambientes de trabalho como o home office podem tanto incentivar a produtividade quanto prejudicá-la.

A iluminação do ambiente é um fator determinante para o desenvolvimento do trabalho e conseqüentemente para o aumento da produtividade. Na pesquisa, cerca de 74% dos participantes, considerando a média entre iluminação artificial e natural, enxergam-na como um dos motivos que afetam a produtividade. O preocupante é que o restante, 26%, nem ao menos fez menção a elas. O desempenho da iluminação no ambiente construído é influenciado pelo tamanho do ambiente, pela área das aberturas (janelas), pela orientação da edificação, pelo tipo do vidro, pelo

sombreamento e pelas obstruções externas (Bragança & Marcos, 2014).

As janelas promovem três funções primordiais: entrada de iluminação natural, ventilação do ambiente e interação visual com o exterior. A luz natural deve ser utilizada como estratégia para captar luminosidade durante o dia e assim promover eficiência energética da edificação. Um projeto adequado de iluminação precisa fornecer luminosidade necessária durante 80% a 90% das horas de luz diárias. A luz natural deve ser predominante durante o dia, enquanto as fontes de luz artificiais, à noite.

A iluminação do espaço de trabalho deve ser projetada de acordo com as necessidades do usuário, alternando de forma eficiente entre luz natural e artificial. Além disso, é

possível automatizar a iluminação para que uma mesma luminária proporcione luz com cor e temperatura mais próxima da luz natural.

O tamanho e posicionamento das janelas devem seguir proporções de altura e largura de acordo com exigências arquitetônicas e relação com a dimensão e uso do ambiente. Para o home office, o cálculo de superfície da janela é determinado pela largura total da janela (exterior), que deve ter no mínimo 1/10 do perímetro do ambiente.

Deve haver, ainda, uma ligação visual com o exterior à altura dos olhos de uma pessoa sentada em seu local de trabalho. Dessa forma, o peitoril da janela tem de estar entre 0,60m e -1,20m, de modo a atender também a norma NBR-9050/2020, que estabelece as diretrizes de

Diretrizes gerais	Fatores envolvidos com a arquitetura saudável	Referência
Conforto acústico do ambiente	Distâncias entre o ambiente e a rua para minimizar os ruídos externos: residencial (26-35m); estradas e avenidas (100-300m [Exemplo: Figura 5 - X]).	Neuroarquitetura Ergonomia cognitiva Experiência do usuário (UX)
Isolamento acústico	Uso de janelas antirruído, cortinas e materiais apropriados (Exemplo: Figura 5 - X).	Neuroarquitetura Ergonomia cognitiva Experiência do usuário (UX)
Controle de interrupções e distrações	Ambiente longe de espaços de convivência, minimizando interrupções e ruídos.	Neuroarquitetura Ergonomia cognitiva Experiência do usuário (UX)
Controle térmico do ambiente	Promoção de circulação de ar natural; controle de incidência solar (Exemplo: Figura 5 - P, Y). Se necessário, uso de condicionadores de ar para obter a climatização adequada.	Neuroarquitetura Ergonomia cognitiva Experiência do usuário (UX)
Iluminação natural	Janela voltadas para o Leste (América do Sul), onde há incidência solar da manhã (Exemplo: Figura 5 - P, Y).	Neuroarquitetura Ergonomia cognitiva Experiência do usuário (UX)
Controle da iluminação natural	Uso de cortinas ou brises (Exemplo: Figura 5 - Y).	Neuroarquitetura Ergonomia cognitiva Experiência do usuário (UX)
Elementos naturais que aludem à natureza	Plantas, pedras, elementos naturais (Exemplo: Figura 5 - W).	Neuroarquitetura Design biofílico
Cores	Aplicação de cores no ambiente de trabalho (Exemplo: Figura 5 - O).	Neuroarquitetura Design biofílico
Aumentar a relação interior-exterior Paisagem adequada	Voltar as janelas para ambientes externos agradáveis ao observador (Exemplo: Figura 5 - P).	Neuroarquitetura Design biofílico
Quadros e decoração	Elementos que trazem memórias afetivas (Exemplo: Figura 5 - Z).	Neuroarquitetura Ergonomia cognitiva
Pontos de energia em quantidade adequada (tomadas)	Quantidade suficiente para a conexão dos equipamentos.	Experiência do usuário (UX)
Banheiros integrados	Atendimento rápido às necessidades físicas.	Experiência do usuário (UX)
Internet de alta velocidade	Integração entre dispositivos/equipamentos e conexão com o mundo externo.	Experiência do usuário (UX)
Mobiliário ergonômico	NR 17 - Ergonomia Portaria MTb 3.214, de 8 de junho de 1978 NBR 13966/1997 Móveis para escritório - mesas - classificação, características físicas e dimensionais NBR 9050/2020 Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos	Ergonomia física

▲ Tabela 3. Diretrizes gerais para projetos e adaptações de ambientes de *home office*

Fonte: elaborada pelos autores (2021).

acessibilidade para pessoas com deficiências físicas (Associação Brasileira de Normas Técnicas [ABNT], 2020).

As aberturas externas, por meio de janelas, são responsáveis, ainda, pelo conforto térmico e acústico na edificação. Seu posicionamento, com relação à incidência solar e ruas movimentadas, é fundamental na caracterização do isolamento termoacústico. Ademais, deve haver troca de ar entre os ambientes internos e externos. Janelas duplas apresentam condições isolantes mesmo com vidros.

A partir da análise dos dados da pesquisa, constatou-se que o ambiente de home office possui forte influência na produtividade alcançada pelos seus usuários, podendo ser o motivo das variações no desempenho e das alterações na saúde mental de quem trabalha nesse ambiente.

Assim, uma série de diretrizes está proposta, de modo a orientar a construção ou adaptações desse ambiente. Para tanto, com relação ao aspecto espacial, o home office é tratado como sendo de uso individual, com diretrizes projetuais mínimas para uma sala de escritório para uma pessoa. Logo, a área mínima segue a função e exigência do trabalhador associada aos equipamentos necessários.

A maioria das profissões-funções que permitem trabalho a distância exige o uso de equipamentos mínimos, como mesa, cadeira, computador, internet, armário e ambiente

isolado dos demais para que haja foco e concentração no trabalho. Nesse contexto, as dimensões mínimas sugeridas por Neufert (2013) são 3,40 m x 2,90 m, totalizando 9,86 m² de área.

A partir da análise apresentada, foram elaboradas as diretrizes gerais efetivas para projetos/adequações espaço de home office, sendo apresentadas nas Tabelas 3 e 4, e posteriormente na Figura 5, em que a localização dos valores apresentados pode ser visualizada a partir da indicação presente na coluna “orientação”. Essas diretrizes possibilitarão que esses espaços sejam dimensionados e possuam os elementos necessários para o desenvolvimento de um trabalho de qualidade e produtivo.

As diretrizes não estão colocadas em ordem de precedência e têm como proposta tornar o espaço em um ambiente saudável, em que estão priorizadas a saúde e a produtividade de quem o utiliza. Na Tabela 4, encontram-se as diretrizes construtivas do espaço.

A Tabela 3 apresenta os requisitos gerais para a elaboração de projetos e adaptações de ambiente de home office, baseados na neuroarquitetura, design biofílico, nos aspectos ergonômicos e nas necessidades de seus usuários, segundo os resultados obtidos na pesquisa realizada. A Tabela 4 apresenta as diretrizes construtivas do espaço.

Diretrizes construtivas	Fatores envolvidos com a arquitetura saudável	Orientação (Figura 5)
Largura total de todas as janelas: mínimo 1/10 do perímetro das paredes do ambiente.	Aumento de ventilação, iluminação natural. Ângulo de alcance visual 58°, NBR-9050	A, Q
Recuo mínimo entre a mesa e a parede ou outra mesa = 0,60 m.	Distância de recuo (circulação)	B
Estação de trabalho mesa $\geq 1,60 \times 0,80 = 1,28$	Área de movimentação das mãos.	C, I
Espaço mínimo entre a mesa e os armários: entre 0,60 e 0,80 m.	Abertura das portas e movimentação corporal: entre 0,60 e 0,80 m.	D
Dimensão mínima para o armário de arquivo: 1,60 x 0,80 x 0,40 m (AXLXP); altura máxima de 1,95 m.	Armazenamento de documentos.	E, F, V e U
Área mínima para posicionamento da cadeira: 1,5 m ²	Movimentação da cadeira.	G
Dimensões para o gaveteiro de arquivo: 0,675 x 0,355 x 0,40 m-	O uso do gaveteiro não pode interferir na área de movimentação das pernas (S).	H, T
Posicionamento de prateleiras: mínimo 1,60 m e máximo 1,95 m-	Altura de instalação.	J
Altura de mesa fixa: mínimo 0,68 m e máximo 0,80 m Projeto: 0,72 m (homens e mulheres).	Altura da mesa.	K
Ângulo de 58° total de visão do observador.	Abrangência do campo visual.	L
Altura de cadeira variável: mínimo 0,42 m e máximo 0,50 m Projeto: 0,47 m (homens e mulheres).	Altura da cadeira.	M
Iluminação artificial dedicada à área de trabalho: temperatura de cor de natural a fria (4.000 K e 6.000K).	Iluminação direta para área de trabalho.	N
Janelas: altura do peitoril de (0,60 -1,20 m).	Peitoril baixo que permite a pessoa ver o exterior mesmo sentada ou sendo cadeirante, NBR-9050.	R
Mesa: largura mínima de 0,70 m.	Movimentação das pernas.	S

▲ Tabela 4. Diretrizes construtivas para projetos e adaptações de ambientes de home office

Fonte: elaborada pelos autores (2021).



Figura 5. Diretrizes para projeto e adaptações do ambiente para home office, com base em ergonomia, design, arquitetura e neurociência
Fonte: elaborada pelos autores (2021).

As dimensões apresentadas na Figura 5 são sintetizadas a partir das referências citadas ao longo do texto e remetem às condições mínimas que devem possuir os ambientes voltados ao trabalho remoto para que se consiga desenvolver as atividades exigidas, com a qualidade desejada, alcançando assim as metas e os objetivos pretendidos. Desse modo, as diretrizes projetuais (gerais e construtivas) devem ser utilizadas para a elaboração de novos projetos arquitetônicos de espaços de home office.

Esses resultados permitem pensar e projetar ou adaptar o espaço sobre a influência das experiências humanas objetivas e subjetivas. Caso o espaço necessite ser projetado ou adequado para pessoas com necessidades físicas especiais, deve-se considerar a norma brasileira NBR-9050/2020 para acessibilidade.

Conclusão

Os resultados da pesquisa demonstraram que o ambiente de home office influencia o desempenho de seus usuários e que projetos ou adaptações voltados a eles são necessários para que se tenha um ambiente saudável e propício para o desenvolvimento de atividades com segurança e qualidade.

Deve se levar em conta que, em situação de pandemia, os trabalhadores precisaram adaptar-se ao espaço existente na sua moradia para realizarem o home office, compartilhando o ambiente com os demais membros da casa. A tensão sofrida com a nova realidade e com as exigências dela derivadas criou um cenário para o trabalhador. Adaptações foram realizadas para a instalação de suas estações de trabalho, em local provavelmente inadequado para a dimensão do mobiliário disponível na residência e iluminação deficiente. Além disso, o improvisado imperou em artefatos, como almofadas para o apoio lombar, o que trouxe consequências para a

saúde de quem utiliza. O número de pontos de tomada para equipamentos eletrônicos se mostrou insuficiente, assim como a climatização do local se revelou inadequada. A rede elétrica, concebida para um ambiente residencial, tornou-se insegura, exigindo substituição ou mesmo o cálculo de novos circuitos para atender a nova demanda. Esse paradigma desafia arquitetos, designers e engenheiros ao se defrontarem com projetos e adaptações desses espaços, considerando como essenciais o bem-estar, a saúde e o melhor desempenho dos usuários.

Este trabalho propõe diretrizes que fornecem um caminho para que esses obstáculos sejam superados. A compreensão das relações entre neurociência, arquitetura, ergonomia, design e espaço de trabalho (escritório e home office) implica viabilizar o ambiente para um melhor desempenho do usuário e eficácia da produtividade, levando em consideração os padrões normativos estabelecidos pela ABNT. As abordagens sobre o tema ainda são poucas e recentes, mas propiciarão uma grande transformação, tanto para o projeto arquitetônico e ergonômico quanto para a pesquisa.

No entanto, os elementos que os formam ainda são desconhecidos pelos indivíduos e afetam diretamente o usuário. Devem ser levados em conta no projeto para minimizar impactos e aumentar a produtividade, pois trazem evidências de comportamentos responsivos. Apesar das proeminências, nem sempre esses elementos e áreas de conhecimento são percebidos e considerados pelo senso comum.

Novos projetos, com características específicas para o trabalho remoto ou híbrido, individual ou compartilhado, necessitarão ser elaborados nos ambientes idealizados para a convivência familiar. Considerando o paradigma sem perspectivas de retrocesso dessa nova realidade, é essencial manter os benefícios alcançados e aprimorá-los, ao passo que os malefícios devem ser eminentemente solucionados.

Agradecimentos e Contribuições

A investigação está registrada como parte do projeto de pesquisa intitulado “Inovação e suas vertentes”, junto ao Programa de Pós-Graduação em Design, da Faculdade de Arquitetura, Artes, Comunicação e Design, da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (Faac-Unesp).

Os autores expressam sua gratidão a todos que, de forma direta ou indireta, contribuíram para a realização deste trabalho, com destaque especial à colaboração decisiva de cada autor deste artigo. Eles trabalharam de forma harmoniosa e integrada em todas as fases da elaboração, o que foi fundamental para o sucesso deste estudo.

Dentre as principais contribuições de cada autor, destacam-se o desempenho de um papel significativo da sra. Flávia Heloisa Vizioli Libório na elaboração dos questionários relacionados à percepção dos usuários com relação ao ambiente de trabalho durante a pandemia da covid-19; além disso, ela participou ativamente da coleta de dados de campo e da redação do artigo.

Também as proposições decisivas com relação aos aspectos arquitetônicos dos ambientes de trabalho e às alterações possíveis, com base na neuro-arquitetura e no design biofílico, com o objetivo de obter maior produtividade, trazidas pela dra. Ludmila Araújo Bortoleto.

A dra. Ekaterina Emmanuil Inglesis Barcellos contribuiu expressivamente para as discussões e a elaboração do texto do artigo, trazendo toda a sua experiência na área de inovação, ergonomia física e cognitiva, e experiência do usuário (UX).

Por fim, o dr. Galdenoro Botura Jr. supervisionou a elaboração dos questionários e a coleta de dados, além de ter realizado as análises e discussões dos resultados no que se refere à percepção da produtividade alcançada pelos usuários no trabalho de *home office*. Ele coordenou, ainda, a equipe que trabalhou na produção do artigo.

Referências

- Alexandre, N. M. C. & Coluci, M. Z. O. (2011). Validade de conteúdo nos processos de construção e adaptação de instrumentos de medidas. *Ciência & Saúde Coletiva*, 16, 3061-3068. <https://doi.org/10.1590/S1413-81232011000800006>
- Associação Brasileira de Normas Técnicas. (2020). *Acessibilidade a edificações, mobiliário, espaços e equipamentos urbanos*. ABNT/NBR 9050:2020. <https://www.canoas.rs.gov.br/wp-content/uploads/2020/07/norma-abnt-NBR-9050-2015-e-menda-1-2020.pdf>
- Azzazy, S., Ghaffarianhoseini, A., GhaffarianHoseini, A., Naismith, N. & Doborjeh, Z. (2021). A critical review on the impact of built environment on users' measured brain activity. *Architectural Science Review*, 64(4), 319-335. <https://doi.org/10.1080/00038628.2020.1749980>
- Barros, A. (2020, 31 jul.). Trabalho remoto cai pela primeira vez com flexibilização do distanciamento social. *Agência IBGE Notícias*. <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/28417-trabalho-remoto-cai-pela-primeira-vez-com-flexibilizacao-do-distanciamento-social>
- Bower, I., Tucker, R. & Enticott, P. G. (2019). Impact of built environment design on emotion measured via neurophysiological correlates and subjective indicators: A systematic review. *Journal of Environmental Psychology*, 66, 101344. <https://doi.org/10.1016/j.jenvp>
- Bragança, P. A. C. D. F. & Marcos, C. (2014). *Conforto ambiental — Iluminação, cores, ergonomia, paisagismo e critérios para projetos*. Editora Saraiva.
- Brant, R. & Mourão, H. C. (2020). Desafios do teletrabalho na pandemia covid-19: quando o home vira office. *Caderno de Administração*, 28, Edição E, 71-75. <https://doi.org/10.4025/cadadm.v28i0.53637>
- Choi, Y., Kim, M. & Chun, C. (2015). Measurement of occupants' stress based on electroencephalograms (EEG) in twelve combined environments. *Building and Environment*, 88, 65-72. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2014.10.003>
- Costa, L. V. (2013). Construction and validation of a scale of perception of success in career. *Careers and People Magazine (ReCaPe)*, 3(1). <https://doi.org/10.20503/recape.v3i1.15435>
- Eberhard, J. P. (2009a). *Brain landscape: The coexistence of neuroscience and architecture*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/acprof:oso/9780195331721.001.0001>
- Eberhard, J. P. (2009b). Applying neuroscience to architecture. *Neuron*, 62(6), 753-756. <https://doi.org/10.1016/j.neuron.2009.06.001>
- Epstein, R. & Kanwisher, N. (1998). A cortical representation of the local visual environment. *Nature*, 392(6676), 598-601. <https://doi.org/10.1038/33402>
- Epstein, R., Harris, A., Stanley, D. & Kanwisher, N. (1999). Neuron. The parahippocampal place area: Recognition, navigation, or encoding? *Neuron*, 23(1), 115-125. [https://doi.org/10.1016/S0896-6273\(00\)80758-8](https://doi.org/10.1016/S0896-6273(00)80758-8)
- Gage, F. H. (2003, 8-10 maio). Neuroscience and architecture. Em AIA Convention. San Diego, Califórnia: AIA. <https://doi.org/10.1523/JNEUROSCI.22-03-00612.2002>
- Gondim, S. & Borges, L. O. (2020). Significados e sentidos do trabalho do home-office: desafios para a regulação emocional. *SBPOT, Temática*, 5. http://emotrab.ufba.br/wp-content/uploads/2020/05/SBPOT_TEMATICA_5_Gondim_Borges.pdf
- Grinde, B. & Patil, G. G. (2009). Biophilia: Does visual contact with nature impact on health and well-being? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 6(9), 2332-2343. <https://doi.org/10.3390/ijerph6092332>
- Guérin, F., Kerguelen, A., Laville, A., Daniellou, F. & Duraffourg, J. (2001). *Compreender o trabalho para transformá-lo: a prática da ergonomia*. Edgar Blucher.

- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2010). *Censo Demográfico. Trabalho e Rendimento*. <https://censo2010.ibge.gov.br/apps/mapa/>
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2021). *Desocupação, renda, afastamentos, trabalho remoto e outros efeitos da pandemia no trabalho*. <http://covid19.ibge.gov.br/pnad-covid/trabalho.php>
- Karakas, T. & Yildiz, D. (2020). Exploring the influence of the built environment on human experience through a neuroscience approach: A systematic review. *Frontiers of Architectural Research*, 9(1), 236-247. <https://doi.org/10.1016/j.foar.2019.10.005>
- Kellert, S. R. (2012). *Building for life: Designing and understanding the human-nature connection*. Island press.
- Kellert, S. R. & Calabrese, E. (2015). *The practice of biophilic design*. Terrapin Bright LLC. https://biophilicdesign.umn.edu/sites/biophilic-net-positive.umn.edu/files/2021-09/2015_Kellert%20_The_Practice_of_Biophilic_Design.pdf
- Liu, J., Chen, Q. & Dang, J. (2021). Examining risk factors related to digital learning and social isolation: Youth visual acuity in COVID-19 pandemic. *Journal of Global Health*, 11. <https://doi.org/10.7189%2Fjogh.11.05020>
- Mager, G. B. & Merino, E. (2012). *A contribuição da ergonomia no design de home offices*. <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/1839>
- Marinho, M., Libório, F. H. V. & Paschoarelli, L. C. (2021). Percepção de usuários de home office — Análises das demandas ergonômicas e recomendações para o design. Em: W. J. Jorge & I. P. de Souza (orgs.), *Ciências humanas, sociais e suas tecnologias: percepções teóricas e aplicações*. [E-book, pp. 8-19]. Uniedusul. <http://dx.doi.org/10.51324/86010718.1>
- Mendes, D. C., Hastenreiter Filho, H. N. & Tellechea, J. (2020). A realidade do trabalho home office na atipicidade pandêmica. *Revista Valore*, 5, 160-191. <https://revistavalore.emnuvens.com.br/valore/article/view/655>
- Neufert, E. (2013). *Arte de projetar em arquitetura*. (B. Franco, trad.; 18ª ed.). Gustavo Gili. https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/7278709/mod_resource/content/1/Neufert%20extrato.pdf
- Ogata, A. J. N., Pinto, A. C., Pereira, V. S., Lourenço, V., Andrade, Y. & Malik, A. M. (2020). *Relatório técnico I — Impacto na saúde e no bem-estar do trabalho em regime de home-office durante a pandemia de SARS-COVID-19*. https://www.academia.edu/9814191/Ingenieria_de_Control_Moderna_Ogata_5ed
- Paschoarelli, L. C. & Silva, J. C. P. (2006). Design ergonômico: uma revisão dos seus aspectos metodológicos. *Conexão-Comunicação e Cultura*, 5(10). <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:183416878>
- Pallasmaa, J. (2009). *Os olhos da pele: a arquitetura e os sentidos*. Artmed Editora.
- Panero, J., & Zelnik, M. (2016). *Human dimension & interior space: A source Book of desing References Standards*. Watson-Guptill. 320 p.
- Rocha, R. (2020). *Home office afeta saúde mental de 4 em cada 10 funcionários*. O Tempo. <https://www.otempo.com.br/economia/home-office-afeta-saude-mental-de-4-em-cada-10-funcionarios-1.2415541>
- Seegerstrom, S. C. & Miller, G. E. (2004). Psychological stress and the human immune system: A meta-analytic study of 30 years of inquiry. *Psychological Bulletin*, 130(4), 601. <https://doi.org/10.1037/0033-2909.130.4.601>
- Silva, V. L. A. & Bormio, M. F. (2016). A importância do uso ergonômico da cor na interface ambiente x usuário. Em 1º Congresso Internacional de Ergonomia Aplicada. *Blucher Engineering Proceedings*, 3(3), 666-673. <https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/a-importancia-do-uso-ergonomico-da-cor-na-interface-ambiente-x-usurio-25094>
- Solís, A. M. E. & Herrera, N. L. R. (2017). El espacio físico y la mente: Reflexión sobre la neuroarquitectura. *Cuadernos de Arquitectura*, 7(7), 41-47. http://cuadernos.uanl.mx/pdf/num7/CUADERNOS_2017_FULL.pdf
- Tham, K. W. & Willem, H. C. (2010). Room air temperature affects occupants' physiology, perceptions and mental alertness. *Building and Environment*, 45(1), 40-44. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2009.04.002>
- The Federation of European Heating, Ventilation and Air conditioning Associations (REHVA) (2006). *Rheva Guide*, 6. https://www.rehva.eu/fileadmin/Promotional_material/Brochures/REHVA_new_brochure_04.03.2015.pdf
- Tripi, S. & Mattei, G. (2020). COVID-19 and Public Administration: Implications of smart working for management and workers' mental health. *DEMB Working Paper Series*, 171. Unimore. <http://155.185.68.2/wpdeemb/0171.pdf>
- Villarouco, V. & Andreto, L. F. M. (2008). Avaliando desempenho de espaços de trabalho sob o enfoque da ergonomia do ambiente construído. *Prod.*, 18(3), 523-539. <https://doi.org/10.1590/S0103-65132008000300009>
- Xiao, Y., Becerik-Gerber, B., Lucas, G. & Roll, S. C. (2021). Impacts of working from home during COVID-19 pandemic on physical and mental well-being of office workstation users. *Journal of Occupational and Environmental Medicine*, 63(3), 181. <https://doi.org/10.1097%2FJOM.0000000000002097>
- Zarrabi, M., Yazdanfar, S. & Hosseini, S. (2021). COVID-19 e as preferências de um lar saudável: o caso de residentes de apartamentos em Teerã. *Journal of Building Engineering*, 35, 10. <https://doi.org/10.1016/j.job.2020.102021>

Metodología para la resignificación de la memoria urbana en territorios de borde. *Krono morphosis* urbana a través de la revisión de fenómenos históricos

Methodology for the re-signification of urban memory in edge territories.
Urban Krono Morphosis through the revision of historical phenomena

Jonathan Sánchez-Alzate

Universidad La Gran Colombia. Bogotá (Colombia)

Programa de Arquitectura

Diseño y Gestión del Hábitat Territorial

Arquitecto, Universidad La Gran Colombia. (Colombia)

 <https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=JdC2EjYAAAAJ>

 <https://orcid.org/0000-0002-6421-2008>

 arq.sanchezalz.jonathan@gmail.com

Fabián Adolfo Aguilera-Martínez

Universidad La Gran Colombia. Bogotá (Colombia)

Programa de Arquitectura

Diseño y Gestión del Hábitat Territorial

Arquitecto, Universidad Católica de Colombia. (Colombia)

Maestro en Proyectos para el Desarrollo Urbano, IBERO. (México)

Doctor en Diseño y Estudios Urbanos, UAM. Azcapotzalco (México)

 <https://scholar.google.es/citations?user=eaHPfKAAAAJ&hl=es>

 <https://orcid.org/0000-0002-9166-224X>

 urbaguileram@gmail.com

Resumen

El casco fundacional de Usme ha sido un territorio permeado de historia, símbolos, arquitectura y urbanismo; además, tiene un legado indígena importante para la ciudad de Bogotá, y que ha estado en la memoria colectiva de algunos de sus habitantes, pero hoy presenta problemas en términos de la pérdida de identidad, a causa de los cambios morfológicos que, poco a poco, degradan este territorio, por su condición de borde urbano-rural. Este proyecto pretende resignificar la memoria por medio de la *krono morphosis urbana*, concepto asociado al imaginario colectivo, a través de la revisión de fenómenos históricos, y en el que la morfología y la tipología, la accesibilidad y la apropiación territorial son constantes en el proceso de transformación. Para ello, se aborda el tema desde el método inductivo, a partir de cuatro etapas fundamentales que permiten analizar y comprender la ruptura que generan las malas decisiones sobre la planificación de un territorio, así como crear posturas y reflexiones multidisciplinarias acerca del problema y sus condiciones.

Palabras clave: espacio urbano; identidad cultural; imaginarios urbanos; memoria colectiva; participación social

Abstract

The foundational center of Usme has been a territory permeated by history, symbols, architecture and urban planning, in addition to having an important indigenous legacy for the city of Bogotá that has been in the collective memory of some of its inhabitants. However, today it presents problems in terms of loss of identity due to morphological changes which are gradually degrading this territory due to its condition as a rural-urban edge. This project aims to re-signify the memory using the urban Krono Morphosis, a concept associated with the collective imaginary, through the revision of historical phenomena. The concepts of morphology and typology refer to the constant accessibility and territorial appropriation in the transformation process. To this end, they are approached from the inductive method based on four fundamental stages that allow us to analyze and understand the rupture generated by bad decisions in the planning of a territory, as well as to create multidisciplinary positions and reflections about the problem and its conditions.

Keywords: collective memory; cultural identity; social participation; urban imaginaries; urban space

Introducción

La memoria urbana, como tema de complejidad, ha tenido una estrecha relación con el entorno y la gesta de cotidianidades. Por tal motivo, resulta pertinente entender la investigación desde aquellos fenómenos que inciden en la transformación del territorio desde aspectos como la morfología, la historia, lo socio-cultural y la estructura espacial.

El casco fundacional de la localidad de Usme, que se muestra en la figura 1 como poblado original, fundado bajo los lineamientos de Indias, para 1650, se denominó San Pedro de Usme. En 1911 el territorio pasó a ser un municipio del departamento de Cundinamarca y una centralidad de borde importante para la ciudad como zona de expansión y crecimiento de Bogotá, y donde se destacaron el suelo rural y las actividades agropecuarias, además de las zonas de explotación minera a cielo abierto y un territorio natural y área protegida, que para las décadas de 1960 y 1970 se caracterizaron como territorios informales y precarios (Aguilera Martínez, 2019). Usme

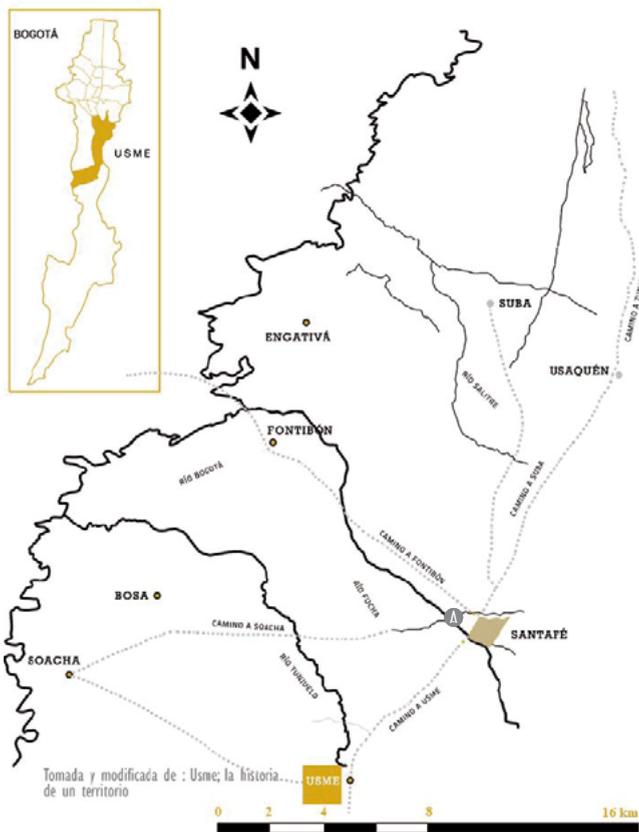


Figura 1. Localización del territorio de Usme, en Bogotá, D. C.

Fuente: elaboración propia (2020). CC BY-NC-ND

se ha convertido en un espacio diverso, rodeado de un paisaje natural, en el área suburbana de la ciudad. Este espacio es cercano al páramo del Sumapaz y lo enmarca una topografía compleja por grandes accidentes geográficos; es también un escenario regional con un importante valor natural y ambiental y un aporte significativo cultural y de significación social, como se expresa en la figura 2. Para 1954, se anexó administrativamente este municipio a la ciudad de Bogotá, por lo cual se conformó el Distrito Especial de Bogotá.

En efecto, dichas huellas parten de la memoria del pasado y del presente, resignificando el espacio, la esquina, la plaza y la calle, entre muchos otros elementos urbanos que transforman la traza urbana como hecho histórico, tal cual se ve en la figura 3.

Por otro lado, se debe reconocer que la migración, consecuencia del conflicto armado y el desplazamiento, impactó en la transformación de los territorios urbano-rurales, donde se accede con facilidad al suelo “barato” e informal. Para 2018, el país tuvo un acumulado de 7.816.500 desplazados, y para 2022 la cifra alcanzó las 8.219.403 víctimas de desplazamiento por eventos ocurridos desde 1985 hasta 2021. Según el informe de Tendencias globales de desplazamiento, realizado por el Alto Comisionado de Naciones Unidas (ACNUR)¹, hecho que refuerza el Registro Único de Víctimas (RUV)², hay 6.832 víctimas registradas. El Boletín del Observatorio Distrital de Víctimas (2022) señala, además, que en Bogotá residen 346.447 víctimas migrantes.

En términos urbanos, la localidad de Usme se hallaba geográficamente aislada. Sin embargo, este sector servía como refugio de migrantes, hecho que se remonta aproximadamente a los años ochenta del siglo XX; la inmensa mayoría de estas personas eran familias campesinas migrantes que llegaron al municipio. Este espacio como territorio “cobija a los más desfavorecidos; el suelo que se encuentra significa la revivificación colectiva y familiar al transformarlo en su hábitat popular” (Aguilera & Sarmiento, 2019, p. 35). Este hecho fue atractivo para los urbaniza-

¹ ACNUR: Alto Comisionado de Naciones Unidas. Principal entidad de las Naciones Unidas, se encarga de la promoción y la protección del conjunto total de derechos humanos y libertades establecidos en la Declaración Universal de Derechos Humanos (ACNUR, 2020).

² RUV: Registro Único de Víctimas. Es una base de datos a cargo de la Unidad Administrativa para la Atención y Reparación Integral a las Víctimas (Unidad de Víctimas, 2019).

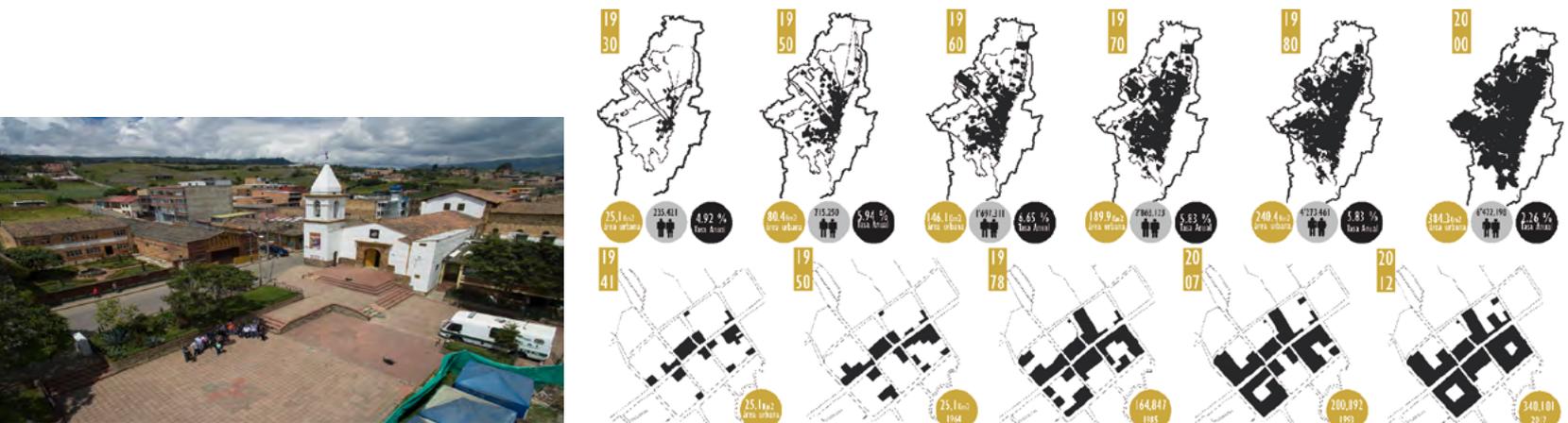


Figura 2. Centro fundacional del pueblo de Usme.

Fuente: archivo personal (2018). CC BY-NC-ND

Figura 3. Transformación del centro fundacional del pueblo de Usme bajo las Leyes de Indias.

Fuente: elaboración propia (2020). CC BY-NC-ND

dores piratas³ que lotearon las grandes haciendas del lugar, para darles paso a nuevos barrios. Sin embargo, la localidad, en su mayoría, es informal, y tal condición la dotaba de una característica importante desde el aspecto perceptual, en términos de sus colores, sus texturas y sus formas.

Ahora bien, estos antecedentes son la pauta de los actuales fenómenos y cambios morfológicos que han afectado el casco fundacional del pueblo de Usme, al transformarlo como espacio de crecimiento de la ciudad. Podemos decir que la transformación urbana más relevante sobre el suelo de Usme es relativamente reciente, y se gestó en dos momentos. El primero se inició desde finales de la década de 1930 hasta la de 1970, cuando se generó el proceso de urbanización industrial y de servicios denominados *usos duros*. El segundo momento fue el salto hacia la urbanización residencial, que desplegó su mayor dinámica hacia la mitad del decenio de 1970, con un mayor porcentaje de precariedad, como se muestra en la figura 4.

Los últimos años se han centrado en dotar de equipamientos cubriendo un porcentaje de la demanda, pero, a su vez, se consume suelo rural y aumenta la “informalidad”; la aparición de nuevos barrios demanda infraestructura de servicios, lo cual genera un modelo de ciudad fragmentada y dispersa (Aguilera Martínez, 2019, p. 83).

El territorio es parte de la ciudad icónica y relevante a través de sus edificios, la ciudad puede alcanzar grados de majestuosidad por su estética, su forma e impacto, asociado esto al imaginario social colectivo desde la manera del habitar, algo muy tradicional de la sociedad campesina de la Bogotá republicana y modernista. Sin embargo, Usme carece de memoria documentada, “no ha sido consignada por los especialistas y se presenta con frecuencia sobre relatos cargados de mitos enraizados en las tradiciones campesinas y en el imaginario de sus descendientes” (Urrea et al., 2011, p. 3).

El resultado de la carencia social, cultural y urbana, la escasez de valores tradicionales, la pérdida significativa del aprovechamiento del espacio urbano y la falta de prácticas urbanas asociadas a la explotación del suelo y la ocupación irregular nos llevan a preguntarnos: *¿De qué manera*

3 Urbanizadores piratas es la denominación para las personas que realizan urbanizaciones parcelando grandes territorios sin ofrecer una oferta de servicios públicos ni dotacionales; por lo general, no tienen en cuenta los estudios ni las normas que se deben aplicar sobre el urbanismo.



▲ Figura 4. Asentamientos precarios de Usme, en el barrio Sierra Morena. Fuente: archivo personal (2019). CC BY-NC-ND

los cambios morfológicos que transformaron el casco fundacional de Usme afectaron la memoria urbana de sus habitantes? *¿Cómo lograr que la memoria sea parte de la identidad de Usme pueblo, y parte del imaginario colectivo?*

Desde lo deductivo y lo subjetivo, se plantean el análisis y el diseño de una metodología que permita explorar el imaginario colectivo, los hechos relevantes de quien habita el territorio. Además, que reconstruya la memoria urbana desde las anécdotas y permita fijar la hipótesis; una caracterización tipológica y morfológica de la significación de eventos a través de una línea de tiempo; reconstruir la memoria de los habitantes, desde el relato, las manifestaciones y la experiencia vivencial de la comunidad que habita el pueblo. También, dejar una evidencia para las nuevas generaciones.

La memoria urbana, como un proceso clave para la resignificación

Cuando hablamos de memoria urbana, debemos buscar el vínculo entre los sujetos y los fenómenos, recordar hechos, ideas, sensaciones, relaciones entre conceptos y aquellas acciones o momentos de impacto que ocurrieron en el pasado y repercuten en el presente espacio físico y temporal. Según Auge (2000), la memoria es importante porque reconoce el espacio urbano como escenario de lugares antropológicos donde se reúnen pasado, presente y futuro; así mismo, plantea que la ciudad tiene, para cada individuo, una identidad que se consigna en tres escenarios: acciones, restricciones y prohibiciones, que se gestan de manera social y espacial sumergidos en la persistencia del tiempo, lo cual significa que se puede hablar de lugares urbanos donde se considera a la ciudad como si tuviera una vida histórica. No obstante, dicha vida histórica puede clasificarse en dimensiones, según las teorías que aborda:

La memoria “conjunto de conocimientos, valores, reglas y patrones de comportamiento, que, adquiridos mediante la interacción entre los miembros del colectivo y su entorno, son compartidos por el grupo con la finalidad de homogeneizar representaciones del pasado y mejorar el resultado de sus decisiones tomando ventajas de las regularidades producidas en el ámbito de su actividad”. (Ramírez, 2005)

Maurice Halbwachs, entre tanto, plantea tres relaciones específicas sobre la memoria y el espacio urbano. La primera es la de quienes tienden a dibujar la forma del suelo, por ejemplo, a partir de apropiación del espacio por



▲ Figura 5. El centro fundacional del pueblo de Usme. Fuente: archivo personal (2018). CC BY-NC-ND

medio de elementos autóctonos, y donde, evidentemente, recrean colectivamente los hechos de sus antepasados. La segunda es el espacio social de encuentro y participación colectiva, mediante la autoconstrucción de elementos urbanos como senderos, mobiliarios, puntos de comida tradicional, que estructuran una morfología material de la ciudad. La tercera es cuando la memoria colectiva está apoyada espacialmente, por ejemplo, en la conformación interna de un barrio, las viviendas están adosadas al suelo y, por tal motivo, los habitantes no ven necesario cambiar de hábitat; “el grupo urbano no tiene la sensación de cambiar mientras el aspecto de las calles y los edificios sigue siendo idéntico y hay pocas formaciones sociales a la vez estables y más seguras de durar” (Halbwachs, 2004, p. 134); es decir, los elementos urbanos que permiten el contacto e invitan a permanecer con dicho contacto o participar de este.

Morfología urbana, aproximación al territorio de borde

La morfología de un territorio expresa físicamente la forma de lo construido, permite visualizar aquellos elementos urbanos; en este caso, la huella histórica tradicional edificada. Esto permite el análisis de determinantes urbanas tales como los usos del suelo, la mancha de edificabilidad y la imagen social, así como su modelo de desarrollo, discurso que Espinosa y Aguilera (2022) describen en el texto *La interdisciplina en el estudio de la forma*.

Autores como Janoschka (2002) reconocen la morfología contemporánea de las ciudades desde un ámbito económico y social, que está fragmentado debido a las transformaciones y los nuevos desarrollos en el ritmo de crecimiento urbano que, en alguna medida, “cambiaron la escala geográfica de la segregación socio-territorial, y al mismo tiempo disminuyeron las diferencias de polarización entre ciudad rica y ciudad pobre”. Esto, sin duda, marca un nuevo patrón en la mancha urbana, que se convierte en el principio de organización espacial de la ciudad, y que, si bien rescata la forma tradicional del centro fundacional, se jerarquiza a partir del centro expandido, rodeado de actividades económicas, religiosas, políticas y culturales. Janoschka lo define como estructuras insulares que se superponen entre ellas sobre dicha ciudad sectorizada, y clasificándose en: *islas de riqueza* (barrio privado que funciona como lugar de residencia con grandes equipamientos); *islas de producción* (zonas industriales que son

desarrolladas en términos privados, y también se refieren a unas zonas industriales existentes que producen ínsulas de grandes ejes tradicionales) e *islas de precariedad* (barrios informales y precarios que están situados en las periferias urbanas que carecen de desarrollos urbanos).

Sin embargo, Borsdorf (2003), desde sus distintas investigaciones, define que la morfología urbana común de la ciudad latinoamericana comprende cuatro periodos de estudio: 1) la *época colonial*, nombrada como ciudad compacta, y la cual tiene que ver con una plaza central que constituye el desarrollo económico y social de la vida urbana hasta 1820; 2) la *fase de rápida urbanización*, que va desde 1820 hasta 1920, y consiste en la influencia de inmigrantes europeos, comerciantes industriales y artesanos con estilos de arquitectura francesa, alemana e inglesa; 3) la *ciudad polarizada*, comprendida entre 1920 y 1970, cuando la economía se dispara junto con el desarrollo social, pero aparecen los barrios marginales en la periferia, y por último, 4) la *ciudad fragmentada*, de 1970 a 2021, cuando se priorizan la aceración de avenidas, el transporte y la conexión con sus zonas conurbadas. La *ciudad fragmentada* corresponde a un patrón de expansión “disperso” que sucede a raíz del fenómeno de crecimiento acelerado de la ciudad latinoamericana.

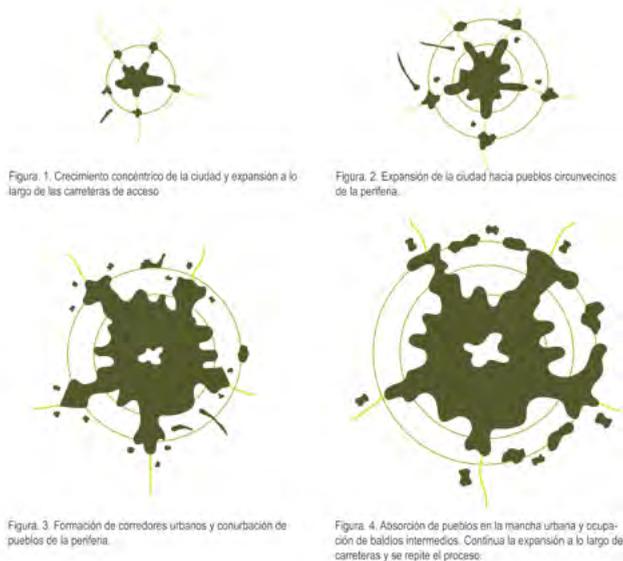
Se reconocen, además, las precarias y suspendidas líneas de ferrocarril (1914-1931), que solo estuvieron en funcionamiento por no más de quince años, como se muestra en la figura 6. Estos corredores “mancha de aceite” han tenido una significación para los habitantes, pues el tejido urbano crece y se extiende a partir de las vías regionales y los rieles del ferrocarril, que conectan el pueblo con la gran ciudad, a través del fenómeno de expansión urbana, así como las interacciones físicas propias de la extracción de materiales mineros a cielo abierto, la ubicación de grandes fábricas de producción de ladrillo de arcilla y las zonas agropecuarias extensivas.

Las reflexiones anteriores permiten formar un discurso imaginado a través del concepto de *krono morfosis urbana*, que, desde la revisión de los fenómenos históricos y desde un campo asociado al tiempo y el espacio, presenta un valor a los hechos y al imaginario, para entender la transformación del territorio.

Significación-resignificación

Hablar de significación hace referencia directamente al ámbito social de identidad, y se presenta como ideas asociadas a imágenes mentales propias de un lugar; además, puede considerarse como “un simple efecto de la combinación de signos” (Chanady, 1999, p. 268). Es así como, para hablar de significación se debe tener en cuenta esta triada de significado referida al *contenido mental* y su representación; el *significante*, que establece la imagen, o forma concreta material del signo, y el *signo*, que es el objeto o fenómeno que representa un hecho o un evento de la historia en este caso.

En términos urbanos, el significado reconoce “las formas urbanas y a la representación del objeto en su arquitectura, visualización notable del usuario, quien vive en el espacio, lo entiende y se hace significativo por el deseo” (Aguilera-Martínez et al., 2017, p. 79), lo cual genera unos significantes que permiten entender la historia y la lógica de su morfología, de sus códigos y de sus símbolos, que visibilizan la apropiación que tienen los habitantes.



④ Figura 6. Interpretación de patrones de expansión en ciudades latinoamericanas.

Fuente: Tomado y modificado de Aguilera Martínez (2019, p. 166). CC BY-NC-ND

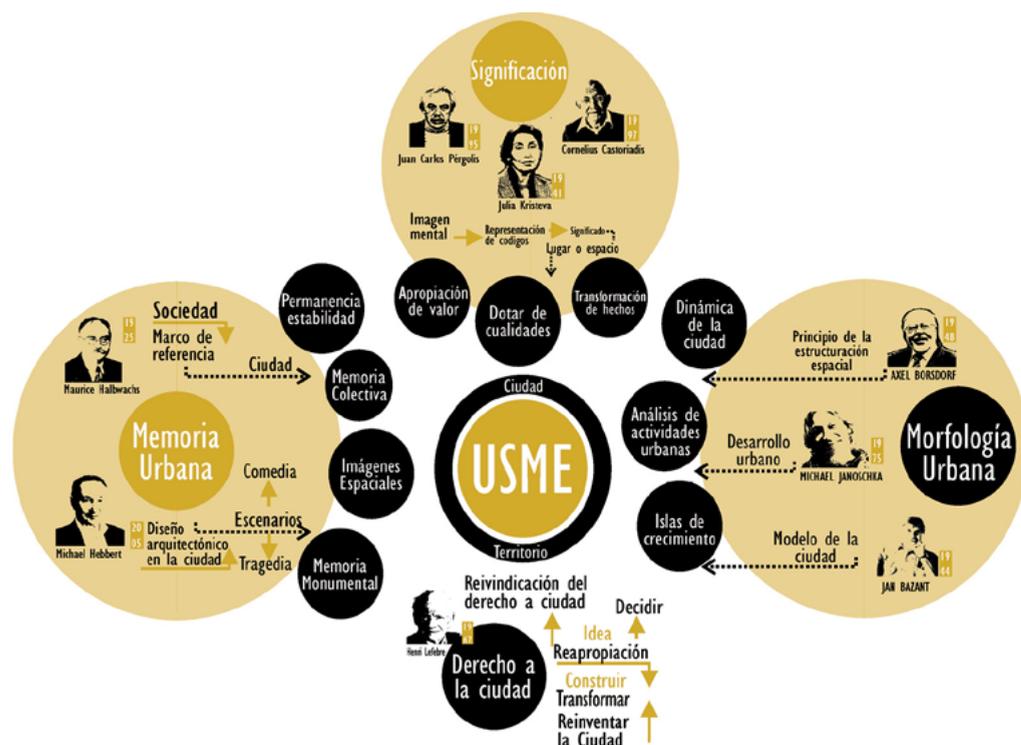


Figura 7. Síntesis del marco teórico conceptual. Fuente: elaboración propia (2020). CC BY-NC-ND

La *resignificación* aparece, entonces, como contraparte del fenómeno de la *insignificancia*, para buscar los elementos que pueden darles nuevamente valor a los signos y los significados que están quedando en el olvido. Se trata de materializar interpretaciones distintas sobre una situación enmarcada dentro de la esfera social. Para tal proceso es necesario “analizar los actores y los ejercicios de poder involucrados, así como el contenido del contexto, lo cual es posible gracias a estrategias propias del análisis del discurso y/o el análisis conversacional” (Valencia, 2013, p. 51): por ejemplo, tomar entrevistas semiestructuradas como técnica de recolección de información, donde se involucren más contenidos y se generen elementos síntesis que muestren su nueva significación. Esto, sin duda, podría ser un acto que transforma la realidad, y que, a su vez, implica un cambio que permita su sostenibilidad en el tiempo. Un ejemplo de dichos actos es la *representación social*.

Es así como, tras los aportes de la memoria, la morfología y la significación, se puede comprender, de cierta manera, cómo se ha generado la forma urbana de las ciudades contemporáneas y sus dinámicas; entre ellas, la producción económica, la política del territorio —en este caso, Usme—, y hallar las relaciones entre sujetos y territorio para encontrar la manera de resignificar, como se muestra en la figura 7.

Por lo tanto, entendiendo la resignificación, el estudio del territorio y el concepto de memoria urbana, el objetivo de esta investigación se orienta al diagnóstico de cada aspecto que incide en la pérdida de la identidad del sector de estudio, con el fin de buscar mecanismos para la actuación frente a la resignificación de la memoria urbana de los habitantes del casco fundacional de Usme. Lo anterior, por medio de dos acciones específicas. La primera es caracterizar el estado de la memoria urbana de los habitantes del casco fundacional, por medio de un análisis historiográfico. La segunda es interpretar las condiciones de morfología del casco fundacional y su transformación, para entender los momentos de pérdida de memoria urbana, a través de la transformación del lugar.



Figura 8. Síntesis del marco metodológico, por fases. Fuente: elaboración propia (2020). CC BY-NC-ND

Metodología

Esta investigación documental se abordó desde el razonamiento deductivo, desde una figura perceptiva donde es posible “obtener conclusiones que parten de hechos particulares aceptados como válidos, para llegar a conclusiones cuya aplicación sea de carácter general” (Corellano, 2014, p. 59). Se inició desde un análisis individual de los hechos y se expuso una conclusión que puede ser o no universal, lo que derivó en la conformación o la creación de principios o fundamentos de una teoría o un tema. En efecto, el hecho perceptivo cobra relevancia debido a las afirmaciones que se gestan desde experiencias, y que, de alguna manera, son abiertas al propósito de la investigación y su justificación.

En términos urbanos, lo que también se pretende con dicho método es analizar momentos críticos que afectan la memoria en su relación con el desarrollo urbano, como lo son el plan Futuro Usme y el hallazgo arqueológico en la hacienda El Carmen, además de las diferentes afectaciones que estas tuvieron en la configuración de la memoria urbana y la relación de sus habitantes con el casco fundacional de Usme. Lo anterior, desde las etapas que se ilustran en la figura 8.

Observación y registro de los hechos

Se tomaron como base tres técnicas de recolección y clasificación de información. En primer lugar, se abordó un estudio historiográfico, en el que se compilaban elementos tales como: eventos urbanos relevantes en términos de la inserción de infraestructuras urbanas nuevas, y eventos que tuvieran una marca en la memoria y la incidencia de Usme en correlación con Bogotá y sus regiones. De manera complementaria, se hizo un tamizaje poblacional, donde se identificó a la comunidad que habita y está involucrada en un punto intermedio del análisis historiográfico y el desarrollo urbano.

En segundo lugar, se hicieron aproximadamente 50 entrevistas semiestructuradas, como se muestra en la figura 9, en las que se organizó una charla fluida para un muestreo de personas mayores de edad, y así recabar información relevante sobre tres ejes determinantes que, como método deductivo, hacen parte de su fase I: 1) la morfología y la tipología (como transformación del lugar y aspecto de una dimensión física), 2) la accesibilidad y la apropiación territorial (como parte de la memoria, los hechos sociales de interés, el lugar y la pertenencia sobre el territorio), y 3) la percepción sobre el territorio (los momentos más importantes y que marcaron hechos justificados que se mantienen en la relación tiempo-espacio. Por último, las instancias anteriores se complementaron con una cartografía social, aplicada a grupos generacionales teniendo en cuenta el libro *Manual de Mapeo Colectivo*⁴, para obtener la información gráfica o geoespacial.

Análisis y clasificación de los hechos

Tras la revisión anterior, se determinaron, en primera instancia, cinco momentos historiográficos que, desde el concepto de *krono morphosis*, son la conclusión de las charlas (entrevistas con la comunidad), y que se refieren al imaginario colectivo como circunstancias de transformación del territorio. Visto ello desde el proceso de transformación de Usme, se tienen cinco momentos: 1) llegada del ferrocarril, 2) anexión

4 Manual de Mapeo Colectivo: “una práctica, una acción de reflexión en la cual el mapa es sólo una de las herramientas que facilita el abordaje y la problematización de territorios sociales, subjetivos, geográficos. Es una imagen estática a la cual se le escapa la permanente mutabilidad y cambio al que están expuestos los territorios. [...] Son las personas que lo habitan quienes realmente crean y transforman los territorios, lo moldean desde el diario habitar, transitar, percibir y crear” (Kelly, 2016, pp. 5-6).

Usme-Bogotá, 3) implementaciones políticas de suelos duros PIDUZOB⁵, 4) Usme Futuro y 5) hallazgo arqueológico. Este último, clave en el desarrollo urbano de Usme, ya que tal descubrimiento detuvo el desarrollo del plan parcial de Tres Quebradas, un instrumento de planificación y gestión que permite la expansión controlada de la ciudad hacia el borde suroriental, como se muestra en la figura 10.

Estos cinco momentos, se relacionan de manera sistemática en una matriz que da cuenta de la clasificación de los hechos relevantes en el proceso de resignificación social. Además, cada momento construye hechos propios, relevantes y desde los cuales es posible interpretar el territorio y esa huella histórica que pasa desapercibida a los ojos, como se muestra en la figura 11.

Resultados

Dentro del proceso de recolección de información que implicó el desarrollo del proyecto exploratorio se diagnosticó lo planteado en los objetivos, junto con el apoyo de Jaime Beltrán⁶, miembro de la comunidad y del equipo investigador, quien se convirtió en validador de la información.

5 PIDUZOB: Programa Integrado para el Desarrollo Urbano de la Zona Oriental de Bogotá, donde se tenía como propósito encaminar la dirección del Estado por medio de la ejecución y la propuesta de obras con una carga social y económica importante.

6 Jaime Beltrán: miembro fundador de la Mesa de Patrimonio Ancestral Cultural y Ambiente de Usme, quien falleció como consecuencia del Covid-19, en el desarrollo de esta investigación.

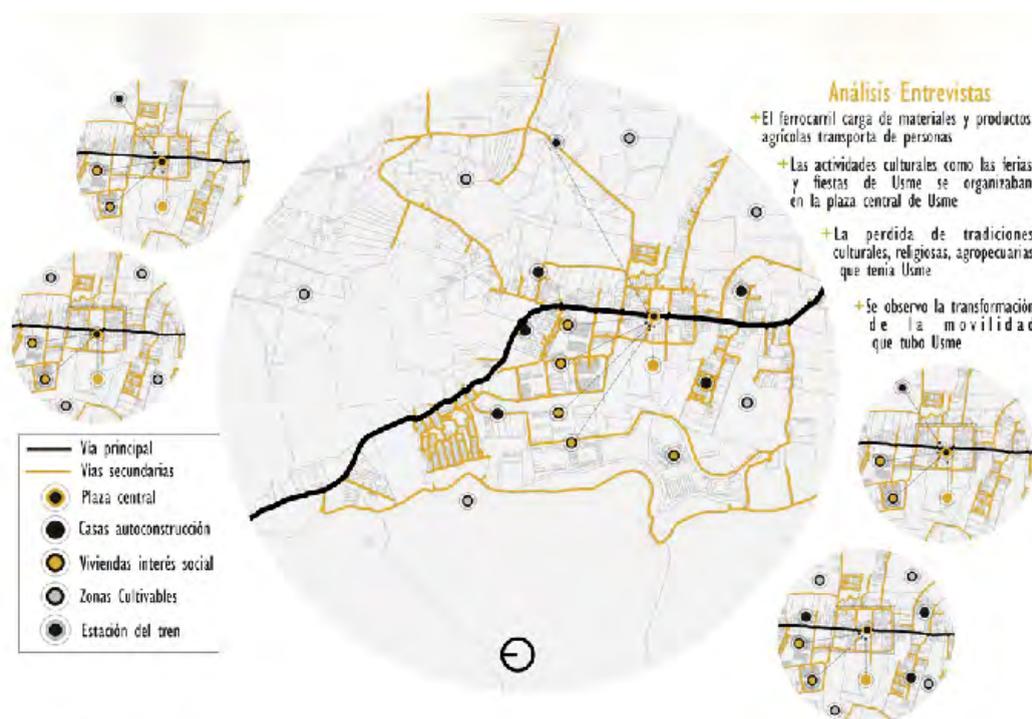


Figura 9. Localización territorial aproximada de cincuenta vecinos entrevistados.

Fuente: elaboración propia (2020). CC BY-NC-ND

Nota: se relaciona la ubicación territorial que desde el concepto de *krono morphosis* ha significado parte de la construcción de la memoria urbana colectiva.

Entender el proceso de resignificación; registro de los hechos

Acceder y reconstruir los hechos que enmarcan el territorio de Usme comprende, en primer lugar, la construcción del marco historiográfico. Este registro acota cinco momentos importantes en la memoria de quienes habitan el territorio: 1) la llegada del ferrocarril a Usme; específicamente, a la estación de Requilina y del Olarte, hacia 1929. Esto generó un hecho infraestructural importante, como el impulsor de la vía principal de acceso al territorio, y funcionó como medio de transporte de carga de materiales de construcción para el desarrollo de proyectos como los embalses de Chisacá y de La Regadera. 2) La anexión de municipios a Bogotá. Sobre 1954 la capital, reconociendo su expansión, acogió a municipios como Usme, Bosa, Suba y Engativá, contemplados como zonas de periferia con grandes problemáticas de segregación y pobreza. 3) La denominada *Política de Suelos Duros*: dicha política, declarada en 1970, permitió la venta de lotes a urbanizadores industriales y el uso de suelo para la explotación de materia prima, lo cual derivó en el establecimiento de cementeras, ladrilleras y canteras que ayudaron a consolidar la economía del sector. 4) La Operación Usme ciudad futuro, hacia el 2000, cuando empezaron a implementarse en la ciudad de Bogotá las políticas de desarrollo urbano. Se estableció la Operación Usme Ciudad Futuro⁷, que determinó este

territorio como una zona de expansión urbana, y que serviría para dar vivienda y dotación a los pobladores de la región.) El hallazgo arqueológico Hacienda El Carmen, en 2007, cuando la constructora Metro Vivienda⁸, mientras trabajaba en excavaciones para proyectos de vivienda en la localidad, halló restos arqueológicos que fueron inicialmente reportados por la comunidad campesina. A partir de ello, se trabajó en estudios por parte de la comunidad científica nacional e internacional, que derivaron en la consolidación patrimonial y “el hallazgo más importante de Latinoamérica en ese momento” (Urrea et al., 2011, p. 15), como se muestra en la figura 12.

Por otro lado, se hizo un tamizaje poblacional, en el que se identificaron cuatro perfiles autóctonos, vinculados a las cinco etapas ya mencionadas en el marco historiográfico. Se concluyó, entonces, que: 1) el *campesino* y el *raizal*, que son catalogados como la comunidad longeva, con un rango de edad de 90 años y de quienes los recuerdos son más arraigados sobre el proceso de migración y cuentan anécdotas vividas; 2) los *migrantes*, que son aquellos que llegan con el paso del tiempo y se asientan en el territorio. Su rango de edad oscila

7 Operación Usme Ciudad Futuro: aplicación articulada de

instrumentos de gestión del suelo para la provisión de suelo urbanizado destinado a la vivienda de interés prioritario y vivienda de interés social.

8 Metrovivienda: empresa industrial y comercial de la Alcaldía Mayor de Bogotá que promueve la construcción y la adquisición de vivienda de interés social en la ciudad, con el propósito fundamental de garantizar a los sectores más vulnerables y desfavorecidos una vivienda y un hábitat digno, que les brinden acceso a servicios públicos, zonas de recreación, áreas para equipamientos urbanos y, en general, espacios que promuevan el ejercicio efectivo los derechos humanos integrales (Metrovivienda, 2013).

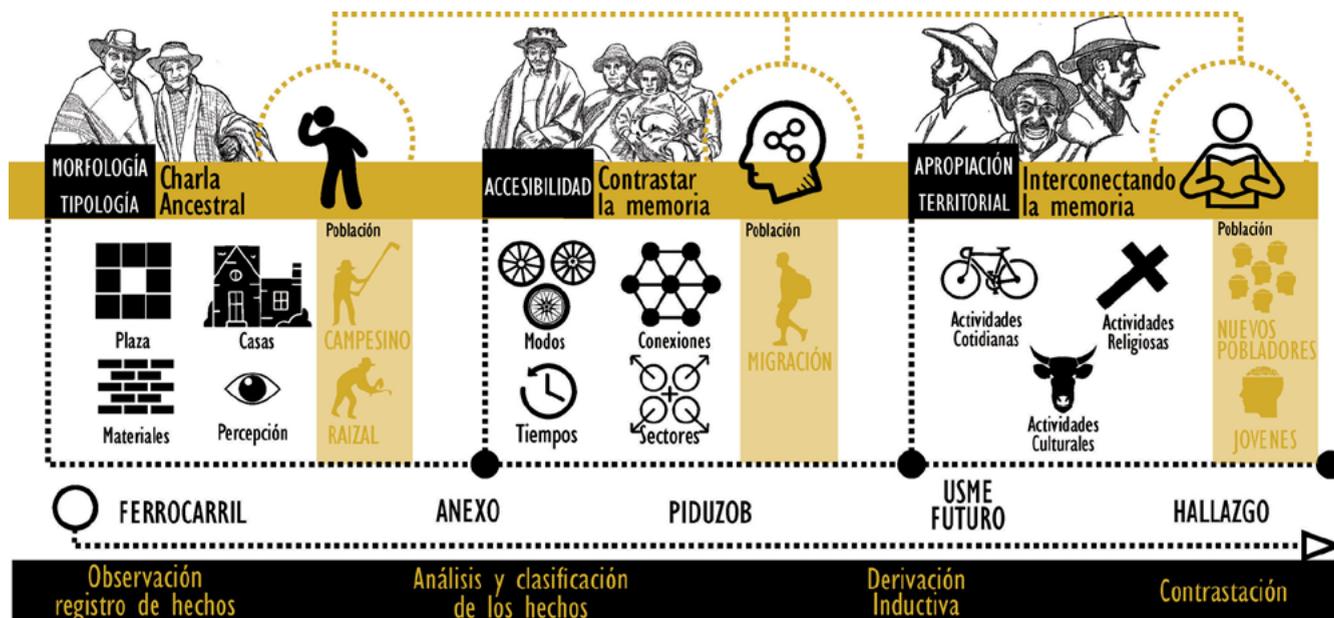


Figura 10. Síntesis gráfica de los tres ejes básicos.

Fuente: elaboración propia (2020). CC BY-NC-ND

Nota: los mencionados ejes permiten indagar parte de la memoria y su relación con los cinco momentos que hacen parte del imaginario para la comunidad.



Figura 11. Matriz de clasificación de hechos relevantes al proceso de resignificación.

Fuente: elaboración propia (2020). CC BY-NC-ND

Línea del tiempo

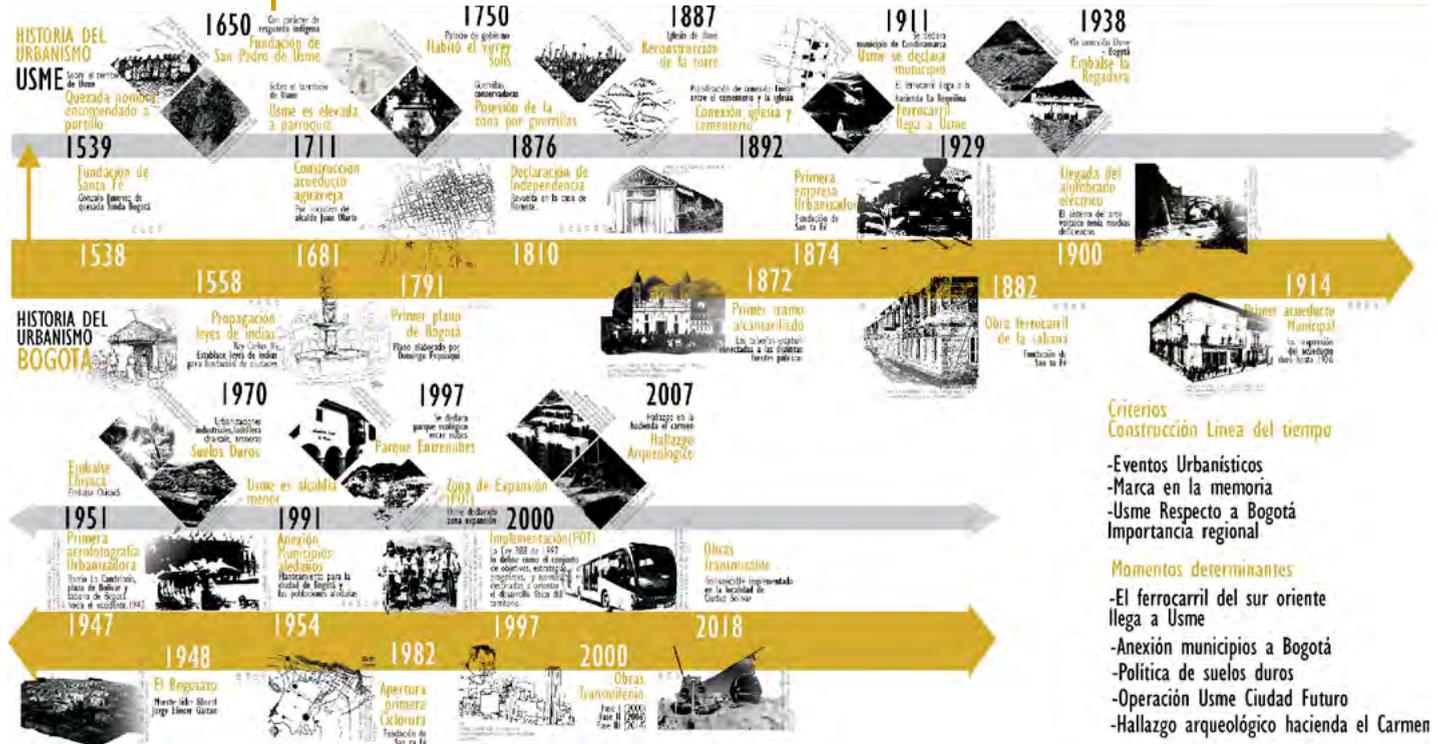


Figura 12. Representación del marco historiográfico con relación a la historia de Usme como pueblo y bajo una línea de tiempo.

Fuente: elaboración propia (2020). CC BY-NC-ND

entre los 40 y los 60 años y tienen conocimiento suficiente sobre explotación de canteras, chircales y areneras; 3) los *nuevos pobladores*, cuyo nombre corresponde a las familias que arribaron al territorio entre los últimos nueve y diez años y son quienes conocen los procesos de expansión del territorio producida durante la década de 2000; su origen y causas, 4) los *jóvenes*, quienes no superan sus 20 años y tienen como escenario de vida un territorio que presenta problemáticas urbanas, sociales y culturales, como se muestra en la figura 13.

Como tercer registro se representan los resultados de las entrevistas semiestructuradas, que se clasificaron en dos ámbitos. El primero es el ámbito de una charla ancestral, donde se reúne el equipo investigador junto con el grupo poblacional campesino, el raizal y los migrantes; allí, dentro de sus anécdotas, se identifican conceptos transversales a los fenómenos urbanos, tales como el reconocimiento de estaciones de tren, experiencias, puntos centrales de encuentro y sectores de movilidad, entre otros, como se muestra en la figura 14.

Pregunta a don Jaime Beltrán:

¿Cómo ha cambiado Usme antiguo a Usme nuevo?:

Hay dos cambios, uno que es el cambio de la infraestructura que comienza a opacar lo que eran las casas que hacían o que hacen parte del patrimonio de Usme, las nuevas edificaciones de un estilo de muy de ciudad muy urbano y el otro es el impacto social, comienzan como a confundirse dentro de la llegada de tanta gente a Usme, y esas actividades que relacionaban mucho y tenían identidad de campo de municipio comenzaron a confundirse o a perderse dentro del desarrollo urbano. (Beltrán, 2019)

Hace parte de la memoria urbana, las representaciones y el imaginario urbano, la siguiente pregunta realizada a la población: ¿Cómo ha visto la expansión de Usme?

Para nosotros ha sido muy difícil porque yo por lo menos echo de menos de cómo era antes, porque antes esto era sólo una sola familia, digamos yo podía salir y dejar las casas abiertas, nos conocíamos acá en Usme ya sabemos que en tal parte vivía fulanita siempre, pero ahorita ya no, cantidad de gente que ha llegado acá Usme ha sido impresionante mucho. (Contreras, 2019)

Sin embargo, dentro del proceso se modificó la técnica a modo virtual, como consecuencia del confinamiento y de las restricciones por el momento de la pandemia (2020), motivo por el cual se recurre a medios de comunicación como redes sociales y llamadas telefónicas, según se muestra en la figura 15.

Por último, la información gráfica que se obtuvo en la cartografía social, con la participación de los habitantes en todos sus rangos generacionales, fue la identificación de las relaciones entre los cambios morfológicos y el casco fundacional. En ese orden de ideas, se obtuvieron los mapas de imaginario según lo expresado por la comunidad desde la percepción hacia estos cinco momentos históricos y los tres fenómenos urbanos.

Derivación inductiva y contrastación

Los patrones que inciden en la afectación de la memoria y pueden, al mismo tiempo, resignificarla, fueron identificados como se detalla a continuación, en correspondencia con los fenómenos y los momentos urbanos.

Desde la morfología y la tipología

Parte de la memoria urbana de la población longeva, se asocia a un hecho urbano relevante: *“la llegada del ferrocarril a Usme”*. Situación que aún se mantiene en el imaginario de los habitantes; quienes recuerdan específicamente la extracción de las piezas del tren y de la estructura

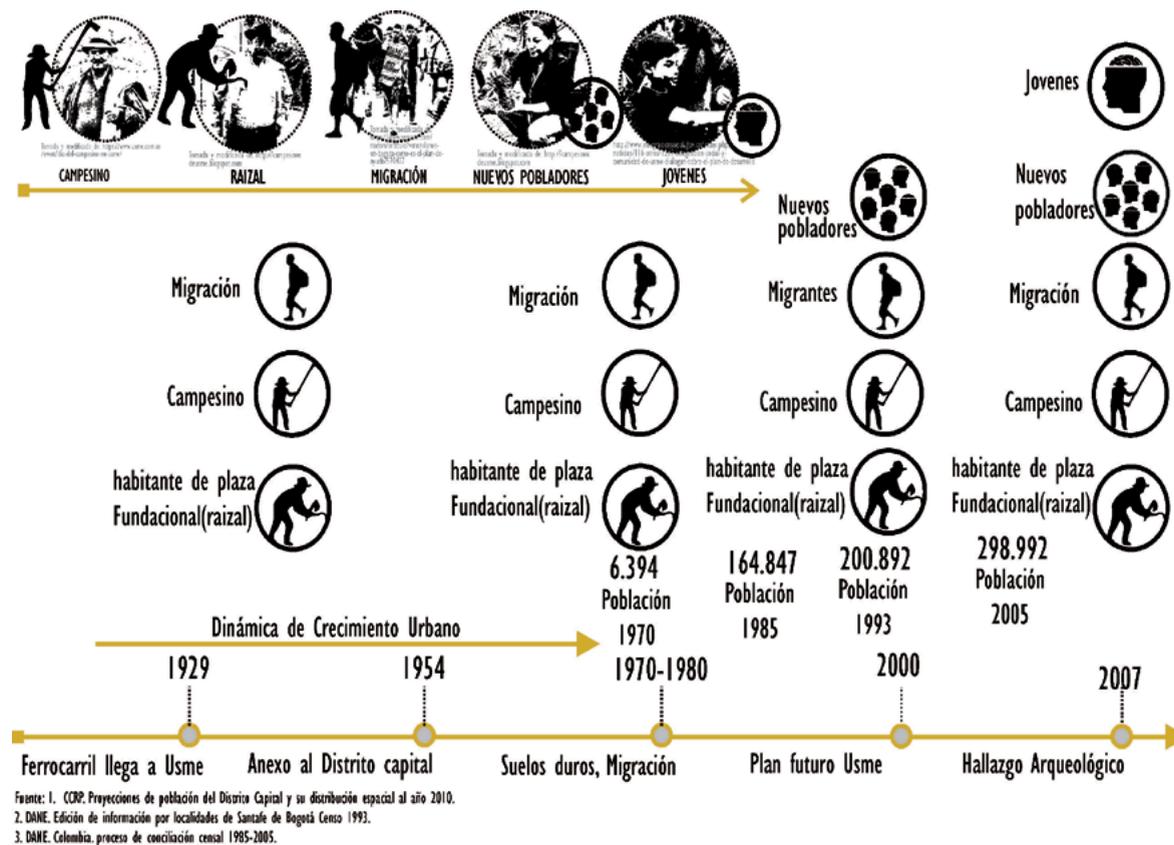


Figura 13. Tamizaje poblacional vs. línea de tiempo.
Fuente: elaboración propia (2020). CC BY-NC-ND

ferroviaria y cuyos materiales ornamentaron las viviendas y el espacio público del centro fundacional.

Otro momento como hecho urbano fue la anexión de municipios a Bogotá en 1954. Para la época resalta la construcción de la casa cural, con una arquitectura más moderna, junto con el teatro y la plaza de mercado. La conexión del municipio de Usme con Bogotá era tan deplorable, que este proceso de anexión trajo consigo el acceso a servicios públicos. Así pues, se establecen en calidad de sistemas dotacionales edificios como escuelas, el primer centro médico del pueblo y una cárcel, donde, incluso, la modernización de la Alcaldía menor involucró a la comunidad, dejando su huella en el proceso de ampliación del edificio con un toque muy republicano, movimiento característico de la época. En 1967, un temblor afectó la estructura de la torre de la iglesia, dejando unas marcadas dilataciones causa del movimiento sísmico, que hacen parte ya del imaginario colectivo de quienes habitaron ese momento, como se muestra en la figura 16. Un tercer momento corresponde al instrumento de gestión PIDUZOB, que refleja el cambio de uso del suelo generado por la llegada de las ladrilleras y canteras, lo cual marcó una pauta en la modernidad desde las técnicas de construcción de las viviendas, pues ladrilleras y canteras servían como principal fuente de abastecimiento en materiales constructivos. Como lugar de referencia los materiales se compraban en las ladrilleras de don Teodoro Carrillo, materiales que sumado a la obra del sitio fomentaron la autoconstrucción, como se muestra en la figura 17. El desarrollo urbano de Usme fue promovido por donadores de terrenos para la construcción de edificios como el hospital, el colegio y el parque Usme.

También se reconoce el plan *Usme Ciudad Futuro*. Las zonas de expansión trajeron el desarrollo y la inseguridad al pueblo, lo que llevó a modificar el paisaje y dejar atrás hábitos tradicionales, como dejar abierta una puerta de la casa, por motivos de desconfianza, ya que entre los habitantes se conocían entre sí y confiaban unos en otros, al

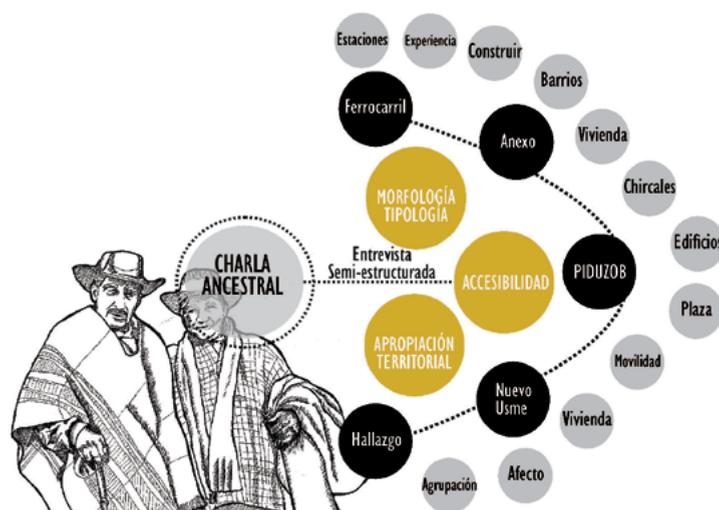


Figura 14. Entrevista semiestructurada ancestral.
Fuente: elaboración propia (2020). CC BY-NC-ND



Figura 15. Entrevista semiestructurada mixta.
Fuente: elaboración propia (2020). CC BY-NC-ND

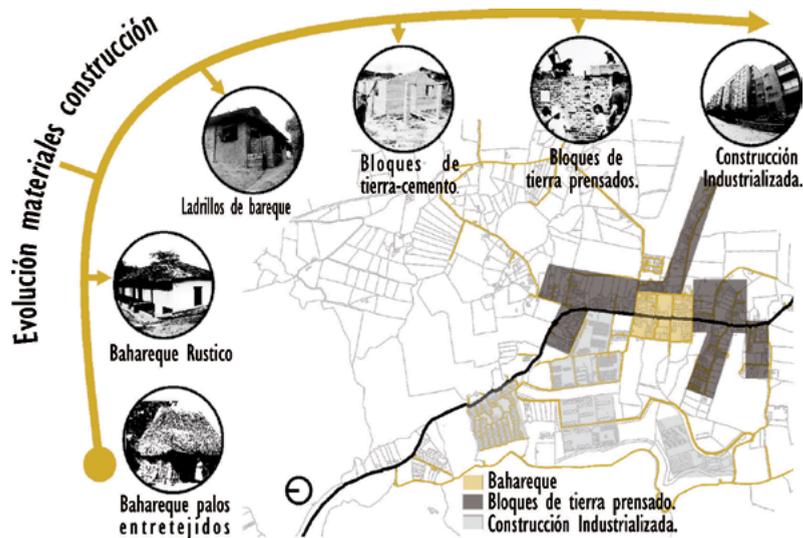
➤ Figura 16. Torre de la iglesia. Se observan las grietas en su interior.

Fuente: archivo de la comunidad (2020). CC BY-NC-ND



➤ Figura 17. Autoconstrucción; uso de materiales por parte de la comunidad.

Fuente: archivo de la comunidad (2020). CC BY-NC-ND



Ⓐ Figura 19. Síntesis de morfología y tipología.

Fuente: elaboración propia (2020). CC BY-NC-ND

punto de identificar las localizaciones de sus viviendas y convivir en celebraciones familiares, hecho que ya no es común observar.

El contraste que se presentó con la llegada de los nuevos habitantes fue contundente, ya que vino la pérdida de la confianza y de la sociabilidad. No obstante, los lugareños también perciben como agradable la nueva edificabilidad, en términos estéticos, pero se refieren a las nuevas edificaciones como “cajas de fósforos”, debido al tamaño que precisan, pues están representadas como viviendas grandes, pero sin una tipología definida ni un área mínima, que sí trajo consigo la vivienda de interés social en el plan de desarrollo, como se muestra en la figura 18. Por otra parte, los habitantes recién llegados se sintieron ajenos al territorio, y muchos ignoran su legado. Por lo tanto, las costumbres empezaron a perderse y a hacerse difusas: por ejemplo, los mercados campesinos, las fiestas que se realizaban en Usme y la identidad agrícola que distinguía al pueblo.

Por último, la comunidad reconoce el hallazgo. Con el proceso acelerado de expansión se incurre en errores que afectan directamente a las zonas rurales de Usme, y que se inician con una expropiación de terrenos mediante la que se expulsa o se excluye al campesinado de su lugar de vivienda y de trabajo. El comienzo del siglo XX trajo



Ⓐ Figura 18. Urbanizaciones VIS, para los nuevos habitantes de los alrededores del centro fundacional.

Fuente: archivo personal (2021). CC BY-NC-ND

consigo el inicio de la formulación del Plan Parcial de Tres Quebradas, en la Hacienda el Carmen y en los procesos de excavación se encontraron restos arqueológicos, motivo por el cual la comunidad demandó a la constructora por la falta de pericia en el proceso de excavación. Se generaron entonces mesas de diálogo y participación ciudadana con el fin de concertar, no solo la posibilidad de declarar el sitio patrimonio de la ciudad y del país, sino además la modificación del plan (figura 19).

En conclusión, fueron cinco momentos que, como hechos urbanos, han marcado la transformación de Usme, no solamente como poblado original y hoy como parte de la expansión de la ciudad, sino que se ha convertido en un territorio lleno de memoria ancestral, memoria y significado para la ciudad y sus habitantes (figura 20).

Desde la accesibilidad

La accesibilidad al municipio y la asequibilidad, sustenta el modo de desplazamiento de la comunidad desde y hacia Bogotá; el transporte público urbano regido por privados, fue el único medio de transporte que satisfacía la necesidad. En Usme, varias personas prestaban el servicio a las seis de la mañana, al medio día y a las seis de la tarde. Estaban afiliados a las empresas de Santa Lucía y Transmarte; además, funcionaban buses intermunicipales; sin embargo, las rutas no eran frecuentes y el servicio se prestaba en horarios limitados, como se muestra en la figura 21.

En ocasiones por la escasez de rutas de transporte, los usuarios utilizaron otros medios para movilizarse hacia su destino de vivienda, como la ruta del camión recolector de leche o la *buseta pesquilla*; ambos, medios que acercaban a los vecinos de la zona al centro de la ciudad. Estos sistemas complementarios no oficiales funcionaron hasta que se incrementaron el número y la frecuencia de rutas de servicio

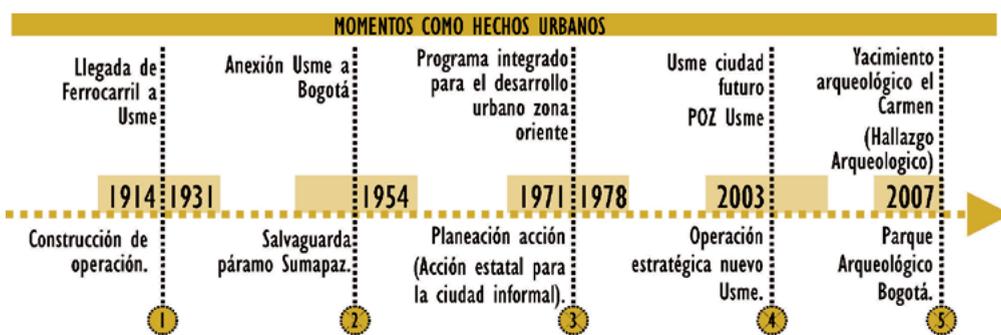


Figura 20. Síntesis de cinco momentos como hechos de transformación de Usme.

Fuente: elaboración propia (2020). CC BY-NC-ND



Figura 21. Transporte urbano en los años sesenta.

Fuente: archivo de la comunidad (2020). CC BY-NC-ND

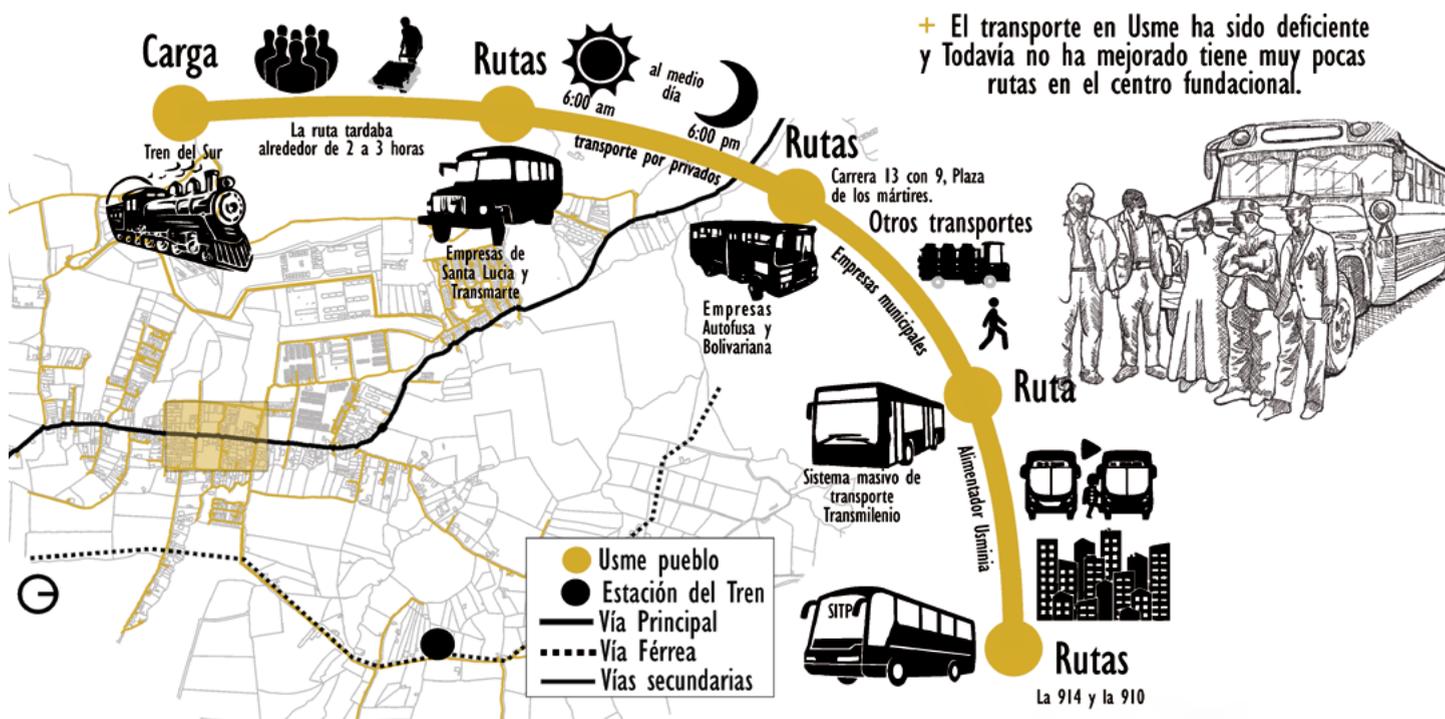


Figura 22. Mapeo de la síntesis de accesibilidad.

Fuente: elaboración propia (2020). CC BY-NC-ND

Figura 23. Río Tunjuelo y procesión de la Semana Santa en Usme.

Fuente: archivo de la comunidad (2020). CC BY-NC-ND



público con empresas como Sotransmiur, las cuales prestaban servicio con mayor frecuencia. Pero solo hasta el siglo XXI se pudo apaciguar la demanda de transporte con la oferta general, cuando entraron en operación la ruta alimentadora de Transmilenio y las rutas del SITP⁹ complementarias de dicho sistema, como se muestra en la figura 22.

Desde la apropiación territorial

Se identificaron diversas actividades dentro del marco historiográfico: 1) para los campesinos y los raizales, las *chicherías* representan lugares de encuentro urbano; la

⁹ SITP: Sistema Integrado de Transporte.

chicha y el guarapo son costumbres muy comunes aún. 2) El río siempre ha estado presente en vida histórica de Usme y, desde el imaginario, lavar, la pesca, lo recreativo y el encuentro (paseo de olla) hacen parte de la convivencia. 3) La *iglesia*, ha sido el espacio de celebración y la calle de peregrinación (figura 23). Gracias a la devoción de muchos pobladores y como parte del imaginario colectivo ha traspasado del templo a sus hogares. Las imágenes y santos hacen parte de la ornamentación del solar. Finalmente, según los relatos, otras actividades fueron comunes y hacían parte del imaginario colectivo; el teatro parroquial y La Copacabana, que era un centro de encuentro urbano, eran el sitio de conglomeración y encuentro; como se muestra en la figura 24.



Figura 24. Mapeo síntesis de apropiación territorial.

Fuente: elaboración propia (2020). CC BY-NC-ND

Nota: en amarillo están las sendas comunes que toda la comunidad usa para trasladarse de la periferia del pueblo al centro fundacional. La línea de estrellas es el corredor más importante, conocido como el corredor ancestral.

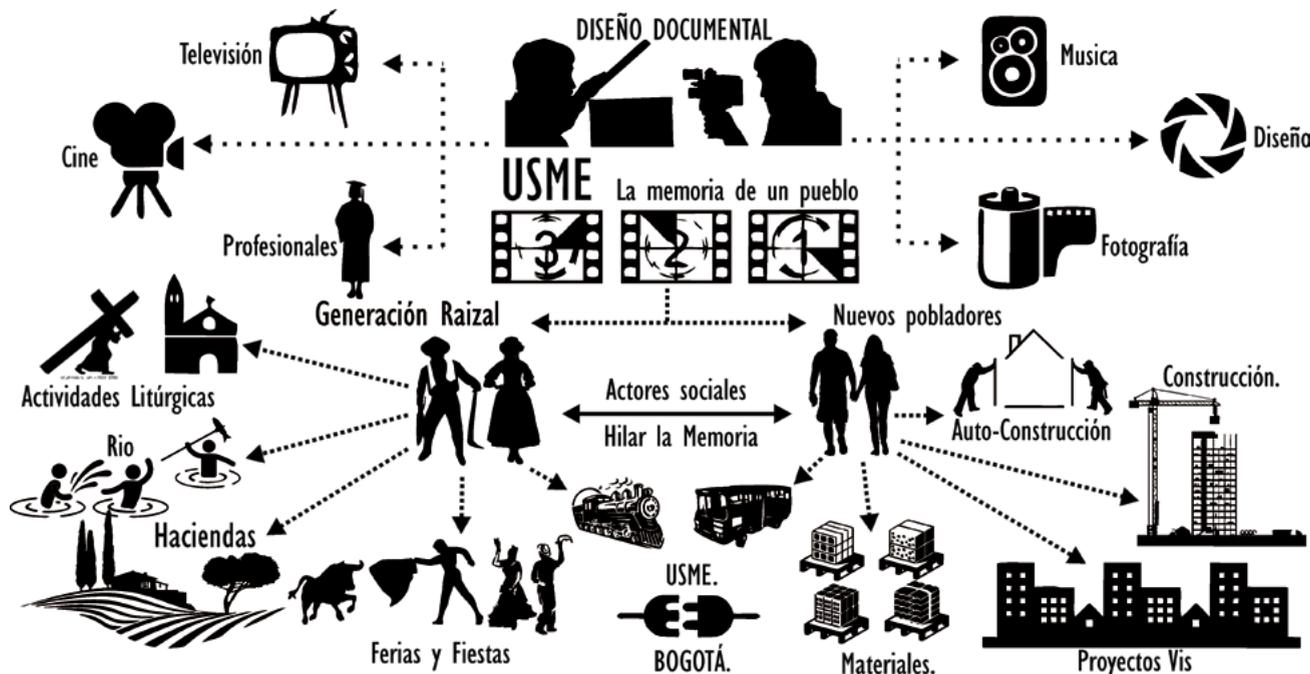


Figura 25. Síntesis para la construcción del contenido audiovisual como medio de divulgación del conocimiento de la historia de Usme.

Fuente: elaboración propia (2020). CC BY-NC-ND

En cuanto a la contrastación de hechos, se trabajó en producir un contenido audiovisual para esta investigación y cuyo nombre se asocia al tema central de este artículo. Dicho contenido presenta los hechos más significativos asociados a los momentos históricos de Usme y aporta a la resignificación del patrimonio. Su pertinencia radica en que puede generar una herramienta de y para la comunidad, donde se exponen hechos, narrativas y vivencias desde distintos ángulos de vista. Este producto hace parte de la necesidad de comunicar la historia de un pueblo ancestral, con múltiples experiencias, que parte del recuerdo como motivación y que busca construir la memoria a partir del relato y la experiencia. Por otro lado, existe una estructura narrativa presentada en forma de escaleta para este producto audiovisual que es “el documento generado por los medios de comunicación siendo una reproducción de la emisión de un programa informativo [...] en él se reproducen cada una de las informaciones e [...] intenta describir el contenido temático del documento” (Caldera-Serrano, 2017, p. 30) y así funciona como guion

en que los sucesos y las entrevistas se presentan de manera orgánica, donde parte de la comunidad narra la historia desde sus diferentes perspectivas y se consolida como el actor principal, tal cual lo muestra la figura 25.

Discusión

Este proyecto expone un proceso alternativo de resignificación de la vida y de la memoria histórica de un territorio asentado en el borde urbano de la ciudad de Bogotá, que ha sufrido importantes cambios y rupturas en su consolidación morfológica, urbana, social y cultural, debido a los continuos procesos de “expansión urbana por las normas y viven en procesos de urbanización hacia el exterior de la ciudad [...] invadiendo lugares de interés urbano y ambiental” (Toro Vasco et al., 2005, p. 57), lo que transforma el imaginario colectivo y la identidad de un casco urbano fundacional que hasta la fecha conserva ya muy poca información sobre sus propios acontecimientos históricos, su

arquitectura y su tradición. Estos asentamientos de periferia guardan estrecha relación a lo largo y ancho del territorio y ciudad latinoamericana, pues “la disputa por la vivienda (que es entre otras por el territorio y el habitar) también les ha generado conflictos [...] a la naturaleza de la propiedad. Estas disputas oscilan entre la condición de la ilegalidad [...] y la apropiación del territorio” (Castañeda, 2021, p. 150). Esto, asociado a una vinculación sentimental con los sujetos que desarrollan sus actividades en el transcurso de su vida y que asocian los lugares a hechos. Así mismo, este proyecto eligió, como estrategia para diagnosticar los aspectos que inciden en la pérdida de la identidad del sector, la *krono morphosis urbana*, que, como método y concepto ideal para comprender un territorio complejo, recopila de alguna manera la vida histórica.

En el caso del espacio urbano, hay que reintegrar, para el afrontamiento de los cambios del presente y la construcción del futuro, todas las facetas de su pasado, revivido o reconstruido, que asegura un arraigo de las identidades en una continuidad y una perennidad social. (Gordón Peral, 2011, p. 89)

Por ello, como parte clave de la investigación, los primeros resultados arrojados en todas las etapas están relacionados con fenómenos urbanos basados en momentos históricos, de modo tal que se pudo tejer una parte de estas rupturas; pero dicho proceso fue posible gracias a la participación de la comunidad, actores que reconstruyen ese pasado, ahora narrado y descifrado de manera colectiva.

Por otro lado, comprender que la morfología de Usme es producto de fenómenos históricos que, debido a prácticas cotidianas, modifican continuamente su estructura y hacen perder la memoria de lo tradicional. La memoria se ve reflejada en los relatos expuestos, donde se confirma que cada hecho histórico repercutió en los cambios culturales y urbanos. No obstante, en este proceso, además se pudo observar que los habitantes de Usme cuentan con un estrecho sentido de apropiación. Dicho eso, la pérdida de la memoria es afectada por las transformaciones urbanas que tienen consecuencias en los habitantes del territorio

y afectan sus recuerdos, su memoria urbana, el imaginario colectivo, sus hábitos, sus tradiciones y la forma de apropiarse del entorno. Autores como Alba (2010) expresan la importancia del arraigo como

[...] perspectiva futura de residencia en él que se relacionan con la experiencia de vida en éste. El arraigo no emerge del solo hecho de habitar el lugar por un largo tiempo, sino de la historia que se ha construido en él, de la perspectiva con la que se le mira y se le ha mirado. (p. 51)

Por lo anterior, en la contratación de este proyecto se decidió llegar a un recurso audiovisual que permita evidenciar los procesos participativos para la apropiación de la comunidad allí. Al final, el documental es solo el inicio de una serie de herramientas que se espera entregar a la comunidad.

Conclusiones

La historia es una red que nos permite reconocernos como seres humanos, por cuanto muestra la esencia misma del ser que habita diferentes momentos, lo cual evidencia que las pequeñas actuaciones repercuten en la historia, donde, a su vez, se convierten con el paso del tiempo en fenómenos: por ejemplo, en este caso, fenómenos urbanos. Por tanto, en esta investigación fue importante tomar la *krono morphosis urbana* como proceso a partir del cual se valida la hipótesis de reconocer el estudio aspectos propios del urbanismo (morfología y tipología, accesibilidad y apropiación territorial), como parte fundamental de la resignificación de la memoria urbana de Usme, que, a su vez, actuaron como elementos teóricos del urbanismo que se hicieron evidentes en realidades históricas. Esto, sin duda, precisó el campo de estudio delimitando cinco momentos constantes, que, incluso, favorecieron el proceso de validación del objetivo principal de la investigación, como en los objetivos específicos, desde la caracterización de la memoria urbana por medio del análisis historiográfico, tamizaje poblacional y la producción de contenido audiovisual como representador de lo recopilado (figura 26).

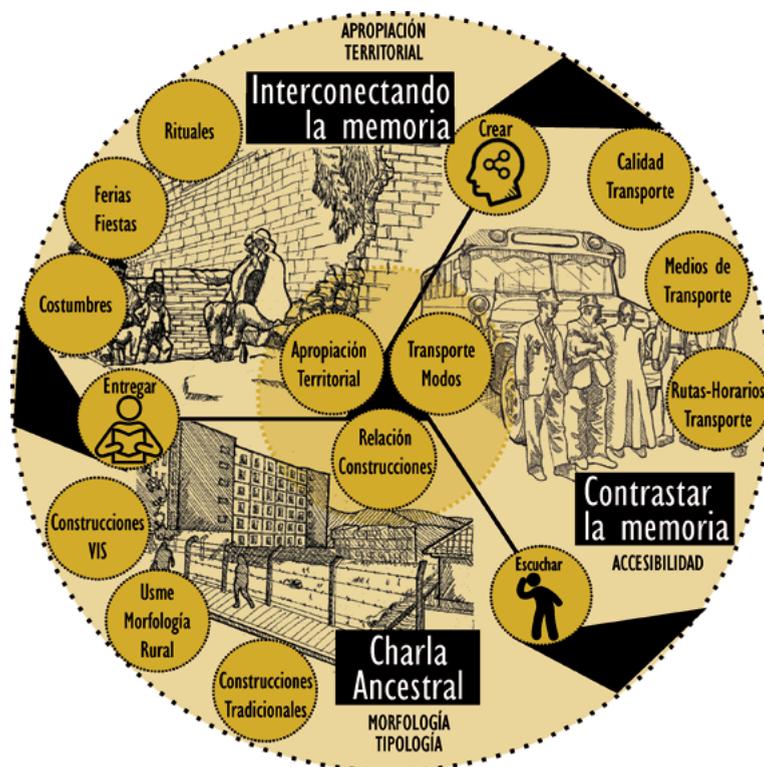


Figura 26. Síntesis general de los momentos y los hechos que, desde la memoria colectiva, la comunidad identifica como ciudadanos y residentes del territorio.

Fuente: elaboración propia (2020). CC BY-NC-ND



Figura 27. Trazado actual del territorio de borde suroriental y la zona general de Usme.

Fuente: Aguilera Martínez (2019). CC BY-NC-ND

Los contenidos audiovisuales complemento de esta investigación y que se consultan como *krono morphosis urbana*¹⁰ son herramienta complementaria de los trabajos participativos en comunidades vulnerables y favorecen, incluso, la divulgación de un conocimiento escrito que actúa como divulgador de lenguajes académicos y de comunidades (figura 27).

Cada hecho urbano ha creado vínculos sobre “tiempo y espacio” en donde la comunidad recrea y reconstruye su imaginario y activa su memoria colectiva, como se muestra en la figura 26, y así vislumbra su historia urbana, a través de los hechos significativos. Demuestra que desde la construcción de ciudad, la disciplina del urbanismo abarca más líneas de pensamiento que interactúan entre sí, pues “la preeminencia del enfoque urbano permite que el estudio descifre de manera contundente la evolución del pensamiento sobre la ciudad” (Del Castillo, 2004, p. 114) y entender que ni la ciudad ni su correcta crítica se hacen tan solo desde el urbanismo, sino también, con la inclusión de herramientas que comunican.

La transmisión de sabiduría a través de las generaciones ha sido cortada y maltratada, aunque en la actualidad existe un auge importante de organizaciones sociales que respetan

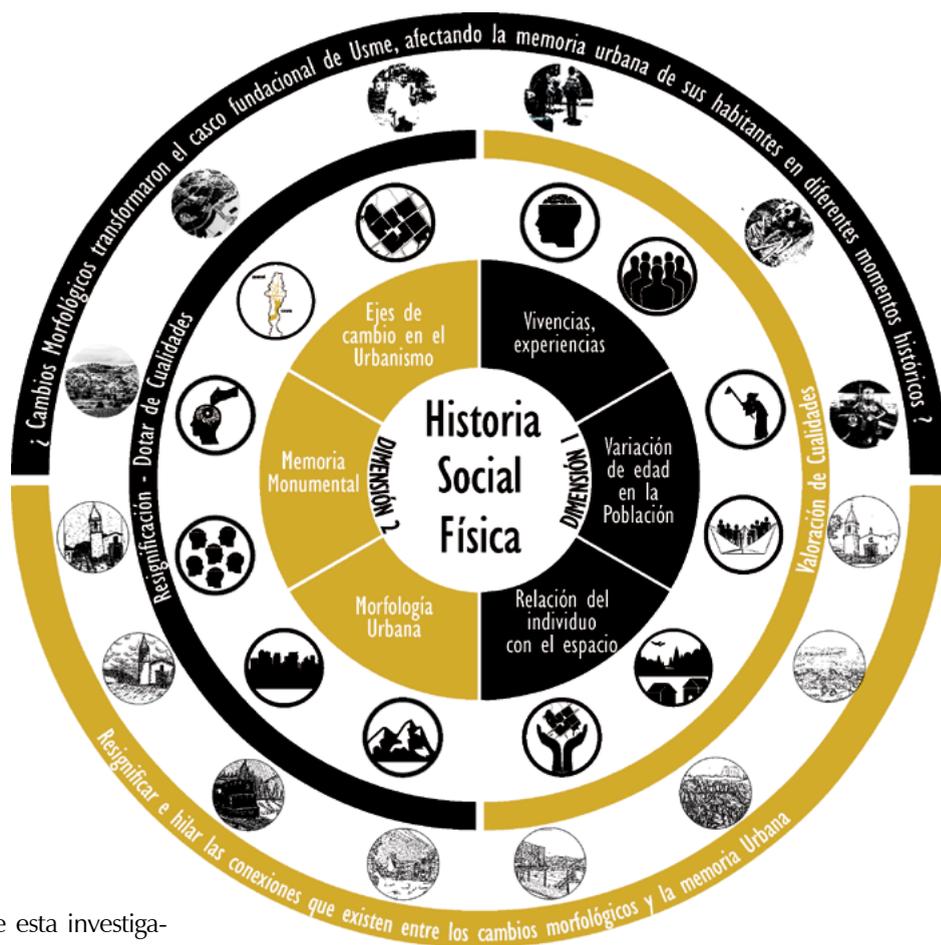


Figura 28. Síntesis final del proyecto.

Fuente: elaboración propia (2020). CC BY-NC-ND

y promueven el reconocimiento del territorio. Se hace necesaria una juiciosa promoción de programas e iniciativas. El reto consiste en establecer espacios de relación entre los diferentes actores del lugar, la arquitectura y el urbanismo, de modo que propicien escenarios de encuentro intergeneracionales y de transmisión de sabiduría que, permitan que los pobladores más jóvenes tengan mayor pertenencia por el lugar que habitan.

Las nuevas generaciones necesitan aprender a edades tempranas la importancia y el legado del territorio. La academia debe prestar atención a esa homogenización de pensamientos y a esa pérdida de particularidades apuntando a esfuerzos que ofrezcan cátedras educacionales que fortalezcan la memoria y, quizás, integrando al modelo educativo actual pequeños tintes de historia del urbanismo y de la arquitectura del lugar, para promover y darles valor a los lugares en los que desarrollan su vida, como se expresa en la figura 28.

Contribuciones y agradecimientos

El presente artículo se desarrolla en el marco de la investigación *Resignificación de la memoria urbana de Usme a través de los fenómenos historiográficos* cuyo concepto de investigación define la “krono morphosis urbana”. Este proyecto, como trabajo de grado en investigación, está articulado a los aspectos más significativos del proyecto de investigación *Construcción de nuevos indicadores para la teoría y praxis del urbanismo contemporáneo*. Se resalta el enfoque de construcción de conceptos, ideas e imaginarios en torno a la memoria urbana de zonas de borde y poblados originales; para el caso, la zona de estudio es el borde suroriental de la ciudad, en el poblado de Usme.

Los autores agradecemos al programa de Arquitectura de la Universidad La Gran Colombia, Bogotá y al grupo de investigación Diseño y Gestión del Hábitat Territorial, por permitirnos articular el resultado del proyecto de grado “Krono morphosis urbana: resignificación de la memoria urbana de Usme a través de los fenómenos historiográficos”; desarrollado por el autor principal y en apoyo del director de proyecto como co-autor. Además, al Área de Arquitectura y Urbanismo Internacional de la Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco, por la contribución y articulación con el proyecto Teoría y Praxis en el Urbanismo Contemporáneo.

¹⁰ *Krono morphosis urbana* se refiere al proceso de resignificación de la memoria urbana de un territorio a través de la revisión de fenómenos históricos. *Krono* es el tiempo histórico que han vivido las personas por diferentes épocas y *morphosis urbana* tiene que ver con la transformación que han tenido la ciudad y el urbanismo.

Referencias

- ACNUR. (2020, 27 de julio). *La agencia de la ONU para los refugiados*. https://www.acnur.org/colombia?gclid=Cj0KCQjwMCKBhDAA-RIsAG-2Eu8Jwb_sDo8mgpmfszvdNjFq9v4R4FFO8ltIzNLOjLAFnhzfjbJRP8aALYoEALw_wcB
- Alba González, M. D. (2010). Sentido del lugar y memoria urbana: envejecer en el Centro Histórico de la Ciudad de México. *Alteridades*, 20(39), 41-55.
- Aguilera Martínez, F. A. (2019). *Del patrón al modelo [re]composición del borde. Caso de estudio. Borde Periurbano de Bogotá, territorio de Usme* [Tesis doctoral]. Universidad Autónoma Metropolitana, Azcapotzalco, México. <http://hdl.handle.net/11191/7068>
- Aguilera-Martínez, F. A., Medina-Ruiz, M., Castellanos-Escobar, M. C., & Perilla-Agudelo, K. J. (2017). Intervención social en el borde urbano desde el proceso de la significación cultural. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 19(2), 78-93. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2017.19.2.1495>
- Aguilera Martínez, F. A., & Sarmiento Valdés, F. A. (2019). Concepto de borde, límite y frontera desde el espacio geográfico. En *El borde urbano como territorio complejo, reflexiones para su ocupación* (pp. 31-55). Universidad Católica de Colombia. <https://publicaciones.ucatolica.edu.co/pub/media/hipertexto/pdf/el-borde-urbano-con.pdf>
- Auge, M. (2000). Los «no lugares» espacios del anonimato. *Signo y Pensamiento*, 13(24), 1-125. <http://designblog.uniandes.edu.co/blogs/dise2609/files/2009/03/marc-auge-los-no-lugares.pdf>
- Beltrán, J. (2019). *Krono morphosis urbana* [In person]. Usme, Bogotá D.C.
- Borsdorf, A. (2003). Cómo modelar el desarrollo y la dinámica de la ciudad latinoamericana. *EURE (Santiago)*, 29(86), 37-49. <https://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612003008600002>
- Caldera-Serrano, J. (2017). La “escaleta” como base de la gestión documental para noticieros televisivos. *Cuadernos de Documentación Multimedia*, 28(1), 26-37. <https://doi.org/10.5209/cdmu.55364>
- Castañeda-Pérez, Y., & Hernández-Ramírez, A. C. (2021). Ciudad informal, territorialidades de producción social del espacio urbano en asentamientos humanos (Armenia - Quindío (Colombia)). *Ciudad y Territorio Estudios Territoriales*, 53(207), 141-152. <https://doi.org/10.37230/CyTET.2021.207.08>
- Chanady, A. (1999). La hibridez como significación imaginaria. *Revista de Crítica Literaria Latinoamericana*, 25(49), 265-279. <https://doi.org/10.2307/4531037>
- Contreras, L. M. (2019). *Krono morphosis urbana* [In person]. Usme, Bogotá D.C.
- Corellano, T. (2014). *Metodología de la investigación para la administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. <https://abacoenred.com/wp-content/uploads/2019/02/El-proyecto-de-investigaci%C3%B3n-F.G.-Arias-2012-pdf.pdf>
- Del Castillo, C. (2004). Bogotá, el tránsito a la ciudad moderna 1920-1950. *Bitácora Urbano Territorial*, 8(1), 115. <https://revistas.unal.edu.co/index.php/bitacora/article/view/18764>
- Espinosa Dorantes, E., & Aguilera Martínez, F. A. (2022). El límite y el borde en la ciudad contemporánea. En E. Espinosa Dorantes, C. Göbel & S. González Arrellano (Eds.), *La interdisciplina en el estudio de la forma urbana* (pp. 27-40). Universidad Autónoma Metropolitana-Azcapotzalco. <https://doi.org/10.24275/uama.2001.9175>
- Gordón Peral, M. D. (2011). La memoria de los lugares: la toponimia. *Revista PH*, 20(39), 90. <https://doi.org/10.33349/2011.77.3108>
- Halbwachs, M. (2004). *La memoria colectiva*. Prensas de la Universidad de Zaragoza.
- Janoschka, M. (2002). El nuevo modelo de la ciudad latinoamericana: fragmentación y privatización. *EURE (Santiago)*, 28(85), 11-20. <https://dx.doi.org/10.4067/S0250-71612002008500002>
- Kelly, J. (2016). Manual de mapeo colectivo: Recursos cartográficos críticos para procesos territoriales de creación colaborativa de Pablo Ares y Julia Risler. *Journal of Latin American Geography*, 15(2). <https://doi.org/10.1353/lag.2016.0018>
- Metrovivienda. (2013). *¿Quiénes somos?* <http://www.metrovivienda.gov.co/httpdocs/index.php/2013-04-02-16-45-18/2013-04-09-15-25-20>.
- Observatorio Distrital de Víctimas. (2022, enero-abril). *Boletín trimestral*. https://observatorio.victimasbogota.gov.co/sites/default/files/documentos/Boleti%CC%81n%20Vi%CC%81ctimas%20Bogota%CC%81%20%E2%80%93Junio%202022_0.pdf
- Ramírez, V. H. (2005). Reseña de «La memoria colectiva» de Maurice Halbwachs, M. (1925). *Athenea Digital. Revista de Pensamiento e Investigación Social*, (7), 0. <https://www.redalyc.org/pdf/537/53700730.pdf>
- Toro Vasco, C., Velasco Bernal, V., & Niño Soto, A. (2005). El borde como espacio articulador de la ciudad actual y su entorno. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 4(7), 55-65. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=75004705>
- Unidad de Víctimas. (2019). *Reporte de víctimas del conflicto armado*. <https://www.unidadvictimas.gov.co/es/registro-unico-de-victimas-ruv/37394>
- Urrea, T., Castillo, J. C., & Montaña, J. (2011). Usme; transformación de su territorio en el siglo xx. *Usme Historia de Un Territorio*, 127.
- Valencia, N. M. (2013). Discusiones acerca de la resignificación y conceptos asociados. *Revista MEC-ED*.

El estudio patológico en tiempos de *Building Information Modeling*: de la teoría a la práctica

The pathological study in times of BIM: from theory to practice

Angélica Chica-Segovia

Universidad Nacional de Colombia. Bogotá (Colombia)
Facultad de Artes, Escuela de Arquitectura y Urbanismo
Grupo de investigación Desarrollo Regenerativo: Innovación, Cultura y Medio Ambiente en el Entorno Construido-DRICMAEC
Arquitecta, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá (Colombia)
Especialista en Patología, Conservación y Rehabilitación de Edificaciones, Universidad de Le Havre y Escuela de Arquitectura de Rouen. Le Havre y Rouen (Francia)
Magíster en Construcción, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá (Colombia)
PhD en Arte y Arquitectura, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá (Colombia)

 <https://scholar.google.es/citations?user=nUp92CYAAAAJ&hl=es>

 <https://orcid.org/0000-0002-3172-1543>

 achicas@unal.edu.co

Carlos Alberto León

Universidad Nacional de Colombia. Bogotá (Colombia)
Facultad de Artes, Escuela de Arquitectura y Urbanismo
Grupo de investigación Desarrollo Regenerativo: Innovación, Cultura y Medio Ambiente en el Entorno Construido (DRICMAEC)
Arquitecto, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá (Colombia)
Aspirante a magíster en Conservación del Patrimonio Cultural Inmueble, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá (Colombia)

 <https://scholar.google.es/citations?user=vfUKmAcAAAAJ&hl=es>

 <https://orcid.org/0009-0004-6143-4256>

 aleonc@unal.edu.co

Liliana Rocío Patiño-León

Universidad La Gran Colombia. Bogotá (Colombia)
Facultad de Arquitectura
Grupo de investigación Hábitat, Tecnológico y Construcción
Arquitecta, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá (Colombia)
Magíster en Construcción, Universidad Nacional de Colombia. Bogotá (Colombia)

 <https://scholar.google.com/citations?user=8dGPWg4AAAAJ&hl=es&authuser=1>

 <https://orcid.org/0000-0003-1859-5172>

 liliana.patino@ugc.edu.co

Resumen

El *Building Information Modeling* (BIM) ha generado cambios importantes en la arquitectura y los estudios de patología no son ajenos a ello, pero su inmersión supone retos como armonizar los lenguajes digitales convencionales y contemporáneos aprovechando adecuadamente lo que ofrece el BIM. Este proyecto propuso una metodología partiendo de lo digital-convencional usada actualmente, con miras a vincularla con el BIM, integrando datos gráficos, cualitativos y cuantitativos en todas sus dimensiones para los diagnósticos y las intervenciones, sabiendo que la mirada experta debe formar parte de ello en todo caso. En una primera fase se estructuró la metodología convencional integral usando el concepto mecanismo de daño y la matriz de diagnóstico con los datos recolectados en campo, para ser parametrizados en un modelo BIM promoviendo su adecuado uso y su análisis, al ser posible integrar todas las disciplinas y las fases que intervienen en el proceso. Este artículo presenta la fase de formulación metodológica para la caracterización de edificaciones en su componente de patología, como instrumento de recolección de información en un lenguaje cualitativo y cuantitativo que se pueda gestionar desde el modelo BIM definiendo una estructura y una ruta para la elaboración del protocolo en sus tres fases: reconocimiento, diagnóstico e intervención, e integrando ordenadamente el análisis de la información mediante el método hipotético-inductivo que caracteriza la patología y que, por ahora, solo puede hacerse de la manera convencional.

Palabras clave: intervención de edificaciones; metodología de diagnóstico; modelación BIM; patología de la construcción; mecanismo de daño; rehabilitación de edificaciones

Abstract

Building Information Modeling (BIM) has generated important changes in architecture. Although pathology studies are no stranger to this, their immersion involves challenges such as harmonizing conventional and contemporary digital languages and making the most of what BIM offers. This project proposed a methodology, from the conventional digital one currently used, towards one compatible with what BIM allows, by integrating graphic, qualitative, and quantitative data in all its dimensions for diagnoses and interventions, knowing that the expert gaze must be part of it in any case. In the first phase, the comprehensive conventional methodology was structured, using the concept of the damage mechanism and diagnostic matrix with the data collected in the field, to be parameterized in a BIM model, that promotes its adequate use and analysis, making it possible to integrate all the disciplines and phases involved in the process. This article presents the methodological formulation phase for the characterization of buildings in their pathology component, as an instrument for collecting information in a qualitative and quantitative language that can be managed from the BIM model. To this end, a structure and a route are defined for the development of the protocol in its three phases of recognition, diagnosis, and intervention, integrating the analysis of the information in an orderly manner using the hypothetical-inductive method that characterizes the pathology and that, for now, can only be carried out conventionally.

Keywords: BIM modeling; building intervention; building rehabilitation; construction pathology; damage mechanism, diagnostic methodology

Introducción

El estudio o el análisis de las edificaciones existentes y, específicamente, sus estudios patológicos deben surgir de aplicar un método científico hipotético-deductivo, donde, a partir de la observación, se formula una hipótesis, se deduce un enunciado observacional, se hace una contrastación de este y, finalmente, se produce la confirmación o la refutación de la hipótesis, de lo cual se concluye la causa del estado de conservación de la edificación como base para una intervención certera de los inmuebles. Como lo explican García et al. (2018), la correcta gestión y la correcta intervención del patrimonio histórico requieren inspeccionar las lesiones producidas y establecer el origen de los procesos patológicos, para así generar intervenciones eficaces. Tomando en cuenta que están íntimamente ligados tanto con la historia del edificio como con sus características materiales, se requiere conocer la secuencia de transformaciones, los materiales, las técnicas constructivas y las condiciones del entorno.

Los mencionados estudios han sido progresivamente integrados en la metodología BIM, cuyo objetivo se enfoca en potenciar el empleo de un modelo de información unificado y completo del edificio sobre el cual desarrollar los distintos procedimientos de trabajo de un modo coordinado, sistemático y eficiente (García et al., 2018). Esta metodología se utiliza para describir un proceso colaborativo para producir y gestionar información electrónica estructurada (Historic England, 2017), pero al referirnos a edificaciones ya construidas es necesario partir de contextualizar que, al ser una edificación histórica, la metodología no se concibe de la misma forma como una construcción nueva o una actual (García et al., 2018): se hace referencia, más bien, a Historic Building Information Modelling (HBIM) (Historic England, 2017) a la hora de referirse a cualquier uso de BIM para el patrimonio y la arqueología, incluidas las aplicaciones de documentación, investigación, conservación y gestión de activos. A efectos del presente artículo, se entiende incluido el HBIM en los procesos de diagnóstico, sin excluir las edificaciones preexistentes no patrimoniales¹.

Como ejemplo de aplicaciones de esta metodología pueden citarse los estudios que se enfocan principalmente en la construcción de modelos HBIM capaces de capturar la información geométrica de los daños o su variación en el tiempo (Antón García, 2019), donde el mayor reto es la captura de los elementos irregulares (Bruno et al., 2018; Chevrier et al., 2010), materiales no homogéneos, morfología variable, alteraciones, daños y diferentes etapas de construcción, todos los cuales hacen que la creación de un modelo tridimensional preciso y detallado sea una tarea difícil (Barazzetti & Banfi, 2017). Lo anterior, tomando en cuenta que las edificaciones históricas presentan irregularidades, ya sea por la degradación o las deformaciones sufridas durante su ciclo de vida o, simplemente, debido al proceso manual de su realización, lo cual hace que se requiera un análisis específico sobre la modelización y la digitalización de la información, donde, a su vez, se requiere unificar las convenciones, desarrollar familias para cada tipo de lesiones y que estas sean de uso común, además de generar lineamientos que permitan precisar los levan-

tamientos y la toma de datos en campo (Maiezza & Tata, 2019). En ese sentido, si bien esta metodología resulta eficiente y facilita el manejo y la integración de la información en plataformas colaborativas, su proceso de implementación nos pone de cara frente a desafíos que deben ser estudiados, y que evidencian la necesidad de un lenguaje común, que permita un registro y un manejo de información detallada entre el equipo interdisciplinar que participa en el estudio, así como la creación de familias u objetos paramétricos que puedan conformar bibliotecas generales de uso común, como ya existe para edificaciones nuevas (Rivera et al., 2018).

En cuanto a la integración de la información, desafortunadamente, incluso desde antes de la masificación y la regularización del BIM o el HBIM, los diagnósticos y los demás estudios involucrados en los procesos de análisis e intervención sobre lo construido se han consolidado como actividades casi independientes, que se trabajan por especialidades, aunque forman parte de un solo proceso, pero se analizan de manera aislada (Martín Talaverano et al., 2018). La patología no es ajena a ello, pues, si bien debe relacionarse y se nutre con la información de todas las especialidades que acompañan un diagnóstico, el énfasis suele estar en acopiarla de manera limitada, a fin de entregar las conclusiones y las recomendaciones específicas para la intervención y, muchas veces, sin que se involucren los resultados de los demás estudios, o sin que trasciendan de manera directa hacia el proyecto por generar, debido a que su lenguaje de representación no suele integrarse de forma eficiente al modelo tridimensional. Por ello, usualmente una parte de lo alcanzado por el estudio patológico no se integra, se queda corta o no se utiliza en el proceso de diseño, de construcción o de uso, lo que en un entorno BIM resulta injustificable, pues va en contra de su propósito y de la posibilidad de gestionar y analizar integralmente la información, en un flujo continuo y actualizado.

Con la implementación del BIM, estas relaciones inconexas entre las partes de los proyectos se hacen mucho más evidentes, pues saltan a la luz los vacíos en el proceso, agravados por la ausencia de un análisis integral, ante la idea errónea de que la tecnología resuelve gran parte del problema. Dichos vacíos pueden dar como resultado una gran cantidad de información sin análisis exhaustivo, lo cual hace evidente la necesidad de estandarizar lineamientos para trabajar en un entorno colaborativo. Khalil et al. (2020) sugieren seguir investigando para abordar los retos en la estandarización de los entornos BIM y sus formatos de datos, que mejoren la capacidad de integración de la información y la participación de los diferentes actores involucrados en el análisis de la construcción. El registro de los datos patológicos también sigue siendo un reto: almacenar y visualizar la multitud de hallazgos que requieren seguimiento y análisis detallados necesarios para la conservación hace que este ámbito requiera más investigación para resolver tales problemas.

En la actualidad se cuenta con la combinación de múltiples métodos de recolección de datos —incluso, en tiempo real—, pero si son implementados sin un hilo conductor ni una estructura epistemológica sólida o profunda, compatible con el enfoque BIM, se pierde no solo el análisis del problema, sino la posibilidad de aprovechar el potencial de gestión de la información de la edificación, que se pretende con estas tecnologías. A lo anterior se suma una

1 Se incluye aquí aun el *Existing Building Information* (EBIM).

antigua problemática, referente a la pérdida del pensamiento gráfico (Amenedo, 2014), generada por la sustitución del dibujo en papel por el uso de los programas de diseño asistido, donde la riqueza del análisis crítico no se promueve adecuadamente, lo cual favorece aún más la ausencia y la falta de integración de la información.

El enfoque de generación y gestión de información integral para la edificación permite obtener análisis más efectivos, pues promueve identificar la interrelación y la correlación que hay entre las partes, como se sugiere para el estudio macro del patrimonio (Martín Talaverano et al., 2018), donde lo fundamental es la comprensión de la forma como estos datos se encadenan entre sí, el potencial que tiene cada uno de ellos por separado y en conjunto, dentro del flujo de información en todas las etapas de la edificación y del proyecto, o con protocolos como el desarrollado por Jordán (2019), denominado *BIMlegacy*, que permite integrar la información de documentación y el registro de datos y objetos complejos, lo cual deja clara la necesidad de profundizar en el estudio de modelado de las patologías. Dicho estudio se estructura desde el modelado y el registro de información general, sin contemplar el diagnóstico patológico ni el manejo de la información necesaria para el estudio. Por otra parte, autores como Barontini et al. (2021) plantean una metodología para el registro de información y desarrollan familias paramétricas de las lesiones, con la posibilidad de hacer seguimiento; sin embargo, no abordan completamente el proceso de diagnóstico por mecanismo de daño, para llegar a un diagnóstico preciso.

Entre quienes investigan sobre el tema de HBIM y este tipo de modelación en proyectos patrimoniales, el énfasis lo tiene la elaboración del modelo a través del levantamiento arquitectónico con la parametrización de la geometría y la materialidad, al lado de la información contextual y de la evolución constructiva de la edificación, donde la inclusión de los datos patológicos de deterioros se hace solo de manera gráfica, manualmente o a partir de nubes de puntos, como en los procedimientos que sugiere Guerrero et al. (2021).

Mediante desarrollos tecnológicos relevantes, como el de Rodrigues et al. (2022), se plantea una metodología que involucra la inteligencia artificial (IA) y el uso de sistemas de programación informática para el procesamiento de imágenes con deterioros, las cuales conforman una base de datos a partir de la cual se pueden automatizar y clasificar las anomalías de las edificaciones en un entorno BIM; también, se usa *deep learning* para la detección inteligente de grietas en edificios, desarrollada por Zheng et al. (2020), o la segmentación automatizada de estas en imágenes de inspección de fachadas, planteada por Chen et al. (2021).

Estas metodologías permiten detectar y procesar, de manera ágil y eficiente, información asociada a los deterioros generando datos sobre estos que, indudablemente, requieren un procesamiento basado en la comprensión del deterioro a partir de un análisis metodológico asociado al mecanismo de daño y a las condiciones particulares de cada lesión, donde no siempre las lesiones con forma y apariencia similares pueden tener el mismo origen. Tal es el caso de las humedades, cuya manifestación es una mancha, a la que siguen la afectación del acabado superficial, el abombamiento, el cambio de color y la presencia de organismos, etc.; pero el origen de las

humedades es variable y requiere un análisis de variables y proceso de validación de la causa de cada una de ellas; es decir, identificar de manera precisa la fuente de humedad.

Aún con el BIM, quedan a criterio y manejo del experto el análisis de la interacción y la interpretación de todos los datos allí incluidos, como algo que la tecnología no resuelve por sí sola y con lo cual hay que ser minuciosos a la hora de generar un estudio patológico valiéndose de herramientas BIM o de las distintas tecnologías para documentar y gestionar la información que en torno a este se propone. En ese sentido, para el patólogo y para cualquiera de los modeladores y de los especialistas, como parte del equipo de estudios y diseños para intervenir un inmueble, inmersos en un entorno BIM, el proceso debería, entonces, involucrar una mirada más integral sobre el estudio macro insertándose de una manera más efectiva, que promueva un análisis completo y a fondo aprovechando las ventajas del entorno colaborativo. Por tal motivo se propuso esta metodología, con el fin de identificar la forma más acertada de hacerlo y superar la idea errónea de que la tecnología BIM por sí sola define parte del análisis o, en el otro extremo, que, al mantener parte de la información de manera digital de modo convencional, esta resulta incompatible con el enfoque BIM, lo cual fomenta la ruptura de las metodologías tradicionales.

Tomando en cuenta lo anterior, en el marco del proyecto de investigación *Caracterización y clasificación técnica preliminar de las edificaciones patrimoniales colombianas como insumo para su protección sísmica-Primera fase* se requería una metodología sistemática y completa que superara las dificultades de integralidad del análisis en la definición del estado de conservación y su compatibilidad con el modelo BIM. Por ello, el grupo de investigación DRICMAEC partió de la hipótesis de que una metodología sistemática elaborada con un lenguaje compatible con el BIM, como base del estudio patológico, ofrecería un proceso adecuado para recolectar y organizar la información necesaria para la caracterización técnica de los inmuebles, pero con la estructura epistemológica requerida como complemento del modelo digital para el análisis y la gestión de la edificación para lo cual fue creado.

Esto no solo se restringiría a las fases de estudio en los proyectos de intervención, sino que se extendería a las demás etapas del ciclo de vida del inmueble, que se relacionan con las dimensiones establecidas en la metodología BIM, 3d, 4d-tiempo, 5d-costos, 6d-sostenibilidad y 7d-mantenimiento (Yang et al., 2021). Esto, a su vez, siempre y cuando se presentara una estructura sólida de reconocimiento y análisis, que soporte el modelado y la gestión de información con datos determinados, que a futuro pudiesen ser también parametrizados para su inclusión, aprovechando la mayor cantidad de herramientas que ofrece el BIM, estudio que ya está adelantando el grupo de investigación, como continuación de lo presentado en este artículo; es decir, la redacción y el ajuste metodológico digital convencional y la definición de los aspectos necesarios para la parametrización para su inserción en el entorno BIM, de manera razonada.

El objetivo general fue, entonces, definir la metodología de diagnóstico patológico, para determinar el estado de conservación de las edificaciones estudiadas, con un lenguaje compatible para su parametrización dentro del entorno BIM.

Esta metodología sirvió de base para la recolección, el registro y el análisis de la información en campo de las edificaciones estudiadas. Todo ello sirvió de insumo en la siguiente fase, donde se incorporó dentro de los modelos BIM creados para estas edificaciones, buscando superar las dificultades propias de generar diagnósticos que realmente surjan de la aplicación de un método hipotético deductivo, más allá de la obtención de un registro de datos sin integrar.

Para ello se construyó un estado del arte y se revisaron en detalle las metodologías propuestas para los estudios patológicos tradicionales, así como su inmersión en el BIM. Se definieron, a través de casos prácticos, su utilidad, su alcance, sus posibilidades y los resultados de la aplicación en los estudios; se identificaron también los vacíos en su concepción, e incluso, en su versión completamente convencional y anterior al BIM y definiendo la necesidad de involucrar, de manera integral y sistemática, los datos relacionados con el modelo tridimensional, hasta alcanzar su interrelación desde el reconocimiento del inmueble hasta el proyecto general, su ejecución y su etapa de uso, para lograr, entonces, mejores resultados y facilitar la toma de decisiones fomentando una verdadera relación entre la teoría y la práctica.

El estado del arte, frente a las metodologías de diagnóstico, mostró que, usualmente, los estudios se acogen a las tres fases estructurantes planteadas por Monjo-Carrió (1997), abordando el proceso desde el estudio y la comprensión del caso, su materialidad, sus características y la definición del estado de conservación, a partir de la confirmación de su desempeño mediante métodos de ensayo, análisis y exploración, hasta la fase de conclusiones y recomendaciones que deberían ser tomadas en cuenta en el proyecto, como se muestra en la Figura 1.

Así mismo, se identificó que los métodos tradicionalmente utilizados pueden resultar insuficientes en un entorno BIM, el cual supera la lógica de los datos de entrada y de salida y su posterior análisis, para ir más allá, hacia un enfoque sistémico del ciclo de vida de la edificación, toda vez que los datos ingresados son básicamente gráficos y, si bien se recopila información de gran valor en el estudio, esta se subutiliza y no queda enlazada con los otros componentes. Aunque las herramientas BIM ofrecen la posibilidad del manejo simultáneo de un gran volumen de información, en el campo de la patología aún persiste la necesidad de un proceso de reco-

pilación y análisis paralelo, que depende de quien realiza el estudio, lo cual continúa trabajándose de manera tradicional.

Por otra parte, en cuanto al BIM, es evidente el avance que han logrado las compañías desarrolladoras de *software* frente a su utilidad en las intervenciones sobre las edificaciones existentes y el ciclo de vida de los inmuebles, pero, como lo resalta (Mojica et al., 2016), el mayor esfuerzo se ha centrado desde su inicio en la documentación y la recolección de datos, así como su parametrización (Cheng et al., 2015) o en la inclusión de los elementos evolutivos y materiales, cuando se trata de edificaciones existentes (Cheng et al., 2015). Así, la patología, como otros componentes, en algunos casos se sigue tratando de manera convencional en el entorno BIM (Sureda, 2018; López et al., 2018), lo que no garantiza una información centralizada, común e interoperable entre todos los agentes antes, durante y después de la construcción. Entonces, los vacíos se evidencian al no generar un idioma común que facilite una navegación por todas las fases, pues no se recurre a modelaciones tridimensionales de las lesiones, sino a representaciones bidimensionales, y eso genera que todo el potencial de la información recabada quede sin utilizarse o se utilice erróneamente. Por ende, en palabras de Fernández et al. (2018), se requiere, dentro de las posibilidades de mejoras en la implementación de la metodología BIM, respecto al procedimiento tradicional: el desarrollo de estudios patológicos, con la posibilidad de visualizar en un modelo 3D los ensayos y los análisis realizados; que el modelo permita, de forma rápida y sencilla, acceder a los datos más importantes de las inspecciones realizadas, así como de los procesos de deterioro más representativos, documentados a partir de la estandarización de procesos y el manejo de la información, y unificar las convenciones que faciliten el lenguaje para el diagnóstico de las edificaciones. Por su parte, Bruno et al. (2018) afirman que en la actualidad no se cuenta con aplicaciones ni trabajos investigativos sobre la integración de los datos de diagnóstico, por lo que sugiere futuros desarrollos en el tema, así como la posibilidad de manejar datos de diagnóstico computables, de manera que se logre automatizar el diagnóstico, por cuanto hacerlo les permitiría a los diseñadores tomar decisiones sobre intervenciones adecuadas mediante algoritmos lógicos.



Figura 1. Proceso de estudios y diseños para la intervención sobre lo construido.

Fuente: elaboración propia (2021).

Metodología

Metodología para la inclusión del diagnóstico patológico en el entorno de *Building Information Modeling*

Partiendo de la metodología convencionalmente usada, se inició la revisión de los datos involucrados en cada una de sus partes y la relación establecida entre sí, a través de casos de estudio realizados por diferentes profesionales y tipos de edificación (Chica, 2018). Así mismo, se revisaron las propuestas de inclusión de los estudios patológicos en el entorno BIM identificando los diferentes enfoques y la prioridad en cada uno de los casos; se establecieron así los vacíos o los puntos de fractura en y entre las etapas precedentes y posteriores a los estudios patológicos a la hora de su inclusión en los modelos, sobre los cuales se sustentó el desarrollo de la metodología para el proyecto. De esta manera se definió la necesidad de lograr que los procesos, los procedimientos y los insumos habitualmente manejados en la patología de la construcción, ya convertidos en datos, sean compatibles, se interrelacionen y permitan gestionar la información a partir de modelos que contribuyan a establecer un flujo permanente de información en todos los sentidos para las diferentes fases de la edificación; es decir, no solo sobre las formas de eliminación de las causas y la reparación de las lesiones, que es como convencionalmente se utiliza.

El mecanismo de daño como elemento estructurador del ciclo

Inicialmente, como se ve en la figura 2, se discriminaron los datos de las tres fases en reconocimiento de las caracte-

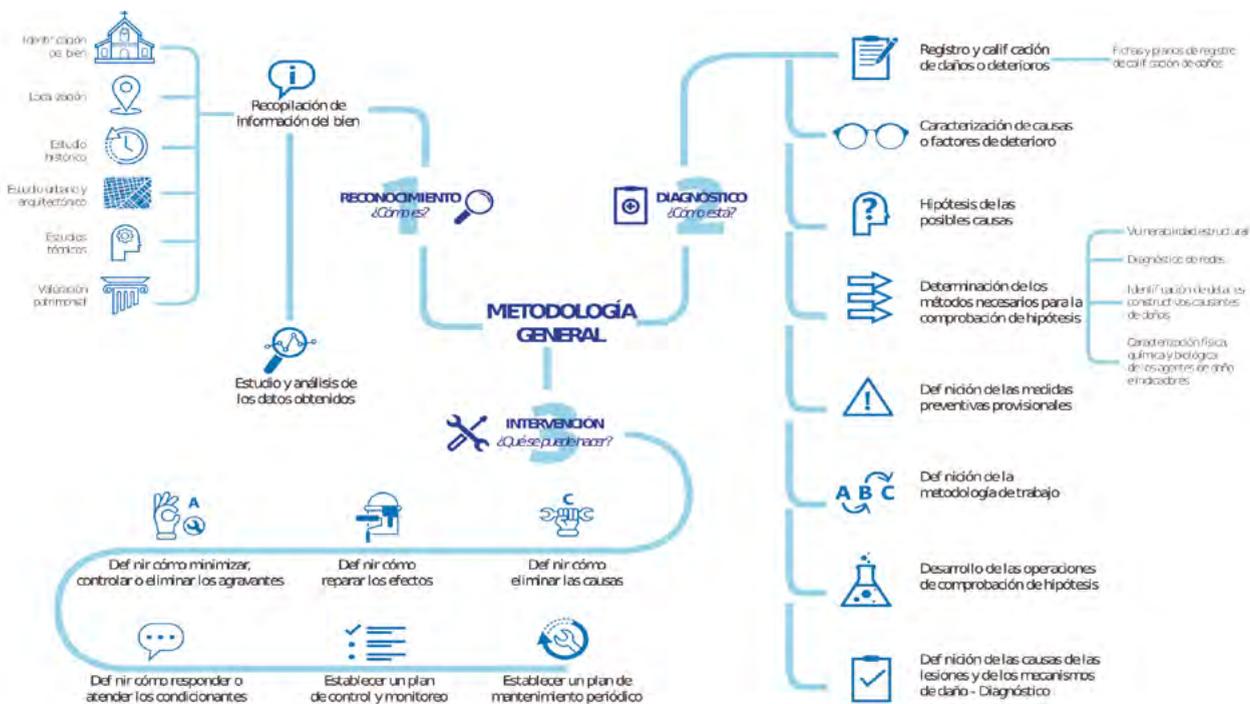


Figura 2. Estructura de la metodología.

Fuente: dibujo de Silva-Correa, Gabriela (2019).

terísticas de la edificación; es decir: *¿cómo es?* (la identificación del estado actual del inmueble, reflejado en el diagnóstico), *¿cómo está?* Y, finalmente, una propuesta de intervención enfocada en *¿qué puede hacerse?* buscando superar las condiciones que afectan la habitabilidad, la funcionalidad, la estabilidad, la seguridad o la durabilidad.

A partir de la estructura metodológica expuesta en la figura 2, se definió como elemento estructurador del proceso metodológico el mecanismo de daño que da origen a la patología de la edificación, el cual se caracterizó detalladamente definiendo cuáles eran sus componentes, como lo muestra la figura 3, pues se identificó que, además de resolver el diagnóstico patológico, comprendía varios de los elementos necesarios para llenar los vacíos propios del estudio y de la relación entre las fases precedentes y posteriores en un entorno BIM.

El mecanismo de daño se encuentra formulado como el resultado de la incidencia de un agente patógeno, que es el verdadero origen del daño, pues cuando empieza a actuar, bien sea en un elemento en adecuado estado de conservación o en uno con un defecto preexistente, desencadena un proceso de deterioro específico, en un orden determinado que no solo da cuenta de la gravedad del daño, sino que permite predeterminar una posible trascendencia, en caso de no atenderse a tiempo. Para explicar el concepto de mecanismo de daño o evolución de la enfermedad, puede realizarse una analogía con un caso conocido en la evolución de una humedad, como se muestra en la tabla 1.

Cada deterioro que se observa en una edificación tiene un mecanismo de daño asociado conocido, como, por ejemplo, la humedad que resulta en un desprendimiento de la pintura o la pudrición de la madera y, finalmente,

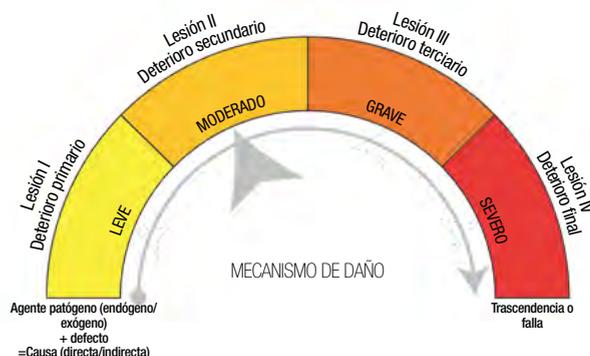


Figura 3. Estructura del mecanismo de daño en patología.

Fuente: dibujo de Silva-Correa, Gabriela (2019).

en el colapso de la estructura, todo lo cual define una secuencia en la que es posible identificar en qué momento del proceso de daño se encuentra el elemento, gracias a lo cual, además, se puede anticipar qué va a pasar si no se interviene en ese punto.

El reto al iniciar el estudio radicará, entonces, en poner en orden la información que salta a la vista desde el edificio en una primera inspección, como se ve en la tabla 1, a la izquierda, aunque a primera vista se encuentre de manera dispersa y desordenada, como se ve a la derecha. Es allí donde se tiene la necesidad de un método que permita ir construyendo y ordenando paso a paso el mecanismo de daño, que es el fin último del estudio, pues el entorno BIM, por ahora, no tiene definido un proceso claro que permita integrar la información que se recolecta en estas inspecciones y trasladarlas a los modelos, por lo cual es necesario garantizar que dicha información sea incluida

de manera ordenada, con un lenguaje común, un sentido claro relacionado con la ocurrencia del mecanismo de daño y dispuesta para el análisis del experto, donde la definición de una metodología específica de diagnóstico resulta útil para utilizar adecuadamente la información que integra el modelo en el entorno BIM.

Resultados

La propuesta general de la metodología se presenta en la figura 4.

Es importante determinar de manera precisa la información cualitativa y la cuantitativa con las que serán alimentados los modelos tridimensionales, con algunas características asociadas al tipo de daño, por lo cual aún es necesario empezar a relacionarla y analizarla como se haría en un estudio convencional. Para ello se requiere disponer de

Agente patógeno	▪ Agua que ingresa por la cubierta (lluvia de la tormenta).
Defecto	▪ No existía.
Causa	▪ Agua lluvia que, con fuerza, desplaza las tejas.
Lesión primaria	▪ Desplazamiento de las tejas.
Lesión secundaria	▪ Pudrición de las vigas de madera de la estructura de cubierta.
Lesión terciaria	▪ Deformación de las vigas de madera de la estructura de cubierta sobrecargadas, por la ausencia de la viga afectada.
Otras lesiones	▪ Deformación del tablero de la cubierta. ▪ Aparición de otros puntos de humedad de filtración. ▪ Humedad en los muros. ▪ Humedad en el piso.
Trascendencia	▪ Colapso de la cubierta.
Agravantes	▪ Zona de tormentas frecuentes. ▪ Falta de mantenimiento.



Tabla 1. Explicación de un mecanismo de daño en una humedad.

Fuente: elaboración propia (2021).

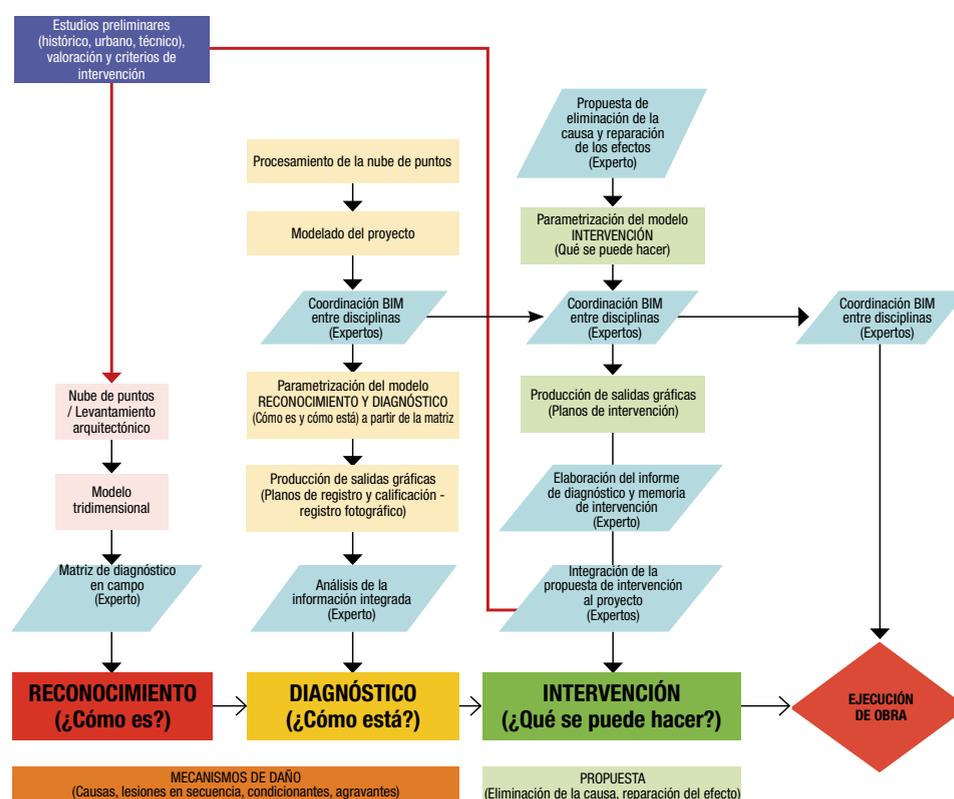


Figura 4. Metodología propuesta para la gestión de la información patológica integrada al entorno BIM.

Fuente: elaboración propia (2021).

una estructura compatible con la lectura que puede generarse en un modelo BIM a través de la parametrización de los daños con su tipificación y de manera secuencial, como van apareciendo, como capas superpuestas en el tiempo, tal como se presenta un mecanismo de daño, para, entonces, hacer comprensible el proceso y, por ende, facilitar el diagnóstico. Es allí donde la presente propuesta evidencia su utilidad, pues permite también referenciar información de los elementos alineada con las coordenadas reales del proyecto, a fin de detectar puntos críticos, correlacionarlos con datos propios del contexto e, incluso, ejercer seguimiento mediante monitoreo remoto.

El mecanismo de daño está basado en la información previa de reconocimiento de la edificación, caracteriza su desempeño y arroja conclusiones útiles para elaborar el proyecto de intervención y uso, por lo cual, a su vez, constituye el hilo conductor del flujo de información en el ciclo de vida cuando se estudia la materialidad; es decir, desde cuando está sano, cómo se va afectando y hasta cuando se lo interviene o se deteriora hasta la ruina. Lo anterior, siempre y cuando se logre recolectar todos los datos y se los parametrize analógicamente, de forma sistemática y continua en relación con las demás partes del proceso, al señalar de manera oportuna los puntos críticos por atender en la edificación, según factores como su constitución material, su edad, su estado de conservación, su durabilidad y su contexto, entre otros.

El mecanismo de daño adecuadamente establecido aportará información sobre el momento en el cual actuar y la forma de hacerlo de manera oportuna, mediante mecanismos como la inspección técnica de edificaciones (De Santiago & González, 2019); por eso resulta útil no solo en fases de intervención, sino en los diseños, los planes de mantenimiento o los procesos de inspección a lo largo del ciclo de vida, como lo muestra la figura 5, pues los mecanismos de daño aparecerán en diversos momentos, debido al normal deterioro progresivo de las edificaciones, como se ve en la parte baja de la imagen, y su ocurrencia o su incidencia dependerán de su identificación y su atención temprana o su adecuada prevención, como se expresa en la parte superior.

Los mecanismos de daño registrados en el modelo *Building Information Modeling* a través de la matriz de diagnóstico

Para construir el diagnóstico aplicando esta metodología del mecanismo de daño como unidad básica (agente patógeno-lesión y trascendencia) y recolectando la información necesaria para enlazar a otros datos en el modelo HBIM se requiere, entonces, basarse en información específica sobre el bien, el “cómo es”; es decir, haber reconocido e interpretado previamente el edificio. A ello seguirá reconocer “cómo está”, por parte del experto en patología, lo cual significa ver los daños que hoy tiene, para poder concluir las causas.

Para ello se requerirá elaborar el proceso de calificación o denominación precisa de los daños, determinando su gravedad, sobre el registro realizado en la primera fase, que es lo que ofrece el modelo HBIM, como muestra la figura 6. Los daños se ordenarán secuencialmente, tras lo cual se formularán las hipótesis de las posibles causas, que es lo que resulta del método científico hipotético-deductivo hasta ahora, no reemplazado por el BIM, sobre lo cual se está trabajando actualmente en una etapa posterior, a partir de la metodología y la parametrización convencional aquí planteadas.

Se propone, además, vincular al modelo la información proveniente de las distintas técnicas implementadas para la caracterización física, química, mecánica, biológica y mineralógica de los materiales y sus deterioros; dichas técnicas involucran múltiples ensayos y datos, muchos de los cuales se recolectan de manera manual y dan pie a posibles inconsistencias en su manipulación, lo que podrían mitigarse mediante la automatización, lo cual también se está trabajando actualmente en el proyecto, a partir de los resultados de la primera fase. Esto, teniendo en cuenta lo expresado por Khalil et al. (2020), quien destaca la relevancia de los datos de patología, ya que pueden beneficiarse de la realización de los conceptos *gemelo digital* e *internet de las cosas* (IoT), pues a partir de ellos pueden proporcionarse datos de seguimiento actualizados y cruciales de cualquier patología identificada que requiera dicho seguimiento y mantener actualizada la información, lo que puede conducir a una planificación más oportuna, más realista, más precisa y más fiable para la conservación del edificio y para abordar los riesgos patológicos urgentes.

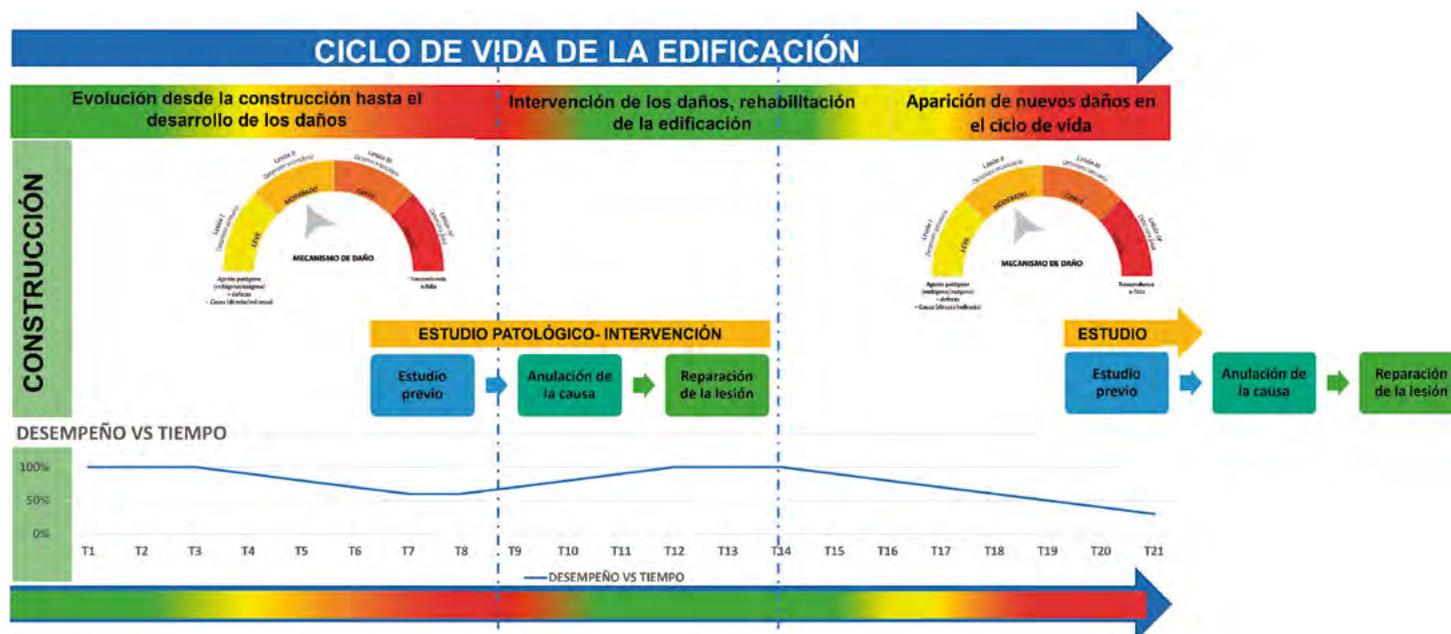


Figura 5. Mecanismo de daño en el ciclo de vida de la edificación. Fuente: elaboración propia (2021).

Por último, el componente de intervención, que comprende la eliminación de la causa y la reparación de los efectos, será expresado en términos de ítems y capítulos de obra relacionados de manera directa con la información recolectada inicialmente sobre el inmueble, sin perder la coherencia entre lo encontrado al principio y las propuestas que se realizan, que genere un hilo conductor capaz de asegurar la relación entre todos los componentes. Todo ello facilitará el paso a la extracción de la información parametrizada en el modelo, la cual será útil para elaborar tablas a partir de parámetros compartidos, necesarias para conformar el presupuesto, las especificaciones y la programación de obra, para su integración al proyecto en las fases de intervención y de mantenimiento. En esta última, a futuro se tienen variadas posibilidades y retos por resolver, como lo plantean Lu et al. (2020), al integrar otras tecnologías, como la IA, *machine learning* y el análisis de datos, para crear modelos digitales dinámicos.

La organización integral y secuencial de la información permite estructurar sistemáticamente el proceso de definir el estado de la edificación, con el fin de racionalizar y presupuestar adecuadamente las operaciones de intervención, de modo que se integren adecuadamente al entorno común de datos, que conformará el expediente técnico de la edificación².

Para lo anterior, es necesario definir los comportamientos específicos del edificio estudiado, las acciones necesarias y los momentos en los cuales dichas acciones deben ser aplicadas, priorizando la atención de los daños según su gravedad.

Siguiendo la misma lógica, esta metodología incluye la formulación de unas salidas gráficas a partir de formatos de base, que pueden ser modificados en función del caso específico de estudio, para garantizar la eficiencia en el trabajo. Dichas salidas gráficas se denominan *fichas de registro, calificación de daños y prediagnóstico*, como se

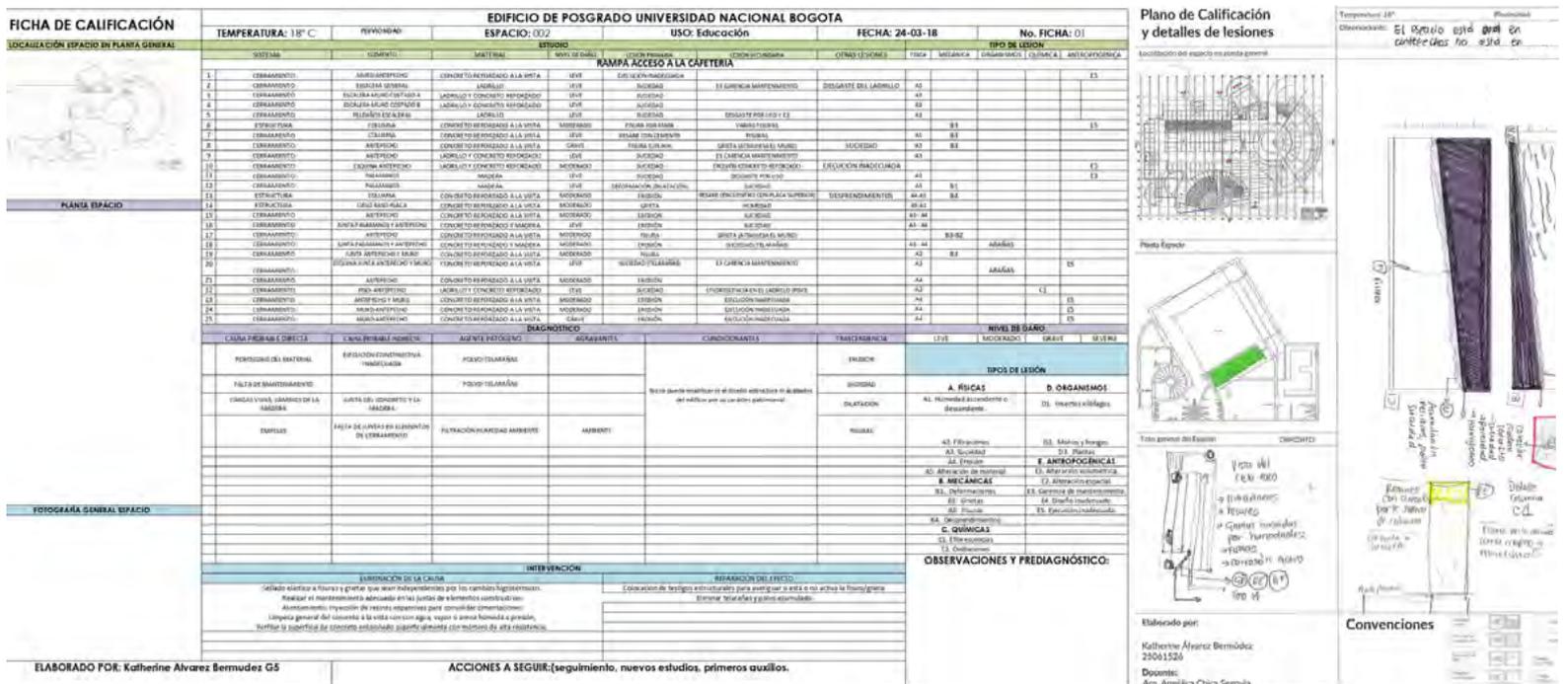
2 El expediente técnico, o *dossier* técnico (Chica Segovia, 2008), se refiere a la integración de información técnica, histórica, gráfica y del estado de conservación, entre otros, del inmueble; esta es útil en las diferentes etapas del ciclo de vida de la edificación y debe ser tenida en cuenta para la toma de decisiones.

muestra en la figura 8 y su detalle en la tabla 2. La matriz, por su parte, es el insumo para el desarrollo de alternativas para recolectar y visualizar la información que se está trabajando actualmente en el proyecto, con el fin de promover que la información sea digital desde su recolección, para facilitar así su uso, su disponibilidad y su confiabilidad.

Con las salidas gráficas consignadas en la matriz se busca calificar y diagnosticar el edificio en todas sus dimensiones y sus componentes, utilizando los capítulos de obra comunes, compatibles con la parametrización del modelo tridimensional; todo ello, orientado a saber *cómo* es; a su vez, los capítulos, pueden unirse o dividirse en partes más pequeñas, dependiendo del tipo y de la complejidad del caso de estudio. De estos mismos elementos se registrarán los daños encontrados, para responder a la pregunta: *¿Cómo está?* En este caso, el modelo tridimensional suplirá la información gráfica y las fichas aportarán la información complementaria elaborada por el experto en campo.

La matriz de diagnóstico también aportará la información cualitativa y cuantitativa complementaria para las salidas gráficas de registro y calificación de daños desarrollados a partir del modelo HBIM, donde se incluirán de manera tridimensional las lesiones encontradas en campo, lo que permitirá *generar los planos de calificación*; es decir, dotar de atributos y parámetros las lesiones registradas mediante las nubes de puntos o las fotogrametrías para el modelo tridimensional, en vez de solo la información gráfica³. Después de esto, los datos deben analizarse críticamente, clasificarse, medirse y tipificarse según lo encontrado y, a partir de allí, tener una lectura integral del problema, lo cual hasta ahora solo puede lograrse manualmente, a partir del conocimiento y la experiencia, de allí el cuidado cuando se confía todo el proceso al modelo tridimensional.

3 Con este método se logra que toda la construcción quede registrada, lo cual facilita obtener información real y completa, al aportar información cualitativa y cuantitativa compatible con el modelo BIM, pues todos los daños pueden parametrizarse en tipo, extensión, momento de aparición, secuencia y gravedad, entre otros datos útiles al diagnóstico.



4 Figura 8. Ejemplo de fichas de registro y calificación.

Fuente: elaboración propia; Bermúdez, Katherine (2021).

Para facilitar esa lectura y ese análisis se generó una serie de convenciones que representan las propiedades del objeto; propiedades no solo físicas (masa, peso, volumen, etc.), sino, además, su estado actual (causas, lesiones, nivel de daño, etc.) y que recogen, a su vez, los parámetros de los deterioros para su inserción en el modelo BIM. Estas informaciones se relacionan entre sí siguiendo la secuencia del mecanismo de daño, a través de lo cual después podrán integrarse al modelo, por ahora como metadatos, y más adelante, como anotaciones (*elements keynotes*), como se muestra en las figuras 9 y 12, donde quedan asociados la materialidad y el diagnóstico.

Cada conjunto de convenciones conformará un mecanismo de daño, y así se tendrá claramente diferenciada la lesión, junto con la causa y el origen, así como su secuencia de aparición; todo ello será el reflejo de la información consignada en la matriz de diagnóstico elaborada por el experto. La profundidad de la lesión y el área alcanzada también incidirán en la determinación del nivel de daño, para lo cual puede utilizarse una combinación de estos tres factores, como se muestra en la figura 11. Con esta tabla

podrá valorarse, en una medida razonada y comprensible, la gravedad del daño, por lo que será posible hablar un lenguaje común entre quienes participan en el equipo a cargo del modelado y determinar la prioridad de atención más adelante, a la hora de formular la intervención.

A lo anterior, le seguirá la contrastación de los datos con métodos de análisis específicos, cuyos resultados —también, mediante una parametrización convencional, por ahora— son susceptibles de incorporarse al modelo BIM. Para ello, igualmente, se han elaborado instrumentos de registro sistemático; como un ejemplo de dichos instrumentos desarrollado por el equipo, se muestra el de medición de humedad directa con humidímetro de contacto, dado en porcentaje y posición, con los datos tomados en campo, que se grafican y posteriormente se relacionan de forma directa con el edificio y, en este caso, con el modelo, como se muestra en las figuras 12 y 13. Se define así la forma de integrarse al entorno BIM, para lo cual ya se encuentran disponibles múltiples métodos de adquisición convencional de datos mediante dispositivos de monitoreo remoto.

COMPONENTE 1: RECONOCIMIENTO ¿Cómo es?				COMPONENTE 2: DIAGNÓSTICO ¿Cómo está?													
Item	Reconocimiento			Diagnóstico													
	Sistema afectado	Técnica constructiva	Materiales componentes	Lesiones (secuencia)			Nivel de daño			Causas							
				Secundaria	Terciaria	Otras	Leve	Moderado	Grave	Severo	Directas (Endógenas)			Indirectas (exógenas)			
											Física	Mecánica	Química	Biológica	Diseño	Ejecución	Uso
1	Cimentaciones																
1.1	Cimiento ciclópeo	Ciclópeo	Piedra, cal y														
1.2	Vigas de amarre	Concreto vaciado en sitio	Concreto y acero				X				Socavación del relleno por escorrentías	Pérdida de soporte de la losa				Recolección insuficiente de escorrentía	

Tabla 2. Ejemplo de matriz de diagnóstico (reconocimiento y diagnóstico).

Fuente: elaboración propia (2021).



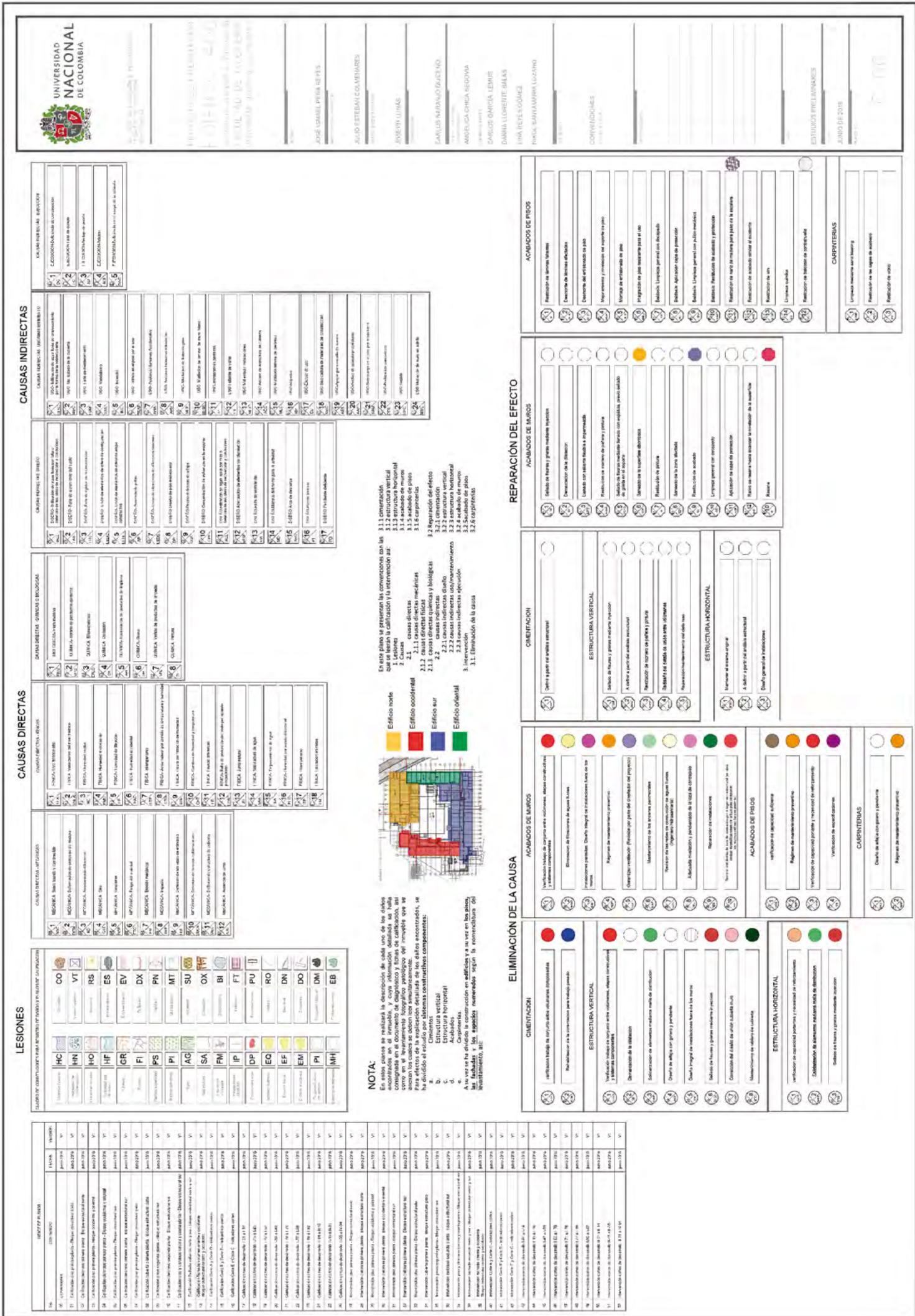


Figura 9. Ejemplo plano de registro y calificación parametrizable en un modelo BIM.
Fuente: elaboración propia; García Carlos, Llorente Danna y Bermúdez Katherine (2021).

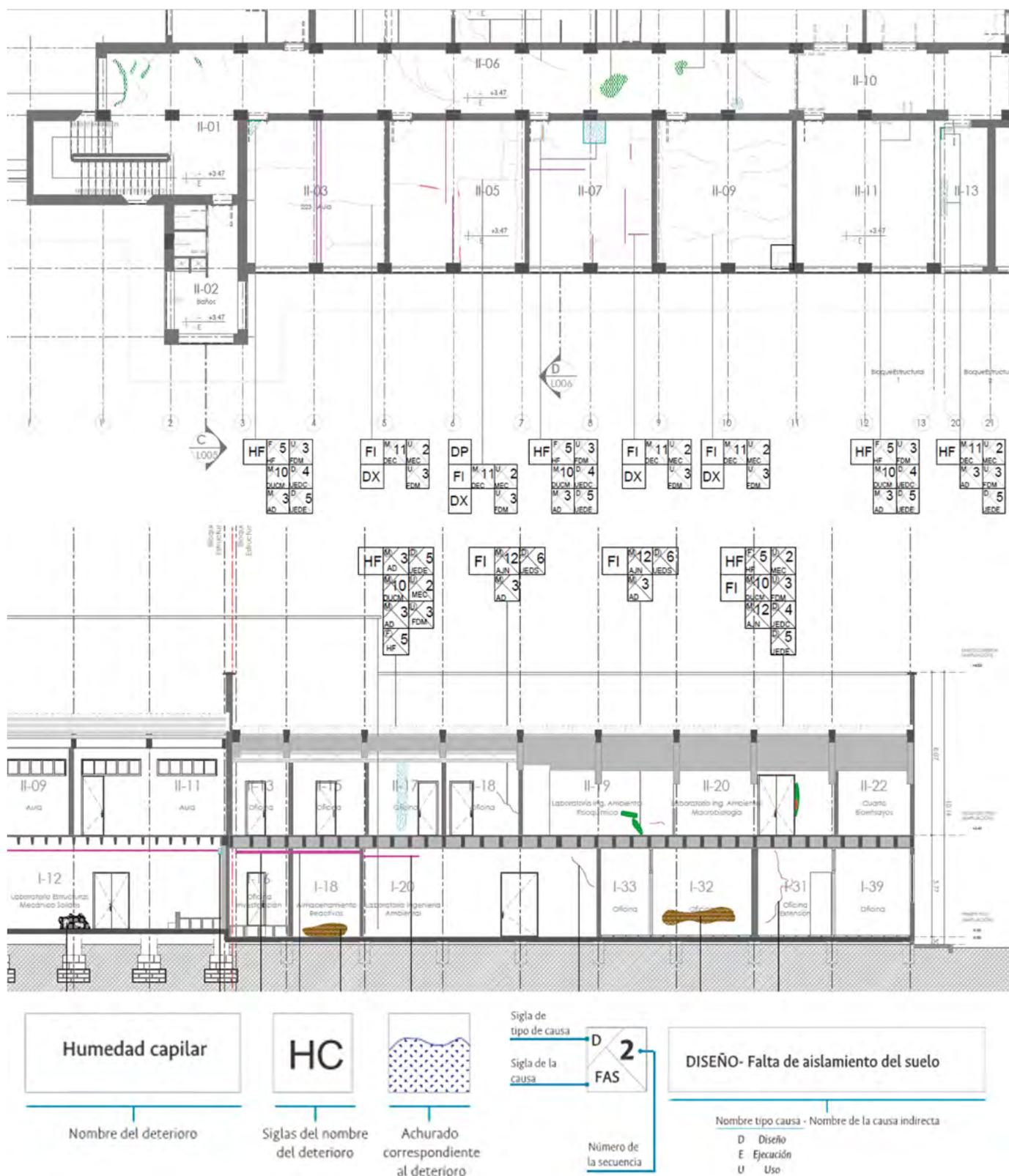


Figura 10. Ejemplo plano de registro y calificación parametrizable en un modelo BIM.

Fuente: elaboración propia; García Carlos, Llorente Danna y Bermúdez Katherine (2021).-

Continuando hacia el tercer componente de intervención, este contemplará la eliminación de la causa y la reparación del efecto, información obtenida al haber determinado los elementos y las cantidades de material afectados, medibles en el modelo, al disponerse del diagnóstico claro cruzado con la intervención para cada mecanismo de daño y sus respectivos niveles de avance identificados. Esto permite producir las cantidades de obra para el presupuesto de intervención y las especificaciones claras, en correspondencia con los metadatos con los que se ha alimentado el modelo, complementados con las salidas gráficas, según se muestra en la figura 14, —las convenciones son

pertinentes en las salidas gráficas, pero el modelo BIM contendrá toda la información dentro de las propiedades de cada elemento—.

Tomando en cuenta la importancia de la valoración, la metodología planteada para el estudio patológico está pensada para que vincule la propuesta de análisis, la valoración, el diagnóstico, el diseño y la intervención con la ejecución de la obra, considerando, a su vez, que actualmente existe un problema entre esos dos escenarios —lo diseñado y lo que se construye—, lo cual genera sobrecostos y reprocesos en obra, además de afectaciones irreversibles en los inmuebles y sus valores.

DETERMINACIÓN DEL NIVEL DE DAÑO SEGÚN LA RELACIÓN: AVANCE DEL MECANISMO + PROFUNDIDAD + EXTENSIÓN										
AVANCE DEL MECANISMO DE DAÑO										
		1. Mancha de agua	2. Suciedad	3. Eflorescencia	4. Biodeterioro	5. Fisuración en mapa	6. Erosión	7. Desprendimiento		
PROFUNDIDAD	>71%	MODERADO	MODERADO	GRAVE	GRAVE	GRAVE	SEVERO	SEVERO	>71%	EXTENSIÓN
	61%-70%	MODERADO	MODERADO	MODERADO	GRAVE	GRAVE	GRAVE	SEVERO	61%-70%	
	51%-60%	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	GRAVE	GRAVE	GRAVE	51%-60%	
	41%-50%	LEVE	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	GRAVE	GRAVE	41%-50%	
	31%-40%	LEVE	LEVE	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	GRAVE	31%-40%	
	21%-30%	LEVE	LEVE	LEVE	MODERADO	MODERADO	MODERADO	MODERADO	21%-30%	
	11%-20%	LEVE	LEVE	LEVE	LEVE	MODERADO	MODERADO	MODERADO	11%-20%	
	1%-10%	LEVE	LEVE	LEVE	LEVE	LEVE	MODERADO	MODERADO	1%-10%	
		1. Mancha de agua	2. Suciedad	3. Eflorescencia	4. Biodeterioro	5. Fisuración en mapa	6. Erosión	7. Desprendimiento		

Figura 11. Determinación del nivel de daño según la relación: avance + mecanismo + profundidad + extensión.
Fuente: elaboración propia (2019).

Instituto de Investigaciones Tecnológicas
Facultad de Artes
Sede Bogotá



ESTUDIOS Y DISEÑOS PARA LA INTERVENCIÓN DEL EDIFICIO IBI
SEGUIMIENTO DE HUMEDADES EN CAMPO I- (Mediciones)
PROPIETARIO: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA

QUIEN REALIZA: Angélica Chica Segovia y María Camila Ramos Zapata

TIPO(S) DE HUMEDAD(ES)	NIVEL DE DAÑO	CAUSAS DE LA HUMEDAD	DIRECTA(S)	INDIRECTA(S)	LESIONES SECUNDARIAS Y TRASCENDENCIA
------------------------	---------------	----------------------	------------	--------------	--------------------------------------

EVOLUCION

MURO INTERIOR FACHADA SUR													
		101			102			103			104		
		MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3	MEDIDA 1	MEDIDA 2	MEDIDA 3
FECHA		0,8	0	0,9	0,8	0	0,8	0,6	0	0,6	0	0,9	0,8
HORA		0	0	0	1,4	0	2	2	0	0,8	0	1,5	2
T°		2	0	2	2	0	2	2	0	0,8	0	1,2	2
HR %													
FECHA	25/07/2017	2	2	0,8	0,8	0,8	0,8	0,7	0,6	0,3	0,8	0,8	0
HORA	11:30 a. m.	1	1,1	1	1,8	2	2	0,8	0,8	0,8	2	2	0
T°	21°	2	2	2	2	2	2	2	0,8	0,9	2	1,2	0
HR %	55												
FECHA	13/08/2017	0,9	0,8	0,8	0,8	0,8	0,82	0,7	0,7	0,7	0,9	1,1	0
HORA	10:03 a. m.	0,8	0,9	0,7	2	2	2	0,8	0,8	2	2	2	0
T°	16,8	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2	1,8	0
HR %	67												
FECHA	2/09/2017	0,3	0,3	0,2	0,6	0	0,6	0,6	0	0,6	1,5	0	0
HORA	12:32 p. m.	0,5	0,5	0,2	0,7	0	1,1	1,8	0	0,7	2	0	0
T°	-	1,6	1,2	1	1,3	0	0,8	2	0	2	0,8	0	0
HR %	-												
FECHA	14/10/2017	0,2	0	0,4	0,6	0	0,6	0,6	0	0,7	2	0,9	0
HORA	10:44 a. m.	1,1	0	0,7	0,7	0	1,1	2	0	1,6	2	1,4	0
T°	19,8	1,8	0	0,8	1,3	0	0,8	2	0	0,8	1,5	1	0
HR %	69												
FECHA	16/11/2017	0,7	0	0,6	0,7	0	1	0,7	0	0,8	2	2	0
HORA	11:41 a. m.	1	0	0,8	1,2	0	1,1	2	0	2	2	1,2	0
T°	22,5°	1,1	0	1,4	1,2	0	0,6	2	0	0,8	1,1	1,2	0
HR %	72												
FECHA	19/12/2017	0,5	0	0,2	0,6	0	0,7	0,6	0	0,7	1,5	2	2
HORA	11:29 a. m.	0,7	0	0,7	1,2	0	1,3	0,6	0	1,6	1,6	1	0,7
T°	18°	1,2	0	0,8	1	0	0,8	1,7	0	0,8	1,4	0,9	0,7
HR %	69												
FECHA	23/01/2018	0,2	0	0,2	0,6	0	0,8	0,5	0	0,9	1,8	2	2
HORA	11:02 a. m.	0,9	0	0,2	1	0	2	0,5	0	1,1	1,6	1,1	2
T°	15,7°	0,7	0	1,1	0,9	0	0,8	2	0	1,6	1,2	1	0,6
HR %	67												

Figura 12. Instrumento de reconocimiento y seguimiento de humedades.
Fuente: elaboración propia; Ramos-Zapata María Camila (2019).

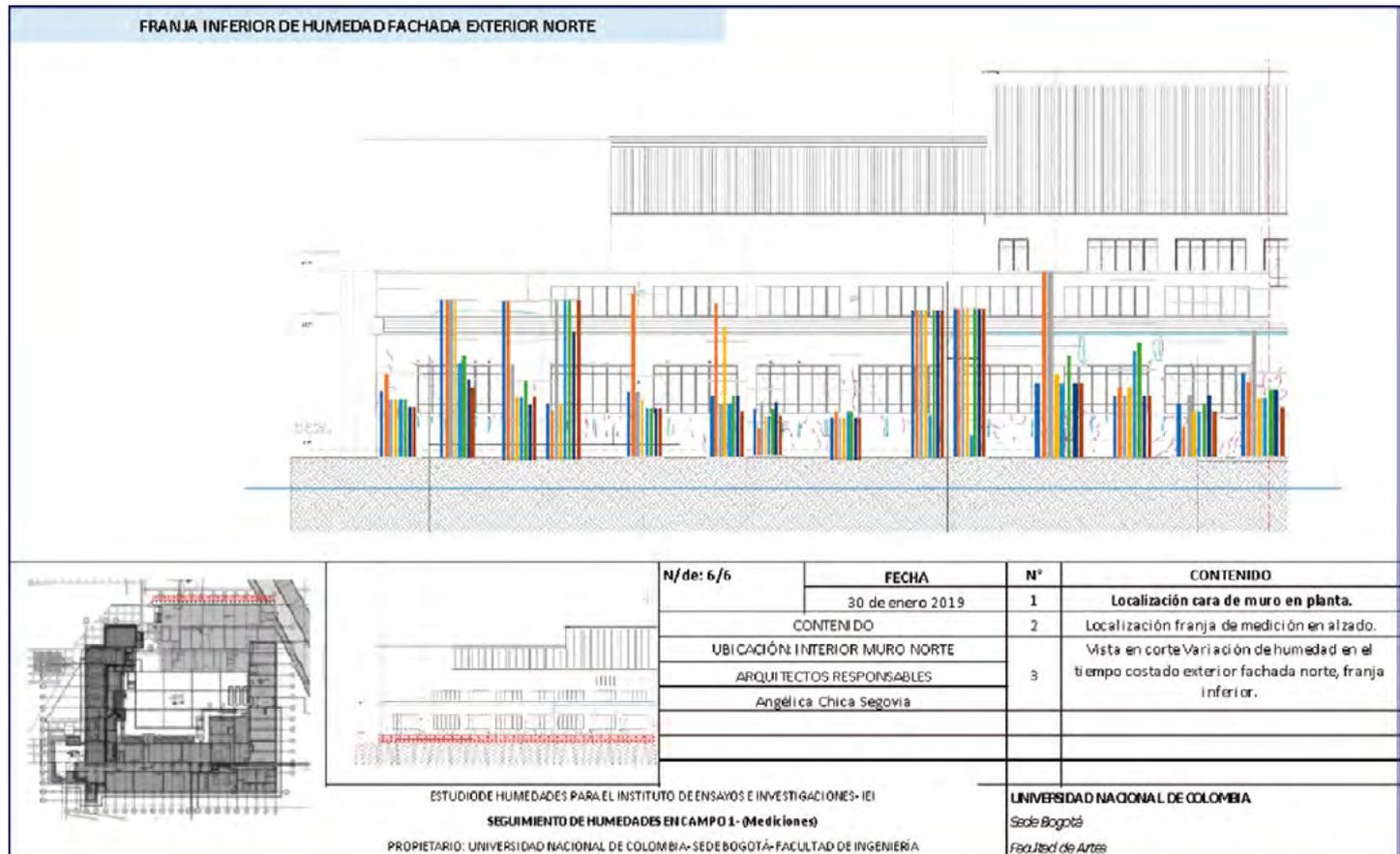


Figura 13. Instrumento de diagnóstico de humididades.
 Fuente: elaboración propia y Ramos-Zapata María Camila (2015).

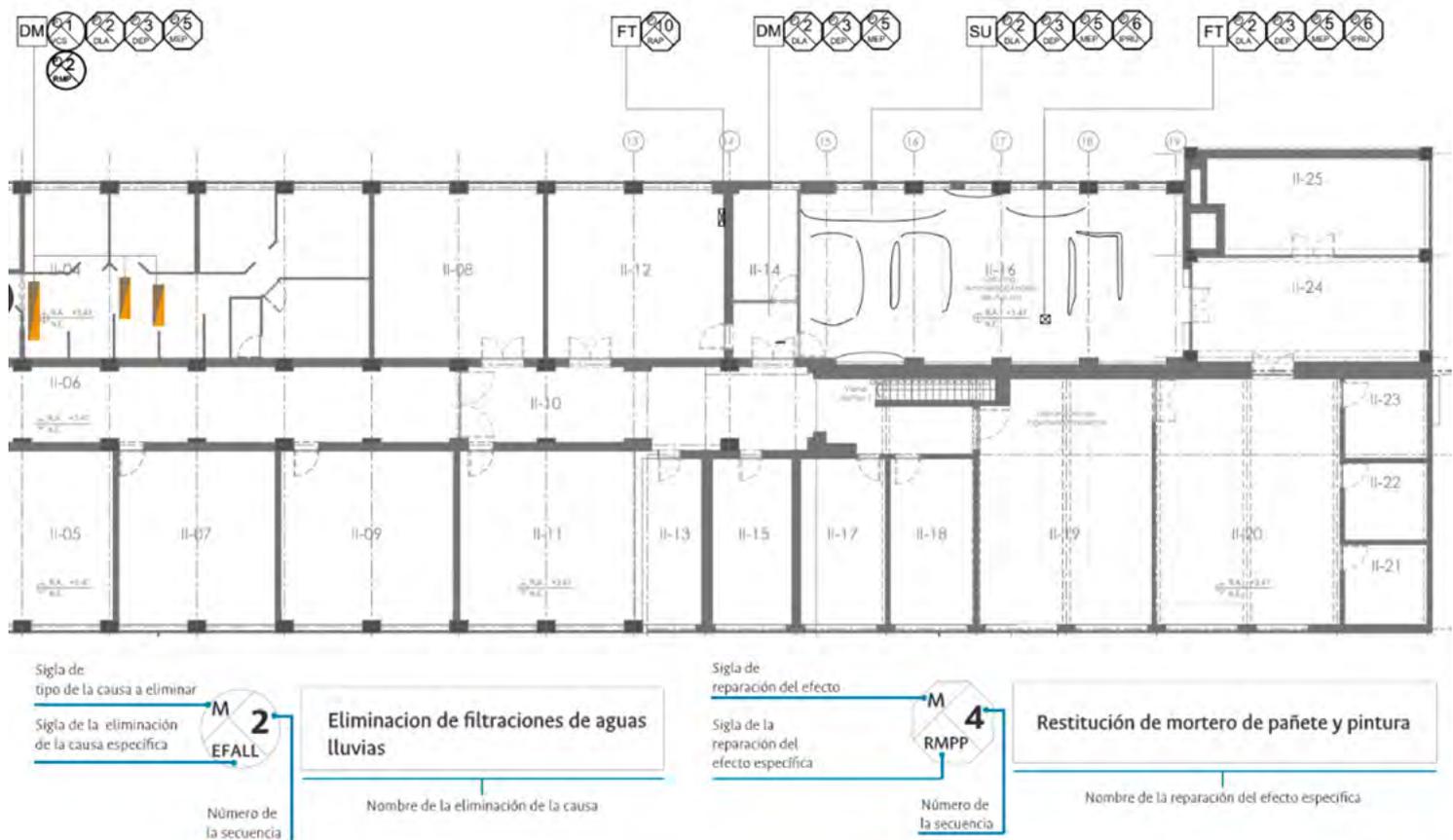


Figura 14. Planos de intervención.
 Fuente: elaboración propia; García Carlos, Llorente Danna y Bermúdez Katherine (2015).
 Nota: la salida gráfica está arriba de la figura, y los datos del modelo y de la salida gráfica, abajo.

El paso final de la matriz de diagnóstico supone integrar la información correspondiente para presupuesto en relación causa/efecto y programación para la intervención, como se muestra en la tabla 3, para permitir la cuantificación de los valores generales de intervención. De acuerdo con lo anterior y si la información está lista e integrada, es posible intervenir de una manera acertada.

La información documentada pasará a formar parte del informe y del expediente técnico de la edificación y servirá de base a la hora de realizar la inspección técnica, para el desarrollo de planes de mantenimiento y, finalmente, para hacer seguimiento de la edificación en el tiempo, mientras se suma al conjunto de datos del modelo BIM que se manejan en la gestión propuesta por este enfoque. Dicha información también será útil en el proceso de ejecución y seguimiento de obra, al detectar interferencias entre especialidades con otros tipos de *software* especializado y, de ese modo, anticipar y prevenir sobrecostos y retrasos en la obra, además de ser una herramienta indispensable para la toma de decisiones que integra todas las disciplinas que intervienen en el proceso, como se ilustra en la figura 15.

Discusión

Los resultados presentados forman parte de la metodología desarrollada para la recolección y la gestión de información del proyecto de intervención, que busca incorporar los estudios patológicos al entorno BIM, no solo aprovechando las ventajas de la graficación digital, sino incorporando los parámetros que hasta hoy se manejan de manera convencional —y a veces, manual—, por la dificultad propia de incluirlos en el modelo tridimensional. Lo avanzado es la definición detallada y sistemática de los componentes del método para el estudio patológico, lo cual, hasta el momento, solo se ha hecho de manera genérica y con algunos mecanismos de daño aislados, como las humedades y las grietas, y conservando las tres fases macro y generales propuestas por Monjo-Carrió (1997). Como ya se mencionó, la parametrización digital no es posible sin una detallada estructura epistemológica, que permita identificar cuál es la información que conforma el estudio, cuáles serían los datos por recolectar, la manera de incorporarlos en el modelo y la relación entre cada uno de ellos. Por lo anterior, la metodología aquí propuesta permite

COMPONENTE 3: INTERVENCIÓN								PROYECTO DE INTERVENCIÓN			
ELIMINACIÓN DE LA CAUSA				REPARACIÓN DEL EFECTO				CANTIDAD	UNIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Número	Capítulo de obra	Nombre del ítem	Sigla	Número	Capítulo de obra	Nombre del ítem	Sigla				
1	Instalaciones hidrosanitarias	Control del agua de escomenta mediante filtro perimetral y conducción	CEFP					96,2	ML	259356	\$ 24.950.047
				1	Estructura de concreto	Nivelación de la losa mediante vaciado de mortero de nivelación	NLVM	12	M2	\$ 121000	\$ 1452.000
1	Cimentaciones	Restitución del relleno perdido	RRP					9,3	M3	\$ 86.000	\$ 799.800
				2	Estructura de concreto	Inyección de las vigas fisuradas	IVF	8,3	LT	\$ 45.000	\$ 373.500

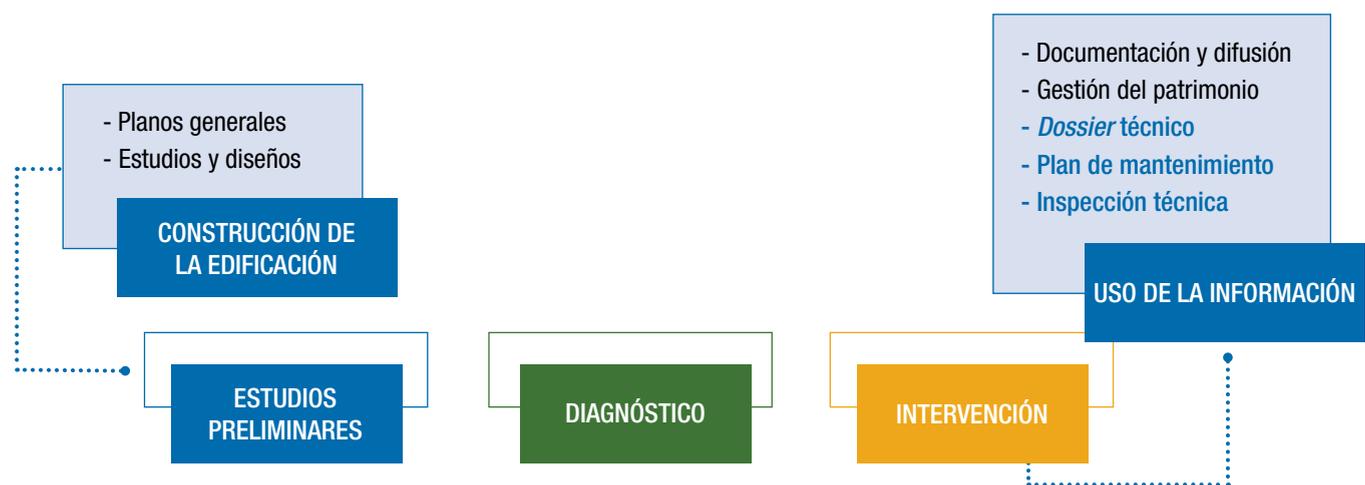


Figura 15. Utilidad de los mecanismos de daño en el ciclo de vida de la edificación.

Fuente: elaboración propia (2009).

generar la base para un protocolo que logre la inserción al entorno HBIM, no solo en términos gráficos o metadatos, sino —lo que es más relevante para los estudios patológicos—, disponerla de manera ordenada y conexas para lograr la correlación de la información que hace el experto.

Por otra parte, la propuesta logra definir no solo la incorporación usualmente fragmentada de los datos convencionales del estudio patológico—y que presenta inconvenientes de falta de integralidad en el método convencional—, sino que determina datos como la caracterización de los materiales, los daños y el comportamiento de los sistemas y define la relación entre ellos a través del concepto *mecanismo de daño*, todo lo cual es la base para integrarse a fases preliminares, como el reconocimiento del edificio, y posteriores, como el proyecto, la intervención, la inspección y el mantenimiento. A esta etapa le sigue otra, que se halla actualmente en proceso, por medio de la cual se busca parametrizar, modelar los datos y definir roles HBIM, dependiendo de las particularidades de la edificación y verificando su incorporación al modelo, lo cual, según este proyecto, resulta factible y necesario.

Conclusiones

El avance en la implementación del HBIM constituye una oportunidad y una necesidad para todos los ámbitos de la arquitectura y la ingeniería, pero aún no se ha establecido un lenguaje común que facilite su uso, lo cual muchas veces hace complejo su desarrollo. En el caso de los estudios patológicos, la incorporación de la información gráfica no es suficiente para su desarrollo ni, tampoco, para aprovechar las ventajas del trabajo colaborativo que promueve el BIM, por lo cual se hace necesario, ya teniendo la base metodológica que define cómo involucrarlos, seguir con la determinación de los datos y su parametrización para el

entorno mencionado, que en este caso se tomó a partir de los mecanismos de daño.

El desarrollo BIM contribuye a profundizar el análisis hecho por un especialista en el campo de la patología, por lo cual es una necesidad dentro de este entorno compartir información en tiempo real para un equipo de profesionales con diferentes roles y especializados en diversas disciplinas, de modo que contribuyan a tomar mejores y oportunas decisiones unificando el lenguaje y generando modelos útiles para la gestión de las edificaciones y de los recursos dedicados a ellas. Por su parte, para la patología de la edificación, involucrar todos los momentos de la materialidad con los mecanismos de daño constituye un buen punto de partida para construir los expedientes técnicos de la edificación, que aportan a la gestión efectiva de los inmuebles en las diferentes dimensiones del BIM.

Contribuciones y agradecimientos

El presente artículo presenta algunos resultados del proyecto *Caracterización y clasificación técnica preliminar de las edificaciones patrimoniales colombianas como insumo para su protección sísmica-Primera fase* y, a su vez, la primera fase del proyecto *Protocolo para el estudio patológico de edificaciones patrimoniales en entornos HBIM* (Heritage Building Information Modeling), realizados en el grupo de investigación Desarrollo Regenerativo: Innovación, Cultura y Medio Ambiente en el Entorno Construido (DRICMAEC), de la Universidad Nacional de Colombia.

Se agradece a quienes apoyaron la consolidación gráfica y metodológica de los instrumentos de trabajo, estudiantes de la asignatura Patología de la Edificación de la Universidad Nacional de Colombia y parte de los proyectos de investigación en los cuales fue construida progresivamente esta metodología; en particular, a Angélica Chica-Segovia, quien desarrolló la metodología de estudio, diagnóstico e intervención, y a Carlos Alberto León y a Liliana Rocío Patiño-León, quienes aportaron a la construcción del estado del arte y la consolidación de conceptos hacia el entorno BIM.

Referencias

- Amenedo, G. (2014). El dibujo a mano alzada como herramienta en el proceso de diseño. *Reflexión Académica en Diseño y Comunicación N°XXII*. (Buenos Aires), 14(22). https://fido.palermo.edu/servicios_dyc/publicacionesdc/vista/detalle_articulo.php?id_libro=483&id_articulo=10119
- Antón-García, D. (2019). *Modelado de información y alteraciones geométricas para respaldar el análisis preciso de activos patrimoniales*. <https://core.ac.uk/download/pdf/286563568.pdf>
- Barazzetti, L., & Banfi, F. (2017). Mixed Reality and Gamification for Cultural Heritage. En *Historic BIM for Mobile VR/AR Applications* (pp. 271-290). Springer.
- Barontini, A., Alarcon, C., Sousa, H., Oliveira, D., Masciotta, M., Azenha, M. (2021). Development and Demonstration of an HBIM Framework for the Preventive Conservation of Cultural Heritage. *International Journal of Architectural Heritage*, 16(10), 1451-1473. <https://doi.org/10.1080/15583058.2021.1894502>
- Bruno, S., De Fino, M., & Fatiguso, F. (2018). Historic Building Information Modelling: performance assessment for diagnosis-aided information modelling and management. *Automation in Construction*, 86, 256-276. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2017.11.009>
- Chen, K., Reichard, G., Xu, X., & Akanmu, A. (2021). Automated crack segmentation in close-range building façade inspection images using deep learning techniques. *Journal of Building Engineering*, 43, 102913. <https://doi.org/10.1016/j.jobe.2021.102913>
- Cheng, H.-M., Yang, W.-B., & Yen, Y.-N. (2015). BIM applied in historical building documentation and refurbishing. *The International Archives of the Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences (Taiwan)*, XL(7), 85-90. DOI:10.5194/isprsarchives-XL-5-W7-85-2015
- Chevrier, C., Charbonneau, N., Grussenmeyer, P., & Perrin, J. (2010). Parametric Documenting of Built Heritage: 3D Virtual Reconstruction of Architectural Details. *International Journal of Architectural Computing*, 8(2), 135-150. <http://www.grcao.umontreal.ca/charbonneau/articles/IJAC.pdf>
- Chica-Segovia, A. (2008). Aportes a la optimización de la metodología para la protección sísmica de edificaciones patrimoniales. *Revista Facultad de Ingeniería UPTC*, 18(26), 51-70. <https://revistas.uptc.edu.co/index.php/ingenieria/article/view/1379/1374>
- Chica-Segovia, A. (2018). *Caracterización y clasificación técnica preliminar de las edificaciones patrimoniales colombianas como insumo para su protección sísmica- primera fase. Estudio selectivo realizado a un grupo de proyectos de intervención de edificios de los siglos XVI y XVII presentados al Ministerio de Cultura y al Instituto Distrital de Patrimonio Cultural*. Informe de investigación. Universidad Nacional de Colombia.

- De Santiago, E., & González, I. (2019). El deber legal de conservación, la ITE y el IEE: nuevos instrumentos normativos para el impulso de la conservación y la rehabilitación edificatoria. *Informes de la Construcción*, 71(554), e287. <https://doi.org/10.3989/ic.63735>
- Fernández, J., Teixeira, T., & Fernández, J. (2018). Implementación de la metodología BIM en los estudios patológicos. REHABEND 2018 Congress. *Construction Pathology, Rehabilitation Technology and Heritage Management*, 15-18.
- García, E., Jordan, I., Nieto, J., & Checa, A. (2018). BIM aplicado al Patrimonio Cultural. *Documento 14. Guía de usuarios BIM. Building SMART Spain Chapter*. <https://www.researchgate.net/publication/330183791>
- Guerrero, J. M., Pinto, F., & Mora, G. (2021). Un modelo HBIM aplicado a la lectura diacrónica de la arquitectura: la capilla de los Tocino (s. XV) de Jerez de la Frontera. *Arqueología de la Arquitectura*, 18: e112. <https://doi.org/10.3989/arq.arqt.2021.004>
- Historic England. (2017). *BIM for Heritage: Developing a Historic Building Information Model*. Swindon. Historic England. <https://historicengland.org.uk/advice/technical-advice/recording-heritage/>
- Jordán, I. (2019). *Protocol to manage heritage building interventions using Heritage Building Information Modelling (HBIM)* [Tesis doctoral]. Universitat Politècnica de València & University of Huddersfield. <https://riunet.upv.es/bitstream/10251/128416/1/Jord%C3%A1n%20-%20Protocol%20to%20manage%20heritage-building%20interventions%20using%20Heritage%20Building%20Information%20M....pdf>
- Khalil, A., Stravoravis, S., & Backes, D. (2020). Categorisation of building data in the digital documentation of heritage buildings. *Applied Geomatics*, 13(1), 29-54. <https://doi.org/10.1007/s12518-020-00322-7>
- López, F. J., Leonores, P. M., Llamas, J., Gómez García Bermejo, J., & Zalama, E. (2018). A review of heritage Building Information Modeling (H-BIM). *Multimodal Technol. Interact (Valladolid)*, 2(2), 21. <https://doi.org/10.3390/mti2020021>
- Lu, Q., Xie, X., Parlikad, A. K., Schooling, J. M., & Konstantinou, E. (2020). Moving from Building Information Models to Digital Twins for Operation and Maintenance. *Proceedings of the Institution of Civil Engineers - Smart Infrastructure and Construction*, 1-9. <https://doi.org/10.1680/jsmic.19.00011>
- Maiezza, P., & Tata, A. (2019). *Modelling and Visualization Issues in the Architectural Heritage BIM*. University of L'Aquila, L'Aquila, Italy. Graphic Imprints. https://doi.org/10.1007/978-3-319-93749-6_42
- Martín Talaverano, R., Cámara Muñoz, L., & Murillo Fragero, J. I. (2018). Análisis integrado de construcciones históricas: secuencia estratigráfica y diagnóstico patológico. Aplicación en la iglesia de Santa Clara (Córdoba). *Arqueología de la Arquitectura*, (15), e067. <https://doi.org/10.3989/arq.arqt.2018.001>
- Mojica, A., Valencia, D. F., Gómez A., & Alvarado, Y. A. (2016). Planificación y control de proyectos aplicando "Building Information Modeling" un estudio de caso. *Revista Ingeniería (Mérida)*, 20(1), 34-45. <https://www.redalyc.org/pdf/467/46750927004.pdf>
- Monjo-Carrió, J. (1997). *Patología de cerramientos y acabados arquitectónicos*. ETS Arquitectura Universidad Politécnica de Madrid.
- Rivera, B., Merchán, P., Salamanca, S., Pérez, E., Moreno, M. D., & Merchán, M. J. (2018). Pasado, presente y futuro de los HBIM. En *Actas de las XXXIX Jornadas de Automática*, Badajoz, 5-7 de septiembre de 2018 (pp. 1077-1084). <https://doi.org/10.17979/spudc.9788497497565.1077>
- Rodrigues, F., Cotella, V., Rodrigues, H., Rocha, E., Freitas, F., & Matos, R. (2022). Application of deep learning approach for the classification of buildings' degradation state in a BIM methodology. *Appl. Sci.*, 12,7403. <https://doi.org/10.3390/app12157403>
- Sureda, P. L. (2018). *Procedimiento para la implementación de la evaluación técnica de edificaciones mediante el empleo de tecnologías BIM* [Trabajo de grado Arquitectura]. Universidad Marta Abreu. Las Villas. <https://dspace.uclv.edu/cu/handle/123456789/10041>
- Yang, A., Mingzhe, H., Qingcheng, Z., & Yuhui, S. (2021). Adopting Building Information Modeling (BIM) for the Development of Smart Buildings: A Review of Enabling Applications and Challenges. *Advances in Civil Engineering*, 2021, Article ID 8811476, 26 pages. <https://doi.org/10.1155/2021/8811476>
- Zheng, M., Lei, Z., & Zhang, K. (2020). Intelligent detection of building cracks based on deep learning. *Image and Vision Computing*, 103, 103987. <https://doi.org/10.1016/j.imavis.2020.103987>

Propuesta integradora de formación sobre patrimonio cultural universitario. La experiencia de la Cujae

Integrating proposal for the education on the University Cultural Heritage. The Cujae experience

Ada-Esther Portero-Ricol

Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría” (Cujae). La Habana (Cuba).
 Grupo de Patrimonio Cultural de la Cujae.
 Dirección de Extensión Universitaria
 Arquitecta, Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría (Cujae), La Habana (Cuba).
 Máster en Ciencias, Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría (Cujae), La Habana (Cuba).
 Doctora en Ciencias Técnicas, Universidad Tecnológica de La Habana José Antonio Echeverría (Cujae). La Habana (Cuba).
 Profesora titular de Tecnología de la Construcción, Rehabilitación y Mantenimiento de Edificaciones y Proyecto. Profesora del Departamento Docente de Extensión Universitaria. Grupo para la Protección y Conservación del Patrimonio Cultural de la Cujae.

 <https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=2LD0YowAAAAA>

 <http://orcid.org/0000-0002-1475-6277>

 ada@tesla.cujae.edu.cu / adaestherportero@gmail.com

Mirelle Cristobal-Fariñas

Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría” (Cujae). La Habana (Cuba).
 Grupo de Patrimonio Cultural de la Cujae.
 Dirección de Extensión Universitaria
 Arquitecta Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”, CUJAE. La Habana (Cuba).
 Miembro del Grupo para la Protección y Conservación del Patrimonio Cultural de la Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría” (Cujae).
 Conferencista en temas de patrimonio universitario en varios eventos nacionales, así como parte de la Asignatura Electiva Apreciación del Patrimonio Cultural Universitario.

 <https://scholar.google.com/citations?user=G3ktmlkAAAAJ&hl=es>

 <http://orcid.org/0000-0002-8316-0944>

 mirelle@tesla.cujae.edu.cu / mirelle.cristobal@gmail.com

Ricardo Machado-Jardo

Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría” (Cujae). La Habana (Cuba). Grupo de Patrimonio Cultural de la Cujae.
 Dirección de Extensión Universitaria
 Arquitecto, Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría”. La Habana (Cuba).
 Magíster en Vivienda Social, Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría” (Cujae). La Habana (Cuba).
 Docente de las disciplinas de Tecnología de la Construcción, Estructuras y Proyecto Arquitectónico.
 Miembro del Grupo para la Conservación del Patrimonio Cultural Universitario de la Dirección de Extensión Universitaria de la Universidad Tecnológica de La Habana “José Antonio Echeverría” (Cujae). La Habana (Cuba).

 https://scholar.google.com/citations?user=o_g4qksAAAAJ&hl=es

 <http://orcid.org/0000-0002-6770-2686>

 rmjardo@tesla.cujae.edu.cu / rmjardo8306@gmail.com

Resumen

Se exponen los resultados de las acciones realizadas por el Grupo de Patrimonio Cultural de la Cujae (GPCC) en la formación de estudiantes y trabajadores a partir de la integración de los procesos sustantivos que protagonizan; para ello, es necesario referir la creación de una asignatura electiva sobre el tema, impartida a más del 60% de los estudiantes de primer año de las carreras (y el 20% entre segundo y quinto años), la que generó un sistema de medios audiovisuales, y otros recursos didácticos y promocionales, correspondiente a las formas y los métodos respectivos de los procesos sustantivos universitarios, influyentes de modo integral en la formación estudiantil. En la docencia se aprende lo más relevante del patrimonio universitario, y en la extensión se destaca la comunicación de este contenido asimilado por los estudiantes a la comunidad universitaria y extrauniversitaria. Consecuentemente, en ambos procesos se activa la investigación sobre el tema. Los resultados denotan que el patrimonio no es algo estático que se preserva, sino un fenómeno generado constantemente. Se concluye que los resultados obtenidos en los diez años de creado el GPCC y la integralidad que muestra en su gestión de los tres procesos sustantivos universitarios avalaron la reciente apertura de la Cátedra de Patrimonio Cultural y su correspondiente proyecto de investigación, donde participan estudiantes y trabajadores de la Cujae.

Palabras clave: formación; integralidad; patrimonio cultural universitario; recursos didácticos y promocionales

Abstract

The present paper aims to expose the results of the actions carried out by the Cujae Cultural Heritage Group (GPCC) in the training of students and workers from the integration of the substantive processes that they lead; For this, it is necessary to refer to the creation of an elective subject on the subject taught to more than 60% of the 1st year students of the careers (and 20% between 2nd and 5th year), which generated a system of audiovisual media and other didactic and promotional resources corresponding to the respective forms and methods of the substantive university processes, influential in an integral way in the student formation. In teaching, the most relevant aspects of university heritage are learned, and in extension, the communication of this content assimilated by students to the university and extra-university community is highlighted. Consequently, in both processes, research on the subject is activated. The results denote that heritage is not something static that is preserved, but rather a constantly generated phenomenon. It is concluded that the results obtained in the 10 years since the creation of the GPCC, and the integrity that it shows in its management of the three substantive university processes, endorsed the recent opening of the Chair of Cultural Heritage and its corresponding research project where students and workers of the Cujae participate.

Keywords: didactic and promotional resources; formation; integrality; university cultural heritage

Introducción

Las universidades atesoran una gran diversidad de conocimientos, costumbres e información valiosa relacionada con las tradiciones y los hechos simbólicos acaecidos en sus predios. Hasta donde los autores han indagado —por lo general, a escala global—, no se sistematizan la recopilación ni el resguardo de toda esta documentación. La comunidad universitaria tampoco conoce, en muchos casos, y si es que tan siquiera existen, cuáles son las obras protegidas y los valores más sobresalientes de los hechos que han tenido lugar en su campus.

En la actualidad —sobre todo, en las universidades europeas—, la protección y la conservación del patrimonio cultural universitario son de importancia vital. La compilación de elementos estructurantes de las historias universitarias, los hechos y las personalidades relevantes que han florecido a raíz de sus tradiciones son de conocimiento y resguardo obligatorios. Sin embargo, en América Latina, por lo general, no existe una sistematización amplia ni conciencia sobre la necesidad de cuidar el patrimonio correspondiente en centros de altos estudios (Marín Cepeda & Fontal, 2020). Es así como se descubre que las pocas universidades latinoamericanas que han sido declaradas como Patrimonio de la Humanidad, por sus valores relevantes, son las que tienen mejor catalogación y mejor organización de toda la diversidad de su patrimonio; dichas instituciones exhiben gran cantidad de información oportuna sobre dicho patrimonio, tanto en publicaciones en versión digital ubicadas en redes sociales como en páginas web o en documentación, folletos y libros, o cualquier otra forma de prensa oral o escrita.

En Cuba, la mayor parte de sus universidades son muy jóvenes, con excepción de la Universidad de La Habana. Por tal motivo, al igual que en el resto de Latinoamérica, los autores de la presente comunicación entienden que no se ha logrado sistematizar la organización del patrimonio material e inmaterial de estas. Solo en la Universidad de La Habana (UH) y en la Universidad Tecnológica de la Habana “José Antonio Echeverría” (Cujae) existen grupos para la protección y la conservación del patrimonio cultural —en ambos casos, creados entre 2010 y 2011—.

La Cujae es el centro rector de la enseñanza de las ciencias técnicas en Cuba, y goza de un alto prestigio, a escala tanto internacional como nacional, en la formación de ingenieros y arquitectos.

Partiendo del concepto de patrimonio cultural que ofrece Figueroa, como el vínculo de la memoria histórica con la construcción real del presente que propicia la lectura y la apropiación social de los conocimientos y la cultura, en correspondencia con la identidad (Figueroa Yáñez, 1997), es importante que se insista en accionar la sensibilidad de los estudiantes respecto al aumento y la profundización de los conocimientos sobre el patrimonio tanto material como inmaterial que poseen la universidad y cada carrera (Felipe Torres, 2016).

El tratamiento de los conocimientos sobre el patrimonio universitario es totalmente viable. Es común comprobar que las personas (trabajadores, profesionales, estudiantes) que componen la comunidad universitaria —y en ocasiones, en un alto porcentaje— no conocen la historia de la carrera o la universidad en la que permanecen una

gran parte de su vida; mucho menos, sus valores patrimoniales (Marín Cepeda & Fontal, 2020; Molina Torres & Ortiz Urbano, 2021).

La Cujae es un monumento al estudiante engendrado en una revolución, símbolo de superación; que ha alcanzado un alto prestigio en la educación a escala nacional e internacional. Toda esta connotación es el resultado de una eficiente planificación del ministerio de educación, con sus planes de estudio; y la perfecta relación de la arquitectura con el estudiante, del espacio con la función, en un contexto idóneo para el intercambio social y el estudio.¹

Sin embargo, por solo poner un ejemplo, no todos conocen que el conjunto urbano arquitectónico de la Cujae es considerado una de las obras más importantes del Movimiento Moderno, registrada, incluso, en el libro *La Arquitectura del Movimiento Moderno. Selección de Obras del Registro Nacional*, donde el arquitecto Eduardo Luis Rodríguez, su editor, presenta 150 de las edificaciones más sobresalientes construidas en Cuba entre 1931 y 1979 (Rodríguez, 2011).

Para resolver la insuficiente concienciación y la poca promoción cultural del patrimonio universitario —sobre todo, en las universidades de corta data de creación—, se impone conocer la concepción amplia de patrimonio cultural, aquella que concibe al patrimonio no como algo estático y objeto exclusivo de preservación, sino como algo vivo que se gesta permanentemente. Tal afirmación se sustenta en la definición que ofrece Figueroa (1997), así como en el enfoque holístico que de la relación entre patrimonio cultural e identidad universitaria ofrecen en su obra Brull y Fonseca (2020). En ella se plantea que el patrimonio cultural debe ser conocido, valorado y comprendido en su integridad (Pena Naumis, 2020).

Desde los mencionados referentes surge la idea de formar a los estudiantes como promotores de su propio patrimonio universitario, para lo que es indispensable integrar los procesos sustantivos universitarios (González Moreno, 2006); es decir, entender la integralidad como una unidad compleja de análisis de los procesos sustantivos (Portero Ricol et al., 2018), al igual que ponderar a la extensión como modelo desafiante del cuestionamiento de los paradigmas dominantes en la ciencia, los cuales resultan parciales, lineales, incompletos y restrictivos, así como el análisis especializado y departamentalizado prevaleciente en la universidad para transitar hacia la interdisciplinariedad y la transdisciplinariedad (Monge Hernández et al., 2021).

La presente comunicación tiene como objetivo principal exponer los resultados de las acciones realizadas por el Grupo para la Protección del Patrimonio Cultural Cujae (GPCC) en la formación de estudiantes y trabajadores, a partir de la integración de los procesos sustantivos que protagonizan.

Los métodos empleados en el estudio, en el orden teórico son el *histórico-lógico*, para analizar la evolución histórica del patrimonio cultural de la Cujae, y el *hipotético-deductivo*, para establecer conjeturas durante el proceso investigativo que han permitido arribar a conclusiones

¹ Expediente de la Cujae para proponerla como monumento nacional, realizado en 2007 por las Dras. Arqs. Eliana Cárdenas y Ángela Rojas.

lógicas, las cuales responden al programa de acciones concretas planteado para cada carrera. El *análisis bibliográfico* permitió relacionar las tendencias y los resultados sobre el patrimonio cultural universitario a escala tanto internacional como nacional. En el orden empírico, se empleó el *estudio documental*, necesario para la constatación de lo que, hasta el presente trabajo, se ha registrado como evidencia de lo que se viene haciendo en la Cujae respecto al patrimonio cultural universitario y su repercusión en la formación integral de ingenieros y arquitectos. Por su parte, la *observación participante* ha tenido relevancia para reforzar los resultados del estudio documental de conjunto con la entrevista en profundidad a fundadores, directivos, profesores y trabajadores.

Metodología

Muchos profesionales de la Cujae poseen una gran experiencia en temas patrimoniales; particularmente, los que componen el GPCC. Este grupo se ubica en el Departamento Docente de Extensión Universitaria, y los especialistas que lo constituyen, de forma intencionada, participan en la formación de los estudiantes en los temas de patrimonio cultural universitario, desde la integración del proceso extensionista con el docente y la investigación (Portero Ricol, aprobado en abril de 2011).

En los diez años de creado, el GPCC se ha trabajado, de forma sistemática y planificada, en la conformación de productos y resultados asociados al patrimonio universitario. Estos son resultantes de la propuesta integradora de formación de arquitectos e ingenieros del GPCC.

En la oferta, convencionalmente se asume el término producto para designar a los medios didácticos y promocionales obtenidos del proceso docente, de investigación y extensión, los que, en su mayoría, son reusables. En tanto, como resultados se asumen las transformaciones alcanzadas en los estudiantes, en los medios y en los métodos de enseñanza-aprendizaje logrados por trabajo realizado y en la integralidad de los procesos sustantivos universitarios. Tanto productos como resultados sirven para socializar la importancia del patrimonio cultural universitario entre profesores, trabajadores y estudiantes, así como en las comunidades, no solo las aledañas a la Cujae.

Resultados

Asignatura electiva Apreciación del Patrimonio Cultural Universitario

La asignatura Apreciación del Patrimonio Cultural Universitario se imparte de forma sistemática y sostenida desde el curso 2011-2012 hasta el presente, para estudiantes del primero al quinto cursos en las carreras técnicas de la Cujae. Su programa curricular incluye en sus contenidos aspectos relacionados con la conservación del patrimonio material e inmaterial, y sus diversas acepciones desde su enfoque axiológico en la perspectiva de cómo se conserva y se protege el patrimonio ligado a los procesos de la producción y los servicios, y cómo ellos garantizan la sostenibilidad de la vida del hombre como ente comunitario, referido específicamente en este caso al patrimonio de la comunidad universitaria de la Cujae, desde un enfoque

responsable. Se insiste de modo concreto en la investigación para profundizar en la búsqueda y los conocimientos sobre los hechos relevantes, los artefactos, las herramientas y las personalidades, así como las tradiciones y las costumbres de cada carrera, de forma específica.

El objetivo general de esta asignatura electiva es promover el patrimonio cultural universitario como parte de la formación integral del futuro arquitecto o ingeniero, para la estimulación del sentido de pertinencia estudiantil y ciudadana, mediante la ampliación de su marco de referencia cultural y de la especialidad, con la ayuda de métodos activos y procesos de evaluación y coevaluación sistemáticas.

Sistema integrado de medios didácticos para la formación del patrimonio en los estudiantes de ciencias técnicas de la Cujae

El sistema integrado de medios de enseñanza creados para la asignatura ya mencionada se ha concebido con un diseño flexible que permite su constante perfeccionamiento y su constante ampliación. Muchos de los medios realizados en este tiempo han sido creados, primeramente, por un equipo multidisciplinario integrado por arquitectos, ingenieros, fotógrafos y artistas plásticos. Estos medios ya se han usado en la docencia de pregrado y posgrado, así como en talleres internacionales impartidos.

Por lo complejo de los temas, y por la no siempre realizable posibilidad de ofrecer la documentación en versión impresa, fue necesario crear este sistema de medios integrados, que ha permitido agrupar los conocimientos básicos de cada tema para apoyar la docencia de pregrado y posgrado en cualquier tipo de condiciones, y que, por ende, sirven como material de estudio para los estudiantes, tanto para la modalidad presencial como a distancia (Grupo para la Protección y la Conservación del Patrimonio Cultural de la Cujae, 2011). La situación sanitaria del país por la pandemia de Covid-19, existente desde 2020, ha reafirmado la utilidad de dicho sistema de medios en la enseñanza *online*.

Como material bibliográfico preliminar para iniciar al estudiante, se confeccionó primeramente un DVD con toda la información afín, y el cual se entregaba a los estudiantes en cada curso. Con el desarrollo de las tecnologías de la información y las comunicaciones (TIC), la información se encuentra actualmente disponible en la nube de la Cujae, en la parte correspondiente a Patrimonio Cultural Universitario; también, en los grupos de WhatsApp creados para impartir la asignatura, así como en la plataforma Moodle y en el bot de telegram @AlmaCujaeBot.

Los elementos que componen el sistema son los siguientes:

- a. Programa de la asignatura.
- b. Breve presentación de la asignatura, a través de un video que muestra el recorrido por la Sala de Historia y los elementos patrimoniales relevantes tanto de la Cujae como de todas las carreras.
- c. Presentaciones en PowerPoint usadas en las conferencias y los objetivos de cada tema.
- d. Libros sobre temas afines, nacionales e internacionales. Sistemas de leyes (Legislación del patrimonio cultural y universitario en México, 2021).

- e. Artículos publicados por el GPCC y otros autores sobre patrimonio cultural, universitario, que, a su vez, son productos derivados de la investigación.
- f. Postales con temas patrimoniales de la Cujae.
- g. Plegables.
- h. Folletos con aspectos del patrimonio material e inmaterial de la Cujae.
- i. Almanagues y otros productos de promoción cultural.

Estos últimos productos (f-i) son promocionales, se derivan del proceso de extensión universitaria y lo representan. A continuación, se los expondrá en detalle.

Plegables

Los plegables fueron algunos de los elementos que se incorporaron una vez estuvo ya avanzado el trabajo del GPCC. Se ha pensado en ampliar su número y los temas que contienen, debido al impacto positivo que han tenido dentro de la comunidad universitaria nacional, así como por el número de consultas con que cuentan en los sitios digitales.

Diseñar los plegables sobre elementos relevantes de la Cujae ha tenido el objetivo de mostrar, tanto a la comunidad universitaria propia como a otras, los universos más sobresalientes de los procesos sustantivos, así como del patrimonio material e inmaterial que posee este centro de altos estudios. El concepto que prima es el de destacar lo *general identitario* del patrimonio de la Cujae; lo *particular identitario* de las facultades, y lo *singular identitario* de las carreras respectivas y sus diversos procesos sustantivos; para ello, se vale de una descripción general de la universidad y la fundamentación particular y singular de cada uno de los elementos que se exponen. En esta descripción general se da la fecha de fundación de la universidad y las principales carreras que comenzaron su vida en ella, viniendo desde la Universidad de la Habana. La fecha en que se fundó como Instituto Superior Politécnico “José Antonio Echeverría” (ISPJAE), y posteriormente, la fecha en que se convirtió en Universidad Tecnológica de La Habana, clasificación que mantiene hasta la actualidad.

Todos los plegables tienen el logo del Grupo de Patrimonio, por el cual han sido confeccionados y revisados; la dirección de la Cujae y los teléfonos de contacto y dirección de la web Cujae, así como el logo de la Sala de Historia José Antonio Echeverría, donde radica dicho grupo, y otras direcciones de correo electrónico que pueden ser de interés. Todos han sido confeccionados en un formato A4 tradicional, para facilitar su reproducción.

Hasta el momento, se han confeccionado seis plegables, con sus correspondientes números de ISBN. Hoy ya están publicados en los sitios dedicados a patrimonio en la web de la universidad, así como referidos en artículos publicados en revistas internacionales como la italiana *Esempi di Architettura* (EDA), la *Revista de Arquitectura y Urbanismo* (RAU) (publicación que dirige la Facultad de Arquitectura de la Cujae) y la *Revista de Referencia Pedagógica* (publicada por el CREA de la Cujae).

Los plegables son:

- a. **Recorrido Cujae:** En este se brindan los principales datos de la universidad y se muestran imágenes de

su construcción. Se aportan datos relacionados con la cantidad de trabajadores, docentes y estudiantes de pregrado y posgrado graduados hasta la fecha que se indica, tanto nacionales como extranjeros; la cantidad de carreras que se estudian, las facultades a las que se adscriben y otros datos de interés.

- b. **Obras registradas:** En este se muestran algunas fotos históricas de la universidad y las imágenes de las nueve obras registradas por la Oficina Nacional de Registros del Ministerio de Cultura Cubano. También se muestra la descripción de cada una de ellas, así como los valores que poseen y sus grados de protección. Igualmente, se aporta un esquema de la Cujae con la ubicación de cada una de las obras y un pequeño recorrido por ellas.
- c. **Obras relevantes:** En este se ofrecen imágenes actuales de la Cujae, así como varias de las obras confeccionadas en la década de 1980 por artistas plásticos nacionales, entre los que se pueden mencionar: Orlando Llanes, Carlos Trillo, Teresita Gómez Vallejo, Antonio Mariano Souto, el arquitecto Sergio Ferro y Lázaro Valdés, entre otros, y que no han sido registradas, pero tienen un alto valor artístico e histórico dentro del conjunto universitario. También se aporta el esquema de la Cujae con la ubicación de cada una y la sugerencia del recorrido por ellas.
- d. **Espacios públicos:** Se muestran imágenes actuales y antiguas de espacios muy usados por la comunidad universitaria y, también, por los visitantes. Desde el acceso principal por la escalinata de la Cujae, ubicada por la calle 114, en Marianao, así como el pasillo central y el del rectorado. Algunos vestíbulos de las facultades, las terrazas, el paso de los vientos y “la juguera” ubicada en la residencia estudiantil, así como los espacios deportivos, entre otros; también, el esquema con la ubicación de dichos espacios.
- e. **Centros de investigación:** Se aportan el esquema de la Cujae y la ubicación general de los centros de estudio e investigación de dicha universidad. Se indican los doce centros existentes hasta la fecha de cierre de dicho documento, junto con la fundamentación —objetivos y principales direcciones de trabajo— y la fecha de fundación.
- f. **Plazas y parques:** Brinda varias fotos de la fundación de la Cujae y el sitio que acogió el histórico discurso del 2 de diciembre de 1964, considerado uno de los espacios más importantes de interconexión para la socialización de estudiantes, trabajadores y visitantes. Además de mostrar en el esquema la ubicación y nombres conocidos de dichas plazas y parques, se dan fotos de cada uno y su significado.

Folletos

La concepción de los folletos tuvo como idea de partida, u objetivo principal, facilitar documentos cortos que, fundamentalmente apoyados en imágenes, mostraran logros y hechos relevantes de la Cujae. Todos tienen número de ISBN y se encuentran publicados en CD que han sido entregados a los principales directivos y algunos fundadores de la universidad. Representan los hechos más relevantes a escala de la universidad, aunque es imposible listarlos todos de manera acuciosa, pues se ha contado, para su recopilación, con el aporte de fundadores y otros



Figura 1. Plegables Cujae.
Fuente: elaboración propia (2022).

profesionales de mucha experiencia, colaboradores del centro. Después de abarcar largos periodos en el desarrollo de la Cujae, se decidió comenzar, en 2019, a trabajar los folletos de forma anual, como forma de recopilar la mayor cantidad posible de acciones y hechos relevantes acaecidos en dichos predios.

Las informaciones se han organizado a partir de los tres procesos sustantivos, decisión que se tomó en aras de lograr un hilo conductor que permitiera el mejor entendimiento posible de cada documento y los resultados mostrados.

Todos tienen una introducción, hecha por la líder del GPCC, así como un prólogo que ha escrito una personalidad relevante de dicha comunidad Cujae, como el Dr. Ing. Luis Blanca, el Dr. Ing. Gustavo Cobreiro, el Dr. Ing. Hugo Wainshtok, el Dr. Ing. Reinier Moll y el Dr. Ing. Modesto Ricardo Gómez Crespo, entre otros.

Los folletos confeccionados hasta diciembre de 2021 son:

- a. **La Cujae al servicio de la sociedad cubana. Cujae en imágenes (1960-2016):** El contenido de este documento ha sido el más amplio, siempre apoyado básicamente en imágenes, pues hubo que cubrir un espacio de tiempo importante y, por tanto, actividades y resultados a escala de la universidad. Los temas tratados, básicamente, fueron: los relativos a la construcción y la fundación de la universidad; la docencia a partir de mostrar los planes de estudio, y las primeras carreras existentes en la universidad. En la investigación se mostraron datos como: el avance de las relaciones internacionales; las personalidades, entre las cuales se expusieron los fundadores, los *Honoris Causa*, los Héroes Nacionales del Trabajo y otros, y finalmente, en el proceso de Extensión Universitaria se expusieron las acciones del proceso cultural de la Cujae, así como sus impactos, y como aspecto esencial, el trabajo político ideológico más relevante del periodo y sus huellas. Se hizo el cierre del documento, estratégicamente, en julio de 2016, pues fue cuando la universidad cambió su estructura y su nombre pasó de Instituto Superior Politécnico "José Antonio Echeverría" (ISPJAE) a Universidad Tecnológica de La Habana "José Antonio Echeverría" (Cujae).
- b. **El patrimonio universitario del ISPJAE: 50 años de ciencia y cultura al servicio de la sociedad cubana:** Este folleto tuvo una primera edición en 2014. Fue el primero realizado por el grupo. El objetivo principal de la publicación fue dar a conocer a la comunidad universitaria algunas características relevantes del campus universitario y la importancia de la conservación del patrimonio cultural y la historia universitaria, así como la creación del GPCC, en 2011, y sus funciones principales. Por su importancia y su impacto, el documento tuvo una segunda edición en 2019, en saludo al 55° aniversario de la Cujae.
- c. **La Cujae al servicio de la sociedad cubana. Cujae en imágenes. 2019:** Este fue el primer folleto que se hizo en la modalidad de mostrar solo un año de la historia universitaria. En 2019 tuvo lugar el aniversario número 55 de la Cujae, y se lo consideró una edición especial. Por tal motivo, se mostraron todas las actividades organizadas para celebrar el aniversario de la Cujae, el cual

coincidió con el aniversario número 500 de la ciudad de La Habana, lo cual hizo de 2019 un año muy activo y particular. Para este documento, la personalidad a cargo de realizar el prólogo fue el Dr. Ing. Modesto Ricardo Gómez Crespo, rector en funciones, quien estuvo involucrado en la estrategia gubernamental llevada a cabo para celebrar el aniversario de la ciudad.

- d. **Personalidades relevantes. Parte 1:** A partir del aniversario número 55 de la Cujae, el GPCC, ya con más experiencia de trabajo y valorando la importancia de escribir la historia de la universidad, comenzó una etapa de trabajo intencionado para atraer, con mayor sistematicidad, a los fundadores de la universidad, en aras de solicitar su colaboración en la asesoría, la confección y la revisión del trabajo que se estaba realizando. De ese modo, en el primer intercambio tenido con ellos, se les propuso la idea de que escribieran sus memorias, en lo cual se llamó *La Cujae en Mí*, de manera que, de forma muy flexible y clara, expusieran sus recuerdos sobre sus inicios en la Cujae, y sus experiencias hasta el momento. Todos reaccionaron de forma positiva, y de sus primeras entregas nació este primer folleto, con las historias vividas y contadas por las primeras doce personalidades, todas apoyadas en una importante cantidad de fotos, nunca expuestas con anterioridad, y que marcaron una etapa nueva en el trabajo conjunto del GPCC con fundadores y profesores que no tienen esta categoría, pero han dado toda su vida a nuestro alto centro de estudios.
- e. **Rectores:** Algo que no podía faltar para resaltar la vida institucional era, justamente, un documento donde se reunieran los resultados y los principales hechos acaecidos en los periodos de mandato de altos directivos de la universidad, quienes han tenido una trayectoria en ascenso y han ocupado responsabilidades no solo en la Cujae, sino también, en otros organismos centrales del Estado cubano. Como resultado, se hizo este folleto, dedicado a los siete rectores que ha tenido la Cujae. El prólogo fue hecho por uno de ellos: el Dr. Ing. Gustavo Cebreiro Suárez, ejemplo de dirigente competente y de cubano digno, actual consejero para la Educación y la Ciencia en la Embajada de Cuba en la Federación de Rusia, y quien fue rector entre 2003 y 2009 en la Cujae, y de 2009 a 2018, en la Universidad de La Habana (primer rector graduado de una ingeniería que *rectorea* dicha universidad).

Otros

Se han confeccionado múltiples productos, como almanques de mesa, de pared o de bolsillo, al igual que carpetas y postales con imágenes patrimoniales de la Cujae.

Están en proceso de revisión y edición otros plegables que incluyen temas relacionados con el patrimonio inmaterial de la universidad, como sus tradiciones y sus costumbres. En fase de terminación está el folleto que muestra los resultados relevantes de la universidad en el periodo 2016-2018. En proceso de confección y revisión están los folletos correspondientes a los años 2020 (durante la pandemia) y 2021 (posterior a la pandemia). Actualmente se recopilan datos e imágenes correspondientes a los hechos relevantes que se expondrán en el folleto de 2022.



Figura 2. Ejemplos de folletos diseñados por el GPCC.
Fuente: elaboración propia (2022).



Figura 3. Selección de postales Cujae.
Fuente: elaboración propia (2022).

Discusión

Todo lo anteriormente expuesto forma parte de las experiencias del GPCC para lograr la profundización en el conocimiento de la historia y del patrimonio cultural de la Cujae.

Con estos resultados se considera que las acciones realizadas diversifican los modos de socialización del patrimonio universitario, tanto material como inmaterial, y así concientizan de su importancia a toda la comunidad y mejoran ostensiblemente el holismo de la formación de los estudiantes de arquitectura e ingenierías en la Cujae, lo que se revierte en su futuro desempeño profesional y en sus actuales motivaciones estudiantiles. Se fomentan valores como identidad, responsabilidad y corresponsabilidad por el trabajo en equipo, que implican la construcción de estos productos también, porque los impulsa a investigar y comunicar, por diversas vías, las esencias de cada carrera y de la universidad en la que se forman (Portero Ricol et al., 2018; Portero Ricol et al., 2016).

Actualmente están en revisión el Anteproyecto de Ley General de Protección al Patrimonio Cultural, y el Reglamento de Ley General de Protección al Patrimonio. Ello demuestra el alto valor y el potencial que le otorga el Estado cubano a la protección del patrimonio y, específicamente, al patrimonio universitario. Particularmente, además, el Ministerio de Educación Superior ha emitido varias regulaciones e indicaciones en este sentido (Portero Ricol A. E., aprobado en abril de 2011).

Si bien el presente artículo se centra más en la exposición de los productos logrados por el GPCC, como adelanta su objetivo, aunque sea sucintamente deben referirse los resultados obtenidos. Estos se evidencian en los estudiantes, los métodos y los medios, así como en los procesos sustantivos, lo que, de cierta forma, ya se puede inferir por la relación dialéctica entre los conceptos convencionales asumidos de producto y resultado.

Resultados en los estudiantes, porque se encuentran motivados, lo que se evidencia por la sistematicidad en el cumplimiento de las tareas, la asistencia a clases y talleres, las iniciativas que aportan para la confección de los productos y la aplicación a otras asignaturas de conocimientos de esta, y viceversa, lo que dinamiza la interdisciplinariedad de su formación, la colaboración entre los miembros de un equipo y entre equipos, a pesar de la competencia emulativa entre estos; así como también la concientización de su responsabilidad social ante el cuidado y desarrollo del patrimonio no solo universitario, sino también el nacional. Actualmente,

esta motivación se demuestra a partir de participación activa en los grupos de WhatsApp creados para la impartición de la asignatura; también, por la cantidad de consultas en la nube y en el bot de Telegram, donde se encuentran los documentos de la asignatura, así como las consultas que se hacen al privado. Como resultado, aumenta la toma de conciencia de los procesos sustantivos que operan sobre su formación.

Los resultados en los medios se aprecian cuantitativamente por obvias razones, y cualitativamente, por el valor agregado de este vital componente didáctico cuando se configura como sistema, con la participación estudiantil, por ser, además, un medio que, a un tiempo, es producto del polo aprendizaje del proceso de enseñanza-aprendizaje. Los medios obtenidos son reusables, aunque demandan constante actualización; por último, son resultados y representación, a la vez, de la integralidad de la docencia, la investigación y la extensión del nivel superior de educación.

En cuanto al método como resultado del proceso que se sustenta, en el texto presente cabe preocuparse a los autores de no ser reiterativos, pues la anterior exposición sobre medios de paso evidencia, con lo explicado, los resultados en los métodos. Este tipo de propuesta no tiene cabida si no es mediante métodos activos que conducen al protagonismo estudiantil soslayando la verticalidad, como victima de la creatividad, y todo lo que sirve de contenido a actividades metodológicas.

En los resultados que se observan en los aspectos expuestos, así como en la simple enunciación de los productos, se visibiliza el resultado que en los procesos sustantivos obtiene la propuesta del GPCC para promover el patrimonio cultural universitario en la Cujae.

Conclusiones

Las universidades poseen altos valores patrimoniales que deben ser promovidos y reconocidos por parte de la propia comunidad universitaria.

La promoción del patrimonio cultural implica saberes sobre la salvaguardia de la identidad de la comunidad universitaria, lo que conduce a la formación de valores en la educación superior.

Es indispensable favorecer la integración de los tres procesos sustantivos, en aras de la formación técnica relacionada con la conservación del patrimonio universitario.

Contribuciones y agradecimientos

Todos los autores pertenecen al Grupo para la Protección y la Conservación del Patrimonio Cultural de la Cujae. Por tal razón, hemos estado vinculados a la investigación, el diseño, la revisión y el desarrollo de los productos que se listan. La líder de dicho grupo y principal autora del artículo coinciden. El resto son los miembros y los coautores.

Referencias

- Felipe Torres, C. (2016). *Al abrigo del Alma Mater. Patrimonio Cultural universitario. Valores y experiencias de gestión desde la Universidad de La Habana* [Tesis doctoral] Universidad de Granada. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=55696>
- Figuroa Yáñez, G. (1997). *El Patrimonio* (2da edición). Editorial Jurídica de Chile.
- Fonseca Martínez, A., & Brull González, M. (2020). Patrimonio cultural e identidad en las universidades. *Universidad y Sociedad*, 379-386. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1990-86442020000300379&lng=es&tlng=es
- González Moreno, M. (2006). *Formulación teórico metodológica para la promoción cultural de la investigación en el Instituto Superior Politécnico José Antonio Echeverría* [Tesis doctoral]. La Habana, Cuba.
- Grupo para la Protección y la Conservación del Patrimonio Cultural de la Cujae. (2011). *Organización para realizar el levantamiento del patrimonio cultural de la Cujae*. Informe en versión digital, 24 páginas. La Habana, La Habana, Cuba. p.2. bot de telegram @AlmaCujaeBot
- Legislación del patrimonio cultural y universitario en México. (2021). <https://museosrd.sdi.unam.mx/wp-content/uploads/2021/11/A05-Analisis.pdf>
- Marín Cepeda, S., & Fontal, O. (2020). Percepciones de estudiantes de educación secundaria obligatoria en torno al patrimonio. *Arte, Individuo y Sociedad*, 32(4), 917-933. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7587561>
- Molina Torres, M. P., & Ortiz Urbano, R. (2021). Educación sostenible y conservación del patrimonio cultural en la formación del profesorado universitario. *Formación universitaria*, 14(1), 207-216. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062021000100207>
- Monge Hernández, C., Méndez Garita, N. I., & González Moreno, M. (2021). Barreras para la institucionalización de la extensión universitaria: Experiencia de la Universidad Nacional, Costa Rica. *Revista Electrónica Educare*, 25(1), 393-416. <https://dx.doi.org/10.15359/ree.25-1.21>
- Pena Naumis, C. (2020). *Una terminología de teatro para organizar el patrimonio cultural universitario*. <http://eprints.rclis.org/38511/1/NaumisRguezGuadarramalsko.pdf>
- Portero Ricol, A. E. (Aprobado en abril del 2011). *Plan de Protección al Patrimonio Cultural. La Cujae*. Expediente en versión digital confeccionado por el Grupo para la Protección y Conservación del patrimonio cultural de la Cujae. La Habana, La Habana, Cuba. p.14. bot de telegram @AlmaCujaeBot
- Portero Ricol, A. E., González Moreno, M., Machado Jardo, R., & Cristóbal Fariñas, M. (2018). Praxis de formación para arquitectos en La Cujae. *Bitácora Urbano Territorial*, 28(1), 93-100. <https://doi.org/10.15446/bitacora.v28n1.59920>
- Portero Ricol, A. E., González Moreno, M., Torres Sáez, H., Machado Jardo, R., & Cristóbal Fariñas, M. (2016). El patrimonio cultural universitario. Una fuente para la formación de valores. *Revista Referencia Pedagógica*, 4(2), 105 -116 p. <https://rrp.Cujae.edu.cu/index.php/rrp/article/view/100>
- Rodríguez, E. L. (2011). *La arquitectura del movimiento moderno. Selección de Obras del Registro Nacional*. Bologna.

Habitante, ambiente y sociedad: experiencias de un modelo de diseño integral

Inhabitant, environment and society: experiences of an integral design model

Brenda Estefanía Díaz-Macías

Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes (México)
 Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción
 Doctorado en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos
 Arquitecta, Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA), Aguascalientes, México

Maestría en Ingeniería Civil, Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA) Aguascalientes, México

Estudiante del Doctorado en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos, en la línea de investigación Los procesos de diseño arquitectónico, Universidad Autónoma de Aguascalientes (UAA).

Mención especial en el XXV Concurso barcelonés Habitícola, con su propuesta "Luz en Movimiento", 2013.

Ponente en el congreso internacional "II Congreso Internacional Hispanoamericano de Historia de la Construcción", en Donostia San Sebastián, España, en 2017.

Ponente en la Conferencia Internacional sobre el Análisis Estructural de Construcciones Históricas (SAHC), celebrada en Cuzco, Perú, en 2018.

 <https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=Yay6CFMAAAAJ>

 <https://orcid.org/0000-0001-6588-6189>

 brenda.diaz@edu.uaa.mx / arq.brenda.dm@gmail.com

Ricardo López-León

Universidad Autónoma de Aguascalientes. Aguascalientes (México)
 Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción

Doctorado en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos

Doctor en Ciencias y Artes para el Diseño, Universidad Autónoma Metropolitana-Xochimilco, México

Profesor-investigador del Centro de Ciencias del Diseño, Universidad Autónoma de Aguascalientes, Aguascalientes, México

Miembro del Sistema Nacional de Investigadores. Últimas publicaciones: "Visual Awareness: Enabling Iterative Thinking through Photography", en el Journal of Visual Art and Design, y "Diseño líquido: los procesos creativos en tiempos de cambio" en la Revista Científica Dixit.

 <https://scholar.google.com.mx/citations?user=3o2r510AAAAJ&hl=es&oi=a0>

 <https://orcid.org/0000-0001-9653-5525>

 ralopez@correo.uaa.mx / ricardolopezleon@gmail.com

Resumen

Uno de los inconvenientes a los que más se enfrentan los arquitectos a la hora de diseñar es la complejidad que, por naturaleza, implica dicha actividad, la cual se debe a las múltiples variables que intervienen en ella. La falta de comprensión de esta complejidad puede llevar a diseños con errores y deficiencias, a soluciones formales que no resuelven verdaderamente el problema. Se requieren herramientas que ayuden a comprender y manejar esta complejidad y guíen al diseñador en la toma de decisiones. El objetivo es presentar un modelo de diseño integral que cumpla con dicha tarea. Para evaluar su aplicabilidad se recurrió a una metodología cualitativa, en la cual el modelo fue implementado en talleres por estudiantes de arquitectura. El resultado es una herramienta metodológica que se diferencia de los modelos existentes por su perspectiva integral y su naturaleza, centrada en tres ejes de diseño: habitante, ambiente y sociedad.

Palabras clave: diseño arquitectónico; conceptualización; creatividad; pensamiento; proceso de pensamiento

Abstract

One of the drawbacks that architects face the most when designing is the complexity that, by nature, implies such activity, which is due to the multiple variables involved in it. Failure to understand this complexity can lead to designs with errors and deficiencies, to formal solutions that do not truly solve the problem. Tools are needed to help understand and manage this complexity and guide the designer in decision making. The objective is to present a comprehensive design model that accomplishes this task. To evaluate its applicability, a qualitative methodology was used, in which the model was implemented in workshops by architecture students. The result is a methodological tool that differs from existing models due to its integral perspective and its nature, focused on three design axes: inhabitant, environment and society.

Key words: architectural design; conceptualization; creativity; thinking; thinking process

Introducción

El estudio se centra en el proceso de diseño arquitectónico, en el cual se reconoce uno de sus mayores inconvenientes, que es la complejidad. Esta, a su vez, se debe a que, por su naturaleza, en el proceso creativo se ve involucrada una gran cantidad de variables; esta cantidad infinita de datos e información “refleja deficiencias y limitaciones que se evidencian en el alto riesgo de error en la toma de decisiones intuitivas” (Martínez Zárate, 2019, p. 8). Respecto a lo anterior, Camilo Villate y Brando Tamayo (2010) señalan que

[...] la incompreensión de esta complejidad ha implicado la reducción del discurso general de la profesión, hasta ser concebido hoy en día como un problema netamente formal, en detrimento de las respuestas de diseño con relación a los múltiples requerimientos implícitos de la arquitectura. (p. 178)

La falta de comprensión de esta complejidad puede llevar a diseños con errores y deficiencias, a soluciones formales que no resuelven verdaderamente el problema.

Según Geoffrey Makstutis, “El diseño se trata, básica y generalmente, de una cuestión de resolución de problemas” (2018, p. 7), lo que implica una serie de toma de decisiones, las cuales tendrán como resultado una pieza arquitectónica que conformará el *espacio habitable*; es decir, el inicio de la materialización de la arquitectura en la realidad parte de un proceso mental, la conformación de nuestros edificios y nuestras ciudades es el resultado de lo que pensamos. De ahí la importancia de establecer un origen: una razón justificada para las tomas de decisiones en el proceso de diseño se vuelve indispensable, ya que es el primer paso para llegar a un fin previsto. De acuerdo con Christopher Alexander (1986), “el objetivo final del diseño es la forma, no puede alcanzarse la claridad física en una forma hasta que haya primeramente cierta claridad programática en la mente y las acciones del diseñador” (p. 21).

Entonces, el resultado de no comprender esa complejidad del fenómeno de diseño puede llevar a soluciones que poco tienen que ver con su contexto. El movimiento moderno de la Bauhaus configura un ejemplo de esto: en dicha escuela se buscó romper con la tradición y todo lo existente; incluso, se ha llegado a describirla como una “catástrofe cultural y ambiental, un catastrófico deterioro del espacio construido” (Curl, 2018, p. 1).

De acuerdo con lo anterior, surge la siguiente pregunta de investigación: *¿Qué tipo de herramienta metodológica puede proponerse como apoyo para abordar la complejidad del diseño y guiar en la toma de decisiones durante el proceso?*

A lo largo de la historia de la ciencia del diseño se han propuesto distintos planteamientos teóricos, modelos y metodologías que apoyan a la hora de aportar comprensión y dar orden al proceso de diseño. En el caso de los modelos, normalmente se han establecido fases o etapas de diseño: véase, por ejemplo, el modelo *doble diamante*¹.

Más que presentar fases o etapas por seguir en el diseño, se buscó en la presente investigación una herramienta metodológica que ofreciera elementos de donde comenzar a diseñar y en torno a los cuales se posibilitara la toma de decisiones durante el proceso de diseño, con una estructura que permita dicha claridad programática. Para ello,

se consideró necesaria una visión integral del problema arquitectónico para apreciar su totalidad, así como distinguir y comprender las partes.

Las partes por sí mismas no tienen entidad ni significado alguno al margen del todo, por lo que difícilmente se puede aceptar que el todo sea solo la suma de tales partes, asumiendo entonces, que el todo es algo más que la suma de las partes. (Briceño et al., 2010, p. 75)

El estudio integral permite ahondar en el proyecto más allá del tema formal y estético. Es necesario considerar que el compromiso del arquitecto es con los seres humanos, con la sociedad, con la naturaleza. Cada decisión que tome el arquitecto ha de ser el producto de “pensar la complejidad que constituye estructurar el hábitat” (Palacio Echenique, 2016, p. 44). Desde esta perspectiva integral, se plantea una arquitectura basada en tres ejes de diseño: *habitante, ambiente y sociedad*. La planeación, buena o mala, de un edificio impacta de manera directa o indirecta sobre esos tres ejes.

Este planteamiento nace de once años consecutivos de participación, ya sea como estudiante o como docente, en talleres de diseño en diversas instituciones. Se detectó en dichos talleres que la mayoría de los argumentos utilizados para explicar, justificar o criticar un proyecto parten, consciente o inconscientemente, de los mencionados ejes. Aspectos que normalmente se toman en cuenta en los talleres, como la orientación, el asoleamiento, el costo de construcción, la selección de materiales, la implementación de técnicas bioclimáticas, legislación y normativa del lugar, la topografía, el mantenimiento, la aplicación de tecnologías sostenibles, la consideración de aspectos culturales e históricos, el espacio público, la composición, la psicología del color y la ergonomía, entre muchos aspectos más, pueden ser comprendidos en uno o más de los tres ejes.

Para desarrollar la herramienta metodológica, el primer paso fue definir si sería un método o un modelo; ambos, aplicados a lo largo de la ciencia del diseño. Se optó por diseñar un modelo, debido a su naturaleza flexible, en comparación con la secuencia paso a paso que conlleva un método.

De acuerdo con Amaresh Chakrabarti y Lucienne Blessing (2015, p. 11), un modelo de diseño se utiliza para describir cómo es o debería ser el diseño. De igual manera, es una representación simplificada e idealizada, una interpretación de un sistema, un proceso o un fenómeno. Es una representación esquemática de la esencia de una teoría y representa características de un sistema en el mundo o en una teoría científica. Un modelo debe restringir productivamente el razonamiento simplificando problemas complejos y, por lo tanto, sugerir un curso de análisis; sirve como una herramienta para especificar y organizar la comprensión actual de un sistema y utilizar esa comprensión para la explicación y la comunicación.

Como parte de la teoría sobre la cual se fundamenta este modelo, se presentan a continuación nueve principios², resultado del estudio de diversos modelos existentes, planteamientos teóricos de investigadores destacados en el tema, así como la experiencia y la visión personales de la práctica profesional.

1. Fomentar una arquitectura consciente: Para lo cual es necesario reconocer el valor de las fases iniciales del proceso de diseño, pues las decisiones que se tomen tendrán efectos que se extenderán en el tiempo y en

1 Desarrollado por el Consejo de Diseño de Reino Unido, consta de cuatro fases: 1) descubrimiento, 2) definición, 3) desarrollo y 4) entrega (Makstutis, 2018, p. 53).

2 Algunos de estos principios se mencionan en Díaz Macías y López León (2021).

el espacio. “La naturaleza de la solución estará inevitablemente condicionada al modo de captar, definir y articular el problema [...] la definición de problema forma parte de la respuesta” (Ching, 2008a, p. IX).

2. **Diseñar desde las consecuencias:** Es decir, reconociendo que “los diseñadores integrales no diseñan piezas de diseño, sino que diseñan las consecuencias de esas piezas de diseño” (López León, 2016, p. 65). Chakrabarti y Blessing (2015) definen el diseño como “una actividad con propósito dirigida a cambiar situaciones existentes en unas más deseadas. Diseñar es el proceso de identificar estas situaciones, así como de desarrollar diseños para apoyar la transición”³ (p. 325). Diseñar con base en los tres ejes es diseñar desde las consecuencias, reconociendo el impacto de la arquitectura en el habitante, en el ambiente y en la sociedad.
3. **Lograr el ajuste entre forma y contexto:** Christopher Alexander (1986) señalaba “que todo problema de diseño se inicia con un esfuerzo por lograr un ajuste entre dos entidades, la forma en cuestión y su contexto. La forma es la solución para el problema; el contexto define el problema” (p. 21). Se entiende el contexto como un sistema conformado por tres componentes: el habitante, el ambiente y la sociedad, los cuales son interdependientes, como se muestra en la figura 1.
4. **Seguir objetivos universales:** Que respondan a situaciones actuales entendiendo que los seres humanos habitamos un mismo planeta y, por ende, lo que cada uno hace en lo individual y en lo colectivo afecta al resto. Debido a eso mismo, los creadores del espacio pueden perseguir objetivos comunes de diseño que vayan más allá de considerar la necesidad individual de un habitante. Se identifican tres situaciones globales del siglo XXI en las cuales la arquitectura bien podría desarrollar un papel relevante y que, por lo tanto, deberían ser visualizadas al momento de diseñar: habitantes cada vez más exigentes, a causa de los rápidos avances tecnológicos; la crisis medioambiental, y una creciente falta de identidad en las sociedades, a causa de la globalización. En el pasado, no se requería considerar estas situaciones, pues ni siquiera existían; al menos, no de manera tan manifiesta como ahora. Derivado de esto, se proponen tres objetivos que deberían seguirse, independientemente del tipo de proyecto y el lugar en el que vayan a ubicarse: lograr el confort físico y emocional del habitante; reducir el consumo energético del edificio, y aportar un valor simbólico y funcional.
5. **Considerar la razón y la intuición:** A lo largo de su propia historia, en la ciencia del diseño se ha buscado establecer un proceso con objetividad y racionalidad, con base en el método científico. Adoptar estos métodos trajo como consecuencia que se haya tomado el diseño como algo totalmente racional, y fue un pretexto para excluir la parte intuitiva del diseñador. El resultado fue la rigidez, una fijación de objetivos y métodos para producir diseños que son insensibles a las necesidades humanas (Pérez et al., 2002). Es necesario revalorizar la intuición como parte del proceso creativo, como complemento del lado racional del diseño.
6. **Representar la complejidad:** De modo que hacerlo permita visualizar la integralidad que implica el planteamiento arquitectónico. Christopher Alexander (1986) menciona que “es necesario que el diseñador considere diversas divisiones diferentes de un

conjunto, superpuestas, al mismo tiempo” (p. 23). De esta manera se pueden “apreciar interacciones, particularidades y procesos que no se perciben al estudiarse por separado” (Briceño et al., 2010, p. 74).

7. **Alinearse a la naturaleza no lineal, iterativa y de descubrimiento gradual del diseño:** Modelos como el *diseño en cuatro etapas*, de Nigel Cross, y el *diseño técnico*, de Michael French, consideran estas particularidades, que caracterizan el proceso de diseño (Maksutis, 2018, pp. 56 y 57).
8. **Integración de variables:** Existen variables que, en general, se ven implicadas en el diseño arquitectónico, y que, en mayor o menor medida, pueden ayudar a establecer parámetros de diseño. Ser conscientes de dichas variables ayuda a crear una estructura lógica del proyecto, así como del propio proceso de diseño, a justificarlo, a proponer y analizar soluciones, a validar el proyecto, a comunicar con el resto del equipo de diseño, entre otras cosas.
9. **Ser adaptable, modificable y flexible:** El modelo de diseño no debe ser rígido, sino que debe adaptarse a la conveniencia y la originalidad del autor. Cada proyecto y cada diseñador son diferentes y, dependiendo de las circunstancias, habrá en cada caso aspectos en el diseño que puedan resolverse de manera más rápida y precisa. Además de los nueve principios, para comprender el modelo es necesario conocer sus conceptos más importantes, que son la *arquitectura integral* y los tres ejes de diseño (habitante, ambiente y sociedad).
 - **Arquitectura integral:** Este término fue definido por Walter Gropius, quien mencionaba que la arquitectura integral no se deja absorber de forma temprana por la especialización, por cuanto esta fragmenta el conocimiento y la realidad; además, disuelve lo esencial, por lo que no permite aclarar el significado ni la naturaleza de lo que se diseña, como tampoco su relación con el mundo en su totalidad. Para arquitectos y diseñadores, “debiera constituir su más elevado objetivo ser capaces de visualizar la totalidad, y no dejarse absorber demasiado pronto por los estrechos canales de la especialización” (Gropius & Fabricant, 1957, p. 29).
 - **Eje habitante:** Si se toman como referencia las primeras construcciones, cuando el ser humano prehistórico dejó de ser nómada para convertirse en un ser sedentario, se observa que el eje *habitante* es el más básico y primitivo de los tres. Antes de la influencia cultural y ambiental, el impulso de construir un lugar que habitar surgía de la relación elemental entre el espacio y el ser humano para responder naturalmente a sus necesidades de todo tipo.



Figura 1. El contexto como sistema habitante-ambiente-sociedad. Fuente: Díaz Macías y López León (2021). CC BY-NC-SA

³ Traducción propia.

Se entiende por *habitante* a la persona que mantiene una interacción directa con el edificio y que vive sus espacios; básicamente, es la razón de ser del edificio, y no resulta extraño que se lo considere desde las primeras etapas de diseño, llámese *usuario*, *sujeto* o mediante cualquier otra denominación. En esta investigación se opta por llamarlo *habitante*, al ser un concepto que engloba de manera implícita la existencia de un lugar; es decir, hace referencia a la interacción espacio-hombre; asimismo, la complejidad y la amplitud de este término frente al de *usuario* o *cliente* permite ver al protagonista del espacio arquitectónico desde una perspectiva integral, “no sólo usamos, ocupamos, recorremos u operamos, una casa, un edificio, una calle o una ciudad. Los habitamos” (Cómez Azpeitia et al., 2005).

Al reconocer al sujeto de la arquitectura como el ser que vive los espacios y que en ellos resuelve sus necesidades de habitabilidad, más allá de solamente darles un uso, se reivindica el papel de la persona en la arquitectura y gran parte del éxito de un proyecto dependerá del grado en que este resuelva dichas necesidades.

Un ejemplo de las mencionadas necesidades es el *confort*, que se refiere a las condiciones bajo las cuales a la persona le toma un mínimo de energía adaptarse a su entorno (Olgyay, 2015, p. 15). El confort relaciona al habitante con el eje ambiente, ya que resolver cuestiones sobre el confort del habitante utilizando medidas como la utilización de métodos pasivos para controlar la temperatura y la humedad de los espacios o utilizar materiales naturales no industrializados y poco contaminantes —y que, por lo tanto, no resultan tóxicos para el ser humano— disminuye el impacto de la construcción sobre el medio ambiente.

- **Eje ambiente:** Llamado también medioambiente, se lo define como un “conjunto de circunstancias o factores físicos y biológicos que rodean a los seres vivos e influyen en su desarrollo y comportamiento” (Prince Flores & Espinosa Bouchot, 2021, p. 2). El medioambiente proporciona una gran diversidad de recursos requeridos para la vida humana y el desarrollo de la sociedad, como aire, agua, suelo, bosques y minerales, entre otros. El estudio del medioambiente en la arquitectura se ha hecho desde una visión fragmentada, como una especialización, por lo que han surgido términos como *arquitectura bioclimática* o *arquitectura ecológica*; sin embargo, es imprescindible que sea visto dentro de la integralidad del diseño arquitectónico.

El impacto sobre el medioambiente es un tema que se reconoce en el mundo entero como uno de los más grandes problemas del siglo XXI, resultado de las actividades humanas; entre ellas, resalta la industria de la construcción, tomando en cuenta que para la operación de los edificios se consume la mitad de la energía que se genera a escala mundial. Si a esto se les suman los desplazamientos entre ellos, se verifica que “los proyectistas del entorno construido controlan y son responsables del 75 % del consumo energético global” (Heywood, 2019, p. 10).

Entre las consecuencias de este alto consumo energético están el calentamiento global y los fenómenos que conlleva y afectan al ser humano. Para evitarlo es necesario disminuir el consumo energético y las emisiones de gases de efecto invernadero generadas por el uso y el mantenimiento de los edificios a lo largo de su vida útil, por lo que es preciso proyectarlos pensando en mecanismos que disminuyan tales efectos negativos. Debe pensarse en una arquitectura sostenible que

responda a las necesidades individuales e inmediatas de habitabilidad de los ocupantes presentes y al mismo tipo de los habitantes del planeta en el futuro. Por tal motivo, el concepto *sostenibilidad* es ese enlace que explica la relación entre ambiente y sociedad.

Considerar criterios en el diseño que reduzcan el consumo energético ya no es opcional, sino que se vuelve indispensable que sean tomados en cuenta desde el planteamiento y la planeación del proyecto.

- **Eje sociedad:** Se refiere a una comunidad perdurable de personas con tradiciones, instituciones e identidad comunes, y cuyos miembros han desarrollado creencias e intereses colectivos a través de influencias recíprocas (Ching, 2008b, p. 153).

Una de las principales preocupaciones actuales en temas de sociedad es la influencia económica, política y cultural de las naciones industrializadas sobre las llamadas emergentes. La sociedad que una vez llegó a tener compromiso y arraigo por su propia identidad ha quedado modificada o vaciada por los resultados de la filosofía de los sistemas globales de homogeneización de las culturas (Higuera Zimbrón et al., 2012).

La *globalización* es un fenómeno que puede amenazar hondamente la formación de una identidad auténtica. La arquitectura en este sentido tiene un vasto campo de acción, ya que, al poseer rasgos históricos y culturales de las sociedades, los individuos le dan (o no) un sentido de pertenencia e identidad. La evolución de las sociedades está fuertemente relacionada con su arquitectura; una cultura puede ser “leída” y entendida en varios de sus aspectos por medio de las páginas de su arquitectura, de su conformación urbana, de su progreso evolutivo de técnicas y formas de construir. Todos estos aspectos le dan identidad a una sociedad.

Dentro de este eje resalta el concepto de *identidad*, a la cual puede considerarse el conjunto de rasgos propios de un individuo o de una colectividad que los caracterizan frente a los demás; es la expresión que tiene cada persona en lo individual acerca de su pertenencia a un grupo. El sujeto se reconoce a sí mismo solo reconociéndose en el otro (Giménez, 2007). En este sentido, el eje sociedad se relaciona con el eje habitante a través de la *identidad*.

La sociedad es un eje que no puede ser ignorado en el diseño, por cuanto no se puede hablar de arquitectura sin considerar su contexto histórico. Es necesario integrar en la propuesta arquitectónica la historia de la evolución de cada lugar, sus aspectos geográficos y políticos, la tecnología del momento actual de su creación (Naselli, 2013).

Para la elaboración del modelo se tomaron en cuenta los nueve principios del modelo, así como los conceptos importantes. Se figura el modelo a manera de un esquema que representa, de manera sencilla y simplificada, la realidad compleja, a fin de facilitar su comprensión. Es así como los tres ejes se unen en la formación de un triángulo equilátero, sólido y en equilibrio, cuyo centro es la *habitabilidad*. El habitante se encuentra en el vértice superior, por ser el más básico y primitivo, y en la base del triángulo se ubican el ambiente y la sociedad, como puntos importantes para considerar en el fundamento arquitectónico.

- En el modelo también aparecen los conceptos que enlazan y explican la relación entre un eje y otro: *confort* (habitante-ambiente), *sostenibilidad* (ambiente-sociedad)

e *identidad* (sociedad-habitante), los cuales se alinean a las aristas del triángulo para representar su papel vinculatorio. También se muestran en el modelo los objetivos de diseño, a un lado del eje correspondiente, para reforzar con ello su importancia y su presencia en el modelo, como se muestra en la figura 2.

Son, entonces, tres elementos relevantes los que aparecen en el modelo: los ejes, los enlaces y los objetivos de diseño. Se trata de un esquema sencillo, con un trasfondo robusto que invita a crear una arquitectura consciente por medio de la reflexión en torno a este planteamiento; exhorta también a diseñar desde las consecuencias del objeto arquitectónico pensando a partir de los tres ejes de diseño, a los cuales se considera componentes del contexto, buscando con ello generar un ajuste entre este y la forma resultante. Por último, se promueve perseguir el logro de objetivos universales de diseño.

El modelo requiere ser complementado con un instrumento de diseño que permita su aplicación. Para esto, se desarrolló una matriz en la cual se cruzan los ejes (contexto) con las propiedades o los atributos del objeto arquitectónico (forma). Debido a que las propiedades de la pieza arquitectónica son incontables y de muy variada naturaleza, se recurre a Álvaro Sánchez (1982), quien agrupa las más relevantes en cinco medios, que para la propuesta quedarían de esta manera: *ubicación, función, percepción, construcción* y *costo*. Es así como se integran variables que facilitan el proceso.

Los tres ejes interceptados con los cinco medios ofrecen un panorama integral de información para determinar parámetros importantes que deberán considerarse en el diseño. De esta manera se visualiza una totalidad de manera organizada que, además, posibilita observar las particularidades. En la matriz se representan también los enlaces (confort, sostenibilidad e identidad) que unen los ejes correspondientes.

Para analizar los cruces de los ejes con los cinco medios se propone una serie de preguntas clave, que permiten llegar a una respuesta reflexionada. A fin de hacer la matriz más

entendible de manera visual, se presenta en cada intersección un ícono que representa la pregunta de reflexión. Al momento de analizar las preguntas, el diseñador necesita responderlas tomando en cuenta el objetivo de cada eje: lograr el confort físico y emocional del habitante, disminuir el consumo energético y aportar un valor simbólico y funcional.

En conjunto, la información obtenida de los tres ejes interrelacionados con los cinco medios permite sentar las bases de diseño para comenzar la elaboración de propuestas que deberán ser evaluadas y mejoradas hasta concluir con la que satisfaga en mayor medida los requerimientos del proyecto, de acuerdo con los tres ejes.

La matriz no requiere llenarse en un orden específico, lo cual se corresponde con el principio de descubrimiento gradual del proceso de diseño. En la figura 3.

Los cuestionamientos que se incluyen en las intersecciones son como se muestra seguidamente.

Habitante

- 1a. ¿Qué posturas de diseño respecto a la ubicación del sistema pueden considerarse tomando en cuenta el confort del habitante?
- 1b. ¿Qué espacios es necesario considerar en el proyecto como respuesta a actividades que realizará el habitante en el sistema, y cuánta superficie requieren? ¿Cuáles son los requerimientos funcionales de dichos espacios, determinados por las necesidades del habitante (proporciones, frecuencia de uso, horario de uso, relación con otros espacios, mobiliario, versatilidad y cambio de uso futuro)? ¿Qué soluciones arquitectónicas de accesibilidad se tomarán en cuenta en el sistema?
- 1c. ¿Qué elementos perceptuales, como color, forma, textura e iluminación, se requiere considerar en el proyecto para el confort del habitante?
- 1d. ¿Qué materiales, sistemas constructivos e instalaciones serán considerados en el sistema para lograr el confort del habitante?

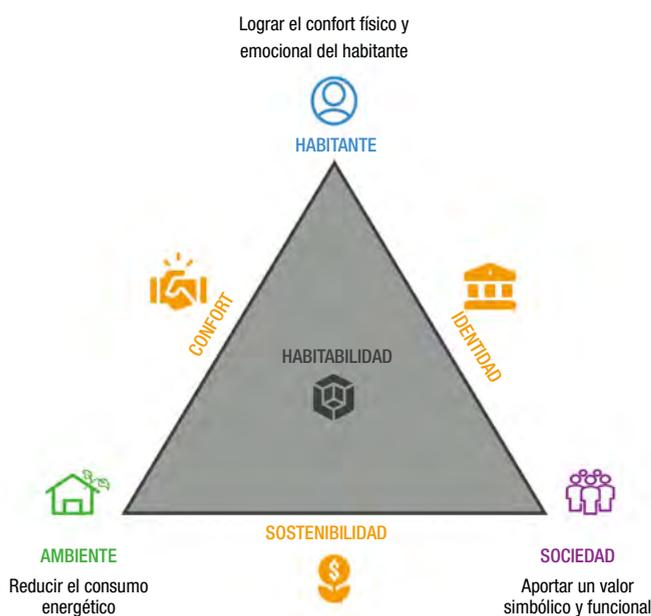


Figura 2. Modelo de arquitectura integral. Fuente: Díaz Macías y López León (2021). CC BY-NC-SA

	Habitante Lograr el confort físico y emocional	Ambiente Reducir el consumo energético	Sociedad Aportar un valor simbólico y funcional
Ubicación	f	2a	3a
Función	1a	2b	3b
Percepción	g	2c	3c
Construcción	1d	h	3d
Costo	1e	2e	3e

Figura 3. Matriz del modelo de arquitectura integral. Fuente: elaboración propia (2021). CC BY-NC-SA

1e. ¿Qué soluciones pueden ser propuestas para disminuir el costo de mantenimiento?

Ambiente

2a. ¿Qué posturas de diseño se asumirán tomando en cuenta las condiciones naturales del lugar?

2b. ¿Qué espacios se pueden proponer para incentivar el desarrollo de actividades que beneficien al medio ambiente?

2c. ¿Qué elementos y estrategias arquitectónicas perceptuales pueden incluirse en el sistema para la sensibilización y valorización del medioambiente?

2d. ¿Qué materiales, sistemas constructivos e instalaciones pueden proponerse para propiciar la reducción del consumo energético?

2e. ¿Qué medidas pueden proponerse para disminuir la huella de carbono del edificio?

Sociedad

3a. De acuerdo con su ubicación, ¿qué papel puede desempeñar el proyecto dentro del contexto social?

3b. ¿Qué espacios o soluciones arquitectónicas pueden proponerse en el proyecto para mejorar el contexto social?

3c. ¿Qué aspectos perceptuales pueden proponerse para ofrecer valor al contexto social?

3d. ¿Qué materiales y técnicas constructivas locales se pueden implementar en el sistema?

3e. ¿Cómo puede involucrarse a la sociedad para aportar valor al proyecto?

Enlaces

f. Confort: ¿Qué estrategias arquitectónicas pueden implementarse como respuesta a las condiciones naturales del lugar, para lograr el confort del habitante?

g. Identidad: ¿Qué estrategias arquitectónicas pueden considerarse para fomentar un sentido de identidad del habitante con el contexto social?

h. Sostenibilidad: ¿Qué materiales, técnicas y soluciones constructivas pueden implementarse para reducir el consumo energético del edificio?

Antes de continuar, cabe mencionar que el uso de matrices en la arquitectura no es nuevo: se las ha utilizado, sobre todo, en la etapa de zonificación y para el análisis de requerimientos de espacios (Torres Landa, 2019).

Metodología

Debido a su naturaleza interpretativa, se considera que esta investigación tiene un enfoque cualitativo. De acuerdo con Daniel C. Allen (2015, p. 451), en la investigación cualitativa se intenta interpretar o dar sentido al significado que las personas atribuyen a sus experiencias o a la base de un fenómeno en particular; en este caso, el proceso de diseño de espacios.

En esta investigación se pretende indagar acerca de la experiencia que tengan las personas que utilicen de manera práctica el modelo. A través de la investigación cualitativa se puede conocer si el modelo resulta y si se lo percibe como una herramienta práctica, usable y eficiente o si, por el contrario, resulta complejo y difícil de usar y, si fuera de

este último modo, qué mejoras pueden implementarse en un rediseño del modelo, partiendo de estas experiencias, para que su manejo sea más sencillo al usuario.

De acuerdo con esto, el diseño metodológico implica una etapa de aplicación del modelo; por tal motivo, se consideró pertinente la implementación de talleres estructurados en tres etapas fundamentales: 1) una parte teórica, para transmitir a los participantes los principios y la propuesta del modelo; 2) la aplicación del modelo en un ejercicio práctico, y 3) la evaluación del modelo por parte de los participantes. Se aplicaron encuestas a fin de obtener la información necesaria para hacer la recolección de datos.

Para el diseño de la metodología del experimento se tomaron como base los cuatro puntos que señala Oliver Robinson (2014) para el desarrollo del plan estratégico de una investigación cualitativa:

- **Determinación del universo de la muestra:** Los criterios de inclusión seleccionados para determinar la muestra son: la voluntad por parte de las personas para participar en el estudio y tener conocimiento sobre el diseño de espacios. Estos criterios suponen una homogeneidad de historia de vida orientada a intereses o experiencias vividas en torno al diseño.

Como tercer criterio de inclusión se consideró que la muestra sea formada por participantes ubicados dentro de México, para probar el modelo en contextos cercanos, donde el idioma sea el español, para facilitar la comunicación. Con este criterio la muestra adquiere una homogeneidad geográfica.

Para una recolección de datos más eficiente se optó por buscar la muestra en universidades: de esta manera se puede encontrar en un mismo lugar un mayor número de personas con las características deseadas, que son, entonces, estudiantes de universidades nacionales con posibilidad de vinculación. Por lo tanto, demográficamente se tratará de hombres y mujeres de 18 años en adelante.

- **Tamaño de la muestra:** El estudio de cada uno de los casos se previó como extenso, descrito desde su individualidad, para obtener una conclusión detallada de la evaluación del modelo, así como de los puntos que se detectan para mejorarlo.

Oliver Robinson (2014, p. 29) sugiere para estudios como este, que requieren un análisis exhaustivo de casos individuales, de 3 a 16 participantes, por lo cual se consideró un número más acercado al extremo superior, al tratarse de una investigación de posgrado. De esta manera, quedó, de manera provisional, un tamaño ideal de la muestra de 12 a 18 participantes. Este rango permitió que a las personas dentro de la muestra se les diera una identidad definida, en vez de ser una parte anónima dentro de un todo más grande.

- **Diseño de estrategia:** Para seleccionar los casos que formaron parte de la muestra se utilizó un muestreo de conveniencia localizando fuentes cercanas de participantes convenientes en términos de vinculación y por su disposición a participar, por lo que será una muestra no probabilística.

- **Abastecimiento de las muestras:** La estrategia que se siguió para reclutar a los participantes fue la vinculación con universidades; específicamente, las que tuvieran la apertura de implementar en sus programas de arquitectura el taller como actividad intersemestral dentro de las materias de diseño.

Encuesta para evaluar el modelo

Se diseñó la encuesta que fue aplicada a los participantes en la última etapa del taller para evaluar el modelo una vez finalizaron el ejercicio práctico. Esta constó de cinco secciones; las primeras cuatro fueron de respuesta con opción múltiple (nada, poco, suficiente y mucho), y la quinta sección, de respuesta libre, con texto. Los aspectos para considerar en cada sección fueron los siguientes:

- **1ª sección:** El perfil del participante (edad, carrera y semestre).
- **2ª sección:** Evaluación del modelo, con base en la experiencia del participante en el ejercicio.
- **3ª sección:** Opinión sobre los ejes del modelo (habitante, ambiente y sociedad).
- **4ª sección:** Satisfacción con el modelo y recomendación de este.
- **5ª sección:** Identificación de otros aspectos que puedan aparecer en el modelo y las recomendaciones para mejorarlo.

Resultados

Se implementaron dos talleres para dar heterogeneidad a la muestra. El primero tuvo lugar en la Universidad Autónoma de Ciudad Juárez (UACJ), y el segundo, en la Universidad Veracruzana. Por la limitación del espacio de este documento, solo se presentan los resultados obtenidos en esta última. El respectivo taller se desarrolló como parte de una estancia de investigación del 31 de mayo al 4 de junio de 2021. Se presentan los resultados de este taller, debido a que se tuvo una mayor cantidad de participantes; asimismo, el perfil de los participantes y los tiempos que se tuvieron

disponibles para el desarrollo del taller permitieron llegar a mejores resultados en cuanto a calidad y contenido.

Hubo un total de trece participantes; todos ellos, estudiantes de la Licenciatura de Arquitectura, de 4º semestre. Se programaron tres sesiones para el taller, con una duración de dos horas cada una. La primera fue de naturaleza teórica, donde se les expusieron a los participantes los antecedentes y los fundamentos del modelo, y las siguientes sesiones fueron de naturaleza práctica, donde los alumnos aplicaron el modelo en un par de ejercicios.

Para uno de los ejercicios se les pidió a los participantes que se reunieran en equipos de dos o tres, con el objetivo de fomentar la reflexión y la discusión entre los compañeros, y se les planteó el siguiente proyecto: “A las afueras de una ciudad X en la región norte de México, una fundación solicita el diseño de las aulas de un complejo educativo destinadas a niños de escasos recursos, considerando una superficie de 300 m² y una construcción duradera de bajo costo”.

Se les indicó complementar el llenado de la matriz con una primera propuesta arquitectónica, a fin de contemplar y estudiar la correspondencia entre una y otra (la matriz y la propuesta), para determinar el grado en que la matriz podría ser aplicada en el proceso de diseño. En respuesta a lo anterior, se obtuvieron dos láminas por ejercicio: la primera lámina, con la matriz, y la segunda, con el desarrollo de la primera propuesta arquitectónica.

Por la limitación del espacio de este documento se presenta solo uno de los ejercicios realizados por los participantes, elegido por su calidad en cuanto a forma y contenido, según se muestra en las figuras 4 y 5.

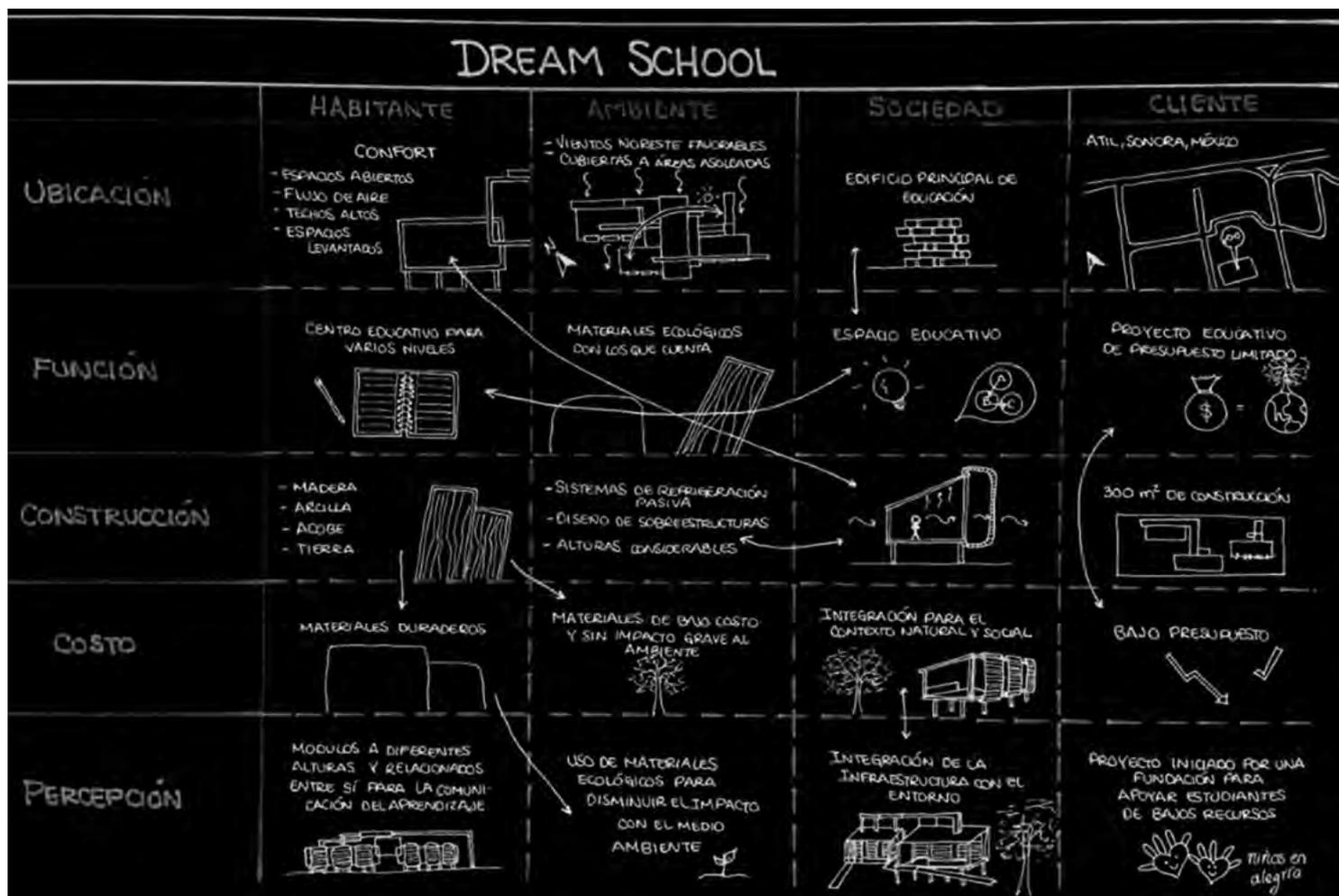


Figura 4. Ejemplo de aplicación de la matriz, lámina 1.

Fuente: elaborado por participantes del taller (2021). CC BY-NC-SA

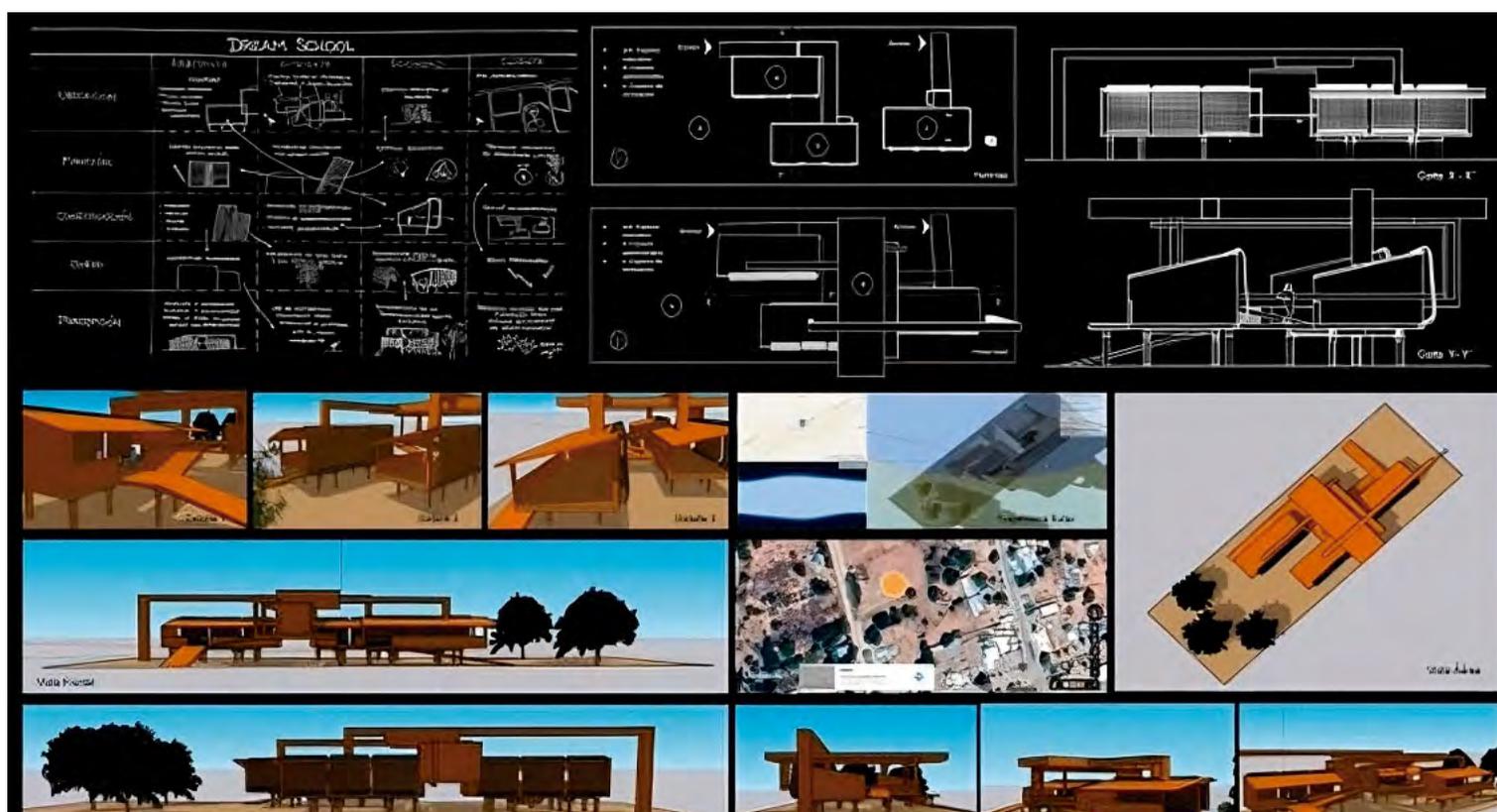


Figura 5. Ejemplo de aplicación de la matriz, lámina 2.

Fuente: elaborado por participantes del taller (2021). CC BY-NC-SA

Este ejercicio destaca por la correspondencia de la matriz, como se muestra en la figura 4, con la propuesta que se muestra en la figura 5. Ejemplo de aplicación de la matriz, lámina 2.5, ya que en primera instancia se percibe cómo los croquis preliminares de la matriz se relacionan con los modelos tridimensionales que aparecen en la lámina de la propuesta arquitectónica.

En la matriz se identificaron aquellos aspectos relevantes en términos del habitante, del medioambiente y de la sociedad, que posteriormente se consideraron en la solución arquitectónica. Se agregó una cuarta columna: el *cliente*, en la cual aparecen los requerimientos hechos en el planteamiento de diseño, y analizados desde cada uno de los cinco medios.

Este equipo, además, hizo dos aportaciones a la matriz. En primer lugar, la representación de flechas que relacionan diferentes intersecciones, lo cual refuerza que cada recuadro no puede verse de manera aislada, sino que se interrelacionan uno con otro. En segundo lugar, las divisiones entre recuadros a manera de líneas punteadas, lo cual atenúa la separación entre una intersección y otra.

De manera particular y en cuanto a contenido, puede “leerse” en la matriz cómo los tres ejes convergen en un proyecto educativo que integra técnicas pasivas según el clima cálido (espacios abiertos, flujo de aire, techos altos) para el confort de los habitantes; que considera materiales ecológicos y duraderos para su construcción —como madera, arcilla, adobe y tierra—, en atención al eje medioambiente, y que juega con módulos a diferentes alturas, para incentivar el aprendizaje, entre otras aportaciones.

Discusión

El análisis de estos ejercicios permitió identificar las fortalezas y las debilidades del modelo. Una de las grandes ventajas del modelo es que favorece esta perspectiva holística, con resultados multidimensionales, con propuestas y reflexiones basadas en cada uno de los ejes, así como de manera integral. El modelo también ayudó

a los participantes a ampliar o modificar su proceso de diseño, por ser un método diferente de los que han empleado anteriormente, basado en tres grandes ejes que antes no consideraban —o por lo menos, no de manera organizada y consciente— que les permitió llegar a una primera propuesta de diseño.

Una limitante que se detecta de la matriz es que se puede caer en la superficialidad, en un listado frívolo de puntos que poco servirán si no se profundizan ni evolucionan. Dejar el contenido en un nivel general, descriptivo y genérico difícilmente será aplicado en realidad en el diseño.

Respecto a los resultados de las encuestas aplicadas para la evaluación del modelo, se observa que fue bien aceptado por los participantes, pues, en general, les pareció sencillo llenar el modelo, les resultó útil durante el proceso de diseño, lo consideran útil para aplicarlo en proyectos futuros tanto académicos como profesionales, les pareció más sencilla la resolución del proyecto empleando el modelo, les parece manejable y práctico, les resultó sencillo entenderlo y utilizarlo y les pareció que su resultado responde y es coherente con el planteamiento del proyecto.

Los resultados de la encuesta también arrojan qué aspectos fueron bien evaluados, como el grado en el que la herramienta les ayudó a tener una visión integral del proyecto, a comprender mejor la complejidad del proyecto, a tomar decisiones de diseño durante el proceso, a considerar aspectos que normalmente no habrían sido considerados, a ser más eficientes y asertivos en la toma de decisiones y a ordenar y visualizar la información importante (evaluados con “suficiente” y “mucho”).

Respecto al nivel de satisfacción y recomendación del modelo la mayoría de los participantes señalaron estar muy satisfechos con el resultado, y el 100% recomendaría usar el modelo a colegas, por lo cual se deduce que el modelo puede considerarse una buena herramienta.

También se hicieron críticas constructivas de aspectos por mejorar en el modelo, como:

- “Ser un poco más específico en cuestión de la implementación del material”. En relación con este punto, convendría exponer en futuros talleres o documentos diferentes ejemplos de matrices ya resueltas.
- “Me gustaría que se agregara algún apartado de tecnologías para llenado de información”. Complementar la matriz con tecnologías digitales como aplicaciones o algún tipo de *software* podría facilitar su llenado.

Cabe mencionar que los participantes también escribieron mensajes de aprobación del modelo, como: “Para mí está muy completo y fácil de comprender”, “En general es una buena metodología”, “Me ha gustado mucho la forma de organización de la matriz ayuda mucho para la elaboración del proyecto. Por ello la considero bastante buena”, “Es muy concreta y fácil de elaborar, es eficiente y ayuda mucho”.

A partir de lo anterior, la encuesta deja ver la aceptación del modelo por parte de los participantes que quedaron satisfechos con su uso, y que, además, lo recomendarían, y que fue bien evaluado en la mayoría de los rubros presentados, por lo cual se puede decir que el modelo de diseño propuesto es aplicable y permite desarrollar proyectos integrales. No obstante, es un trabajo que aún no concluye: los resultados de los ejercicios y las encuestas dejan ver que la formulación del modelo aún no termina y aún quedan ajustes por hacer para mejorarlo.

Conclusiones

Una de las contribuciones más importantes de esta investigación es la propuesta de un modelo único, que ofrece una visión integral de la arquitectura y que promueve la reflexión en el proceso de diseño previendo sus consecuencias en la persona que habitará el espacio, en el medioambiente y en el contexto social.

Este modelo ofrece y hace evidente y visible una estructura de pensamiento que permite identificar y obtener parámetros a partir de los tres ejes que son reconocidos como centro, núcleo, causa, motivo y propósito del diseño arquitectónico y como parte de un mismo sistema (llamado contexto) en el cual se interrelacionan y dependen uno de otro. A partir de estos tres ejes es posible acotar y direccionar el proceso de diseño, visualizar de manera organizada la información y llegar a una toma de decisiones más asertiva. La complejidad de la arquitectura se simplifica y se presenta a través de un modelo de aplicación sencilla. El modelo de arquitectura integral, además, surge de identificar situaciones globales actuales⁴, en las que, por su incidencia, la arquitectura podría tomar un papel de relevancia. Estas situaciones se convierten en aspectos que pueden marcar el rumbo del diseño, con lo cual se refuerza la pertinencia del modelo propuesto, por su aplicación vigente y necesaria en la actualidad.

Aunado a esto, el modelo mantiene un lenguaje universal que facilita su introducción en cualquier lugar del mundo, por cuanto su estructura es lógica y sencilla y de alcances y beneficios colectivos, lo cual crea una oportunidad para que los proyectistas del espacio realicen al unísono su labor, persiguiendo objetivos comunes y que, a través del actuar local, se logren resultados globales. Así, esta suma de esfuerzos individuales alineados a una acción conjunta traerá consigo un efecto multiplicador a favor de nuestro hábitat, como resultado del fenómeno de la sinergia.

4 Habitantes cada vez más exigentes, una crisis medioambiental y el fenómeno de la globalización.

A continuación, se desarrollan otras posibilidades detectadas para este modelo de arquitectura integral:

- a. Herramienta de análisis:** El modelo puede usarse también como un medio para estudiar construcciones existentes, con lo cual pueden determinarse la manera y la medida en que su diseño responde a los tres ejes y, por lo tanto, su nivel de aportación al contexto.
- b. Aplicación en los procesos de enseñanza:** Se prevé que el modelo puede integrarse en los procesos de enseñanza de las universidades, como parte de los talleres de diseño; incluso, puede funcionar como guía para la formulación de planes de estudio en los cuales se seleccionen, se organicen y se estructuren los temas y las asignaturas a partir del modelo.
- c. Se abren otras líneas de investigación:** Hasta el momento, el modelo mantiene una visión general sobre la manera de abordar el diseño, en la que se distingue cada una de las partes (ejes), las cuales se estudian desde la globalidad viendo cómo se relacionan y se entretejen una con otra. En una siguiente etapa, se pueden abrir líneas de investigación en las que pueda ahondarse en el manejo particular de cada uno de los ejes, así como de cada intersección de la matriz.

Se detecta también que el modelo puede ser utilizado en el campo del diseño urbano y en el diseño de interiores, por tratarse, de igual manera, de la proyección de espacios —solo que a escalas diferentes—, por lo cual queda pendiente la investigación de su aplicación en estas áreas.

La propuesta hecha en la presente investigación hace indispensable discutir sobre la importancia de plantear modelos que faciliten la visualización y la comprensión de un planteamiento de diseño, así como la organización de información. Hacen falta modelos en arquitectura que ayuden al manejo de información en un mundo cuyas variables son bastas, por lo que es un problema en el contexto de la disciplina.

Haciendo una analogía, en otras disciplinas se dispone de herramientas y estrategias validadas que mejoran, facilitan y eficientizan los procesos y la toma de decisiones, que permiten unificar lenguajes y criterios y comunicar mensajes, entre otros. Ejemplo de esto es el lienzo canvas, en la rama del emprendimiento, en el cual, como mencionan los autores Osterwalder y Pigneur (2011), se combina la razón y la intuición para formular un modelo de negocio.

Los tres ejes de diseño que se explican en este documento configuran la razón y el porqué de un proyecto arquitectónico; por ello se hace la invitación para que se sigan proponiendo diferentes modelos y herramientas basadas en ellos y se continúe fortaleciendo el concepto de arquitectura integral propiciando esa reflexión acerca de los principales elementos que conforman ese entorno arquitectónico, y a través de los cuales puede influir la arquitectura manteniendo su poder transformador y de mejora en el habitante, el ambiente y la sociedad.

Contar con este tipo de modelos y aplicarlos en el diseño llevaría a humanizar la arquitectura y acercarla más a las necesidades del entorno, para que sean resueltas a través de sus formas, sus colores, su luz, sus sonidos, sus simbolismos, sus texturas y sus aromas, entre otros, y siendo estos la prioridad más que los caprichos o los impulsos del diseñador. El efecto conllevaría una transformación de la disciplina; una más sensible, más cercana y más empática y, por lo tanto, mayormente aceptada y más valorada por las personas.

Contribuciones y agradecimientos

Este artículo presenta un extracto de una investigación perteneciente al programa de doctorado en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos, de la Universidad Autónoma de Aguascalientes, sobre la línea de investigación en Arquitectura (Díaz-Macías, 2022). Dicha investigación fue financiada por el Consejo Nacional en Ciencia y Tecnología (CONACyT).

La concepción, la estructura, la redacción y la investigación teórica necesarias para la realización de este documento estuvieron a cargo de la Dra. Brenda Estefanía Díaz Macías; la concepción, la dirección, la revisión y la aprobación se atribuyen al Dr. Ricardo Arturo López León.

Agradecemos al Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología (CONACyT) y a la Universidad Autónoma de Aguascalientes, por el apoyo económico invertido en esta investigación.

Referencias

- Alexander, C. (1986). *Ensayo sobre la síntesis de la forma*. Infinito.
- Allen, D. C. (2015). Research, when you know what you're doing: a review of essentials of qualitative inquiry. *The Qualitative Report*, 20(4), 451-453. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2015.2120>
- Briceño, J., Cañizales, B., Rivas, Y., Lobo, H., Moreno, E., Velásquez, I., & Ruzza, I. (2010). La holística y su articulación con la generación de teorías. *Educere*, 14, 73-83. <https://www.redalyc.org/pdf/356/35616720008.pdf>
- Chakrabarti, A., & Blessing, L. (2015). A review of theories and models of design. *Journal of the Indian Institute of Science*, 95(4), 325-340. <http://journal.library.iisc.ernet.in/index.php/iisc/article/view/4582>
- Ching, F. D. K. (2008a). *Arquitectura. Forma, espacio y orden*. Gustavo Gili.
- Ching, F. D. K. (2008b). *Diccionario visual de arquitectura*. Gustavo Gili.
- Curl, J. S. (2018). *Making dystopia: The strange rise and survival of architectural barbarism*. Oxford University Press.
- Díaz-Macías, B. E., & López-León, R. A. (2021). Arquitectura Integral: convergencias entre habitante, ambiente y sociedad. *Conference Proceedings CIVAE 2021*, 545-549. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8096804>
- Díaz-Macías, B. E. (2022) *Modelo para una arquitectura integral basado en tres ejes* [Tesis doctoral, Universidad Autónoma de Aguascalientes]. <http://bdigital.dgse.uaa.mx:8080/xmlui/bitstream/handle/11317/2320/457378.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Giménez, G. (2007). La identidad social o el retorno del sujeto en sociología. *Estudios de La Comunicación y Política*, 2, 183-205. <https://versionojs.xoc.uam.mx/index.php/version/article/view/24>
- Gómez-Azpeitia, G., Cruz-Iturrubarría, S., Gómez-Amador, A., & Alcántara-Lomelí, A. (2005). El entorno arquitectónico como factor asociado a la violencia doméstica en Colima. *Iridia*, 1(2)1.
- Gropius, W., & Fabricant, L. (1957). *Alcances de la arquitectura integral*. La isla.
- Heywood, H. (2019). *101 reglas básicas para una arquitectura de bajo consumo energético*. Gustavo Gili.
- Higuera Zimbrón, A., Santamaría Ortega, A., Victoria Uribe, R., & Rubio Toledo, M. A. (2012). *El diseño ante los cambios globales en las sociedades actuales*. Plaza y Valdés.
- López León, R. A. (2016). Especialización y transdisciplina: apuntes sobre el diseño integral como propuesta de posgrado. En *La transdisciplina en el arte y el diseño* (pp. 61-77). Universidad de Guanajuato.
- Makstutis, G. (2018). *Procesos del diseño en arquitectura*. Promopress.
- Martínez Zárate, R. (2019). *Diseño arquitectónico. Enfoque metodológico*. Trillas.
- Naselli, C. (2013). *El rol de la innovación creadora: en la lógica interna del diseño arquitectónico*. EDUCC.
- Olgay, V. (2015). *Arquitectura y clima. Manual de diseño bioclimático para arquitectos y urbanistas*. Gustavo Gili.
- Osterwalder, A., & Pigneur, Y. (2011). *Generación de modelos de negocio*. Deusto.
- 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>
- Pérez, F. J., Espinach Orus, X., Verdaguer Pujades, N., & Tresserras Picas, J. (2002). Metodología del diseño, historia y nuevas tendencias. *VI Congreso Internacional de Proyectos de Ingeniería*, 0386-0394. https://www.aepro.com/files/congresos/2002barcelona/ciip02_0386_0394.1915.pdf
- Prince Flores, J. E., & Espinosa Bouchot, M. (2021). Una mirada a la calidad del agua. *Perspectivas IMTA*. <https://doi.org/10.24850/b-imta-perspectivas-2021-03>
- Robinson, O. C. (2014). Sampling in interview-based qualitative research: A theoretical and practical guide. *Qualitative Research in Psychology*, 25-41. <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/14780887.2013.801543>
- Sánchez, A. (1982). *Sistemas arquitectónicos y urbanos: introducción a la teoría de los sistemas aplicada a la arquitectura y al urbanismo*. Trillas.
- Torres Landa, A. [aleatorre]. (2019). *3 Zonificación arquitectónica* [video]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=JumgUxuHtIM&t=931s>
- Villate, C., & Tamayo, B. (2010). La práctica de la arquitectura como racionalización sistémica. *Dearq*, 1(6), 178-199. <https://doi.org/10.18389/dearq6.2010.18>

A Derechos de autor

La postulación de un artículo a la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* indica que el o los autores, certifican que conocen y aceptan la política editorial, para lo cual firmarán en original y remitirán el formato RevArq FP00 Carta de originalidad.

La *Revista de Arquitectura (Bogotá)* maneja una política de Autoarchivo VERDE, según las directrices de SHERPA/RoMEO, por lo cual el autor puede:

- Pre-print del autor: Archivar la versión *pre-print* (la versión previa a la revisión por pares)
- Post-print del autor: Archivar la versión *post-print* (la versión final posterior a la revisión por pares)
- Versión de editor/PDF: Archivar la versión del editor – PDF/HTML/XLM en la maqueta de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*.

El Autoarchivo se debe hacer respetando la licencia de acceso abierto, la integridad y la imagen de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, también se recomienda incluir la referencia, el vínculo electrónico y el DOI.

El autor o los autores son los titulares del Copyright © del texto publicado y la Editorial de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* solicita la firma de una autorización de reproducción del artículo (RevArq FP03 Autorización reproducción), la cual se acoge a la licencia CC, donde se expresa el derecho de primera publicación de la obra.

La *Revista de Arquitectura (Bogotá)* se guía por las normas internacionales sobre propiedad intelectual y derechos de autor, y de manera particular el artículo 58 de la Constitución Política de Colombia, la Ley 23 de 1982 y el Acuerdo 172 del 30 de septiembre de 2010 (Reglamento de propiedad intelectual de la Universidad Católica de Colombia).

Para efectos de autoría y coautoría de artículos se diferencian dos tipos: “obra en colaboración” y “obra colectiva”. La primera es aquella cuya autoría corresponde a todos los participantes al ser fruto de su trabajo conjunto. En este caso, quien actúa como responsable y persona de contacto debe asegurar que quienes firman como autores han revisado y aprobado la versión final, y dan consentimiento para su divulgación. La obra colectiva es aquella en la que, aunque participan diversos colaboradores, hay un autor que toma la iniciativa, la coordinación y realización de dicha obra. En estos casos, la autoría corresponderá a dicha persona (salvo pacto en contrario) y será suficiente únicamente con su autorización de divulgación.

El número de autores por artículo debe estar justificado por el tema, la complejidad y la extensión, y no deberá ser superior a la media de la disciplina, por lo cual se recomienda que no sea mayor de cinco. El orden en que se enuncien corresponderá a los aportes de cada uno a la construcción del texto, se debe evitar la autoría ficticia o regalada. Si se incluyen más personas que trabajaron en la investigación se sugiere que sea en calidad de colaboradores o como parte de los agradecimientos. La *Revista de Arquitectura (Bogotá)* respetará el número y el orden en que figuren en el original remitido. Si los autores consideran necesario, al final del artículo pueden incluir una breve descripción de los aportes individuales de cada uno de firmantes.

La comunicación se establece con uno de los autores, quien a su vez será el responsable de informar a los demás autores de las notificaciones emitidas por la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*.

En virtud de mantener el equilibrio de las secciones y las mismas oportunidades para todos los participantes, un mismo autor puede postular dos o más artículos de manera simultánea; si la decisión editorial es favorable y los artículos son aceptados, su publicación se realizará en números diferentes.

A Acceso abierto

La *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, en su misión de divulgar la investigación y apoyar el conocimiento y la discusión en los campos de interés, proporciona acceso abierto, inmediato e irrestricto a su contenido de manera gratuita mediante la distribución de ejemplares impresos y digitales. Los interesados pueden leer, descargar, guardar, copiar y distribuir, imprimir, usar, buscar o referenciar el texto completo o parcial de los artículos o la totalidad de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*.



Esta revista se acoge a la licencia Creative Commons (CC BY-NC de Atribución – No comercial 4.0 Internacional):

“Esta licencia permite a otros entremezclar, ajustar y construir a partir de su obra con fines no comerciales, y aunque en sus nuevas creaciones deban reconocerle su autoría y no puedan ser utilizadas de manera comercial, no tienen que estar bajo una licencia con los mismos términos”.

La *Revista de Arquitectura* es divulgada en centros y grupos de investigación, en bibliotecas y universidades, y en las principales facultades de Arquitectura, mediante acceso abierto a la versión digital y suscripción anual al ejemplar impreso o por medio de canje, este último se formaliza mediante el formato RevArq FP20 Canjes.

Para aumentar su visibilidad y el impacto de los artículos, se envían a bases de datos y sistemas de indexación y resumen (SIR) y, asimismo, pueden ser consultados y descargados en la página web de la revista.

La *Revista de Arquitectura* no maneja cobros, tarifas o tasas de publicación de artículo (Article Processing Charge-APC), o por el sometimiento de textos a la publicación.

La *Revista de Arquitectura* se compromete a cumplir y respetar las normas éticas en todas las etapas del proceso de publicación. Los autores de los artículos publicados darán cumplimiento a los principios éticos contenidos en las diferentes

A Ética y buenas prácticas

declaraciones y legislaciones sobre propiedad intelectual y derechos de autor específicos del país donde se realizó la investigación. En consecuencia, los autores de los artículos postulados y aceptados para publicar, que presentan resultados de investigación, deben firmar la declaración de originalidad (formato RevArq FP00 Carta de originalidad).

La *Revista de Arquitectura* reconoce y adopta los principios de transparencia y buenas prácticas descritos por COPE, “Principles of Transparency and Best Practice in Scholarly Publishing” (2015).

El equipo editorial tiene la obligación de guardar la confidencialidad acerca de los artículos recibidos, y abstenerse de usar en sus propias investigaciones datos, argumentos o interpretaciones hasta tanto el artículo no sea publicado. También debe ser imparcial y gestionar los artículos de manera adecuada y en los plazos establecidos. La selección de revisores se hará con objetividad y estos deberán responder a la temática del artículo.

El editor, los autores y los revisores deben seguir las normas éticas internacionales definidas por el Committee on Publication Ethics (COPE), con el fin de evitar casos de:

Fabricación, falsificación u omisión de datos.

- Plagio y autoplagio.
- Publicación redundante, duplicada o fragmentada.
- Omisión de referencias a las fuentes consultadas.
- Utilización de contenidos sin permiso o sin justificación.
- Apropiación individual de autoría colectiva.
- Cambios de autoría.
- Conflicto de interés (CDI) no revelado o declarado.
- Otras que pudieran surgir en el proceso de investigación y publicación.

La fabricación de resultados se genera al mostrar datos inventados por los autores; la falsificación resulta cuando los datos son manipulados y cambiados a capricho de los autores; la omisión se origina cuando los autores ocultan deliberadamente un hecho o dato. El plagio se da cuando un autor presenta como ideas propias datos creados por otros. Los casos de plagio son los siguientes: copia directa de un texto sin entrecomillar o citar la fuente, modificación de algunas palabras del texto, paráfrasis y falta de agradecimientos; el autoplagio se da cuando el mismo autor reutiliza material propio que ya fue publicado, pero sin indicar la referencia al trabajo anterior. La revista se apoya en herramientas digitales que detectan cualquiera de estos casos en los artículos postulados, y es labor de los editores y revisores velar por la originalidad y fidelidad en la citación. La publicación redundante o duplicada se refiere a la copia total, parcial o alterada de un trabajo ya publicado por el mismo autor.

En caso de sospechar de alguna mala conducta se recomienda seguir los diagramas de flujo elaborados por COPE (2008), con el fin de determinar las acciones correspondientes.

La *Revista de Arquitectura* se reserva el derecho de retractación de publicación de aquellos artículos que, posterior a su publicación, se demuestre que presentan errores de buena fe, o cometieron fraudes o malas prácticas científicas. Esta decisión se apoyará en “Retraction Guidelines” (COPE, 2009). Si el error es menor, este se podrá rectificar mediante una nota editorial de corrección o una fe de erratas. Los autores también tienen la posibilidad de solicitar la retractación de publicación cuando descubran que su trabajo presenta errores graves. En todos los casos se conservará la versión electrónica y se harán las advertencias de forma clara e inequívoca.

A Privacidad y manejo de la información. Habeas Data

Para dar cumplimiento a lo previsto en el artículo 10 del Decreto 1377 de 2013, reglamentario de la Ley 1581 de 2012, y según el Acuerdo 002 del 4 de septiembre de 2013 de la Universidad Católica de Colombia, “por el cual se aprueba el manual de políticas de tratamiento de datos personales”:

La *Universidad Católica de Colombia*, considerada como responsable o encargada del tratamiento de datos personales, manifiesta que los datos personales de los autores, integrantes de los comités y pares revisores, se encuentran incluidos en nuestras bases de datos; por lo anterior, y en cumplimiento de las disposiciones legales vigentes, la Universidad solicitará siempre su autorización, para que en desarrollo de sus funciones propias como Institución de Educación Superior, en especial las relacionadas con la docencia, la extensión y la investigación, la *Universidad Católica de Colombia* pueda recolectar, recaudar, almacenar, usar, circular, suprimir, procesar, intercambiar, compilar, dar tratamiento, actualizar, transmitir o transferir a terceros países y disponer de los datos que le han suministrado y que han sido incorporados en las bases de datos de todo tipo que reposan en la Universidad.

La *Universidad Católica de Colombia* queda autorizada, de manera expresa e inequívoca, en los términos señalados por el Decreto 1377 de 2013, para mantener y manejar la información de nuestros colaboradores (autores, integrantes de los diferentes comités y pares revisores); así mismo, los colaboradores podrán ejercer sus derechos a conocer, actualizar, rectificar y suprimir sus datos personales, para lo cual se han dispuesto las siguientes cuentas de correo electrónico:

contacto@ucatolica.edu.co y revistadearquitectura@ucatolica.edu.co

A Directrices para autores

La *Revista de Arquitectura (Bogotá)* recibe artículos de manera permanente. Los artículos se procesan a medida que se postulan, dependiendo el flujo editorial de cada sección.

El idioma principal es el español, y como opcionales están definidos el inglés, el portugués y el francés; los textos pueden ser escritos y presentados en cualquiera de estos.

Los artículos postulados deben corresponder a las categorías universalmente aceptadas como producto de investigación, ser originales e inéditos y sus contenidos responder a criterios de precisión, claridad y brevedad.

Como punto de referencia se pueden tomar las tipologías y definiciones del Índice Bibliográfico Nacional, Publindex (2010) que se describen la continuación:

Artículo de revisión: documento resultado de una investigación terminada donde se analizan, sistematizan e integran los resultados de investigaciones publicadas o no publicadas, sobre un campo en ciencia o tecnología, con el fin de

dar cuenta de los avances y las tendencias de desarrollo. Se caracteriza por presentar una cuidadosa revisión bibliográfica de por lo menos 50 referencias.

1. **Artículo de investigación científica y tecnológica:** documento que presenta, de manera detallada, los resultados originales de proyectos terminados de investigación. La estructura generalmente utilizada contiene cuatro apartes importantes: introducción, metodología, resultados y conclusiones.

2. **Artículo de reflexión:** documento que presenta resultados de investigación terminada desde una perspectiva analítica, interpretativa o crítica del autor, sobre un tema específico, recurriendo a fuentes originales.

Adicional a estas tipologías, se pueden presentar otro tipo de artículos asociados a procesos de investigación-creación y/o investigación proyectual. En todos los casos se debe presentar la información suficiente para que cualquier investigador pueda reproducir la investigación y confirmar o refutar las interpretaciones defendidas y sea evidente el aporte a la disciplina.

En todos los casos se debe presentar la información suficiente para que cualquier investigador pueda reproducir la investigación y confirmar o refutar las interpretaciones defendidas.

A Instrucciones para postular artículos

Postular el artículo en la página web de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* y adjuntar comunicación escrita dirigida al editor RevArq FP00 Carta de originalidad (debidamente firmada por todos los autores en original); de igual manera, se debe diligenciar el formato de hoja de vida RevArq FP01 Hoja de Vida (una por cada autor).

En la comunicación escrita el autor expresa que conoce y acepta la política editorial de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, que el artículo no está postulado para publicación simultáneamente en otras revistas u órganos editoriales y que no existe conflicto de intereses (ver modelo RevArq FP06 CDI) y que, de ser aceptado, concederá permiso de primera publicación, no exclusiva a nombre de la Universidad Católica de Colombia como editora de la revista.

Los artículos deben tener en cuenta las siguientes recomendaciones:

En la primera página del documento se debe incluir:

Título: no exceder 15 palabras.

Subtítulo: opcional, complementa el título o indica las principales subdivisiones del texto.

Nombre del autor o autores: nombres y apellidos completos o según modelo de citación adoptado por el autor para la normalización de los nombres del investigador. Como nota al pie (máximo 100 palabras): formación académica, experiencia profesional e investigativa, código ORCID <https://orcid.org/>, e información de contacto, correo electrónico.

Filiación institucional: debajo del nombre se debe declarar la institución en la cual se desarrolló el producto, de la cual recibió apoyo o aquella que respalda el trabajo investigativo.

Resumen: debe ser analítico, se redacta en un solo párrafo, da cuenta del tema, el objetivo, la metodología, los resultados y las conclusiones; no debe exceder las 150 palabras.

Palabras clave: cinco palabras o grupo de palabras, ordenadas alfabéticamente y que no se encuentren en el título o subtítulo; estas sirven para clasificar temáticamente al artículo. Se recomienda emplear principalmente palabras definidas en el tesauro de la Unesco (<http://databases.unesco.org/thesp/>), en el tesauro de Arte & Arquitectura © (www.aatespanol.cl), o Vitruvio (<http://vocabularyserver.com/vitruvio/>)

También se recomienda incluir título, resumen y palabras clave en segundo idioma.

La segunda página y siguientes deben tener en cuenta:

El cuerpo del artículo se divide en: Introducción, Metodología, Resultados y Discusión de resultados; posteriormente se presentan las Conclusiones, y luego las Referencias bibliográficas y los Anexos (modelo IMRYD). Las tablas y figuras se deben incorporar en el texto.

Descripción del proyecto de investigación: en la introducción se debe describir el tipo de artículo y brevemente el marco investigativo del cual es resultado y diligenciar el formato (RevArq FP02 Info Proyectos de Investigación).

Texto: todas las páginas deben venir numeradas y con el título de artículo en la parte superior de la página. Márgenes de 3 cm por todos los lados, interlineado doble, fuente Arial o Times New Roman de 12 puntos, texto justificado (Ver plantilla para presentación de artículos). La extensión de los artículos debe ser de alrededor de 5.000 palabras (\pm 20 páginas, incluyendo gráficos, tablas, referencias, etc.); como mínimo 3.500 y máximo 8.000 palabras. Se debe seguir el estilo vigente y recomendado en el Manual para Publicación de la American

Psychological Association (APA). (Para mayor información véase <http://www.apastyle.org/>)

Citas y notas al pie: las notas aclaratorias o notas al pie no deben exceder cinco líneas o 40 palabras, de lo contrario estas deben ser incorporadas al texto general.

Las citas pueden ser:

Corta: (con menos de 40 palabras) se incorporan al texto y pueden ser: textuales (se encierran entre dobles comillas), parafraseo o resumen (se escriben en palabras del autor dentro del texto).

Cita textual extensa: (mayor de 40 palabras) debe ser dispuesta en un renglón y un bloque independiente con sangrías y omitiendo las comillas, no olvidar en ningún caso la referencia del autor (Apellido, año, página).

Referencias: como modelo para la construcción de referencias se emplea el estilo recomendado en el Manual para Publicación de la American Psychological Association (APA) (<http://www.apastyle.org/>).

Siglas: en caso de emplear siglas en el texto, las figuras o las tablas, se debe proporcionar la equivalencia completa la primera vez que se empleen y encerrarlas entre paréntesis. En el caso de citar personajes reconocidos se deben colocar nombres o apellidos completos, nunca emplear abreviaturas.

Figuras y tablas: las figuras (gráficos, diagramas, ilustraciones, planos, mapas o fotografías) y las tablas deben ir numeradas y contener título o leyenda explicativa relacionada con el tema del artículo, que no exceda las 15 palabras (Figura 1. xxxx, Tabla 1. xxx, etc.) y la procedencia (fuente: autor o fuente, año, página). Estas se deben referenciar en el texto de forma directa o entre paréntesis; se recomienda hacerlo con referencias cruzadas.

También se deben entregar en medio digital, independiente del texto, en formatos editables o abiertos. La marcación de los archivos debe corresponder a la incluida en el texto. Según la extensión del artículo se deben incluir de 5 a 10 gráficos. Ver guía para la búsqueda de imágenes de dominio público o bajo licencias *Creative Commons* (CC).

El autor es el responsable de *adquirir los derechos o las autorizaciones* de reproducción a que haya lugar para imágenes o gráficos tomados de otras fuentes, así como de entrevistas o material generado por colaboradores diferentes a los autores; de igual manera, se debe garantizar la protección de datos e identidades para los casos que sea necesario.

Fotografía: pueden ser entregadas en original para ser digitalizadas, de lo contrario se deben digitalizar con una resolución igual o superior a 300 dpi para imágenes a color y 600 para escala de grises. Los formatos de las imágenes pueden ser TIFF, PSD o JPG, y deben cumplir con las características expresadas en el punto anterior (figuras).

Planimetría: se debe entregar la planimetría original en medio digital, en lo posible en formato CAD, y sus respectivos archivos de plumas o en PDF; de no ser posible, se deben hacer impresiones en tamaño carta con las referencias de los espacios mediante numeración y lista adjunta. Deben tener escala gráfica, escala numérica, norte, coordenadas y localización. En lo posible, no deben contener textos, achurados o tramas.

Para más detalles, consultar el documento *RevArq Parámetros para Autores Descripción* en el portal web de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*

Beneficios

Se podrá solicitar una constancia informativa en la que se relaciona la publicación del artículo y, de manera opcional, se pueden detallar las fechas del proceso editorial y el arbitraje realizado.

* Todos los formatos, las ayudas e instrucciones detalladas se encuentran disponibles en la página web de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* http://editorial.ucatolica.edu.co/ojsucaticolica/revistas_ucatolica/index.php/RevArq.

** Para consultar estas instrucciones en otro idioma por favor acceder a la página web de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*.

A Instrucciones para revisores

La selección de revisores se realiza de acuerdo con los siguientes criterios:

- Afinidad temática.
- Formación académica.
- Experiencia investigativa y profesional.
- Producción editorial en revistas similares o en libros resultado de investigación.

El proceso de arbitraje se basa en los principios de equidad e imparcialidad, y en los criterios de calidad y pertinencia.

El desarrollo de la revisión se realiza según el formato (**RevArq FP10 Evaluación de artículos**) y las observaciones que el revisor considere necesarias en el cuerpo del artículo. En cualquiera de los conceptos que emita el revisor (Aceptar, Publicable con modificaciones, Reevaluable o No publicable), y como parte de la labor formativa y de comunidad académica, el revisor hará sugerencias para mejorar el documento. El revisor podrá solicitar una nueva relectura del artículo después de los ajustes realizados por el autor.

El revisor también deberá diligenciar el formato **RevArq FP01 Hoja de Vida**, con el fin de certificar y soportar el proceso de revisión ante los SIR que así lo soliciten.

En el proceso de arbitraje se emplea el método **doblo ciego**, los nombres del revisor no serán conocidos por el autor y viceversa. Con el fin de garantizar el anonimato del autor, al artículo postulado se le han podido suprimir nombres, instituciones o imágenes que puedan ser asociadas de manera directa al autor.

Aunque se procura el anonimato, una vez recibida la invitación como par revisor del artículo, el revisor debe cerciorarse de que no exista

conflicto de intereses (CDI) o alguna limitante que afecte la revisión o que pueda ser vista como tal (lazos familiares, amistad o enemistad, vínculos contractuales o laborales, posiciones éticas, etc.), de presentarse esta situación se notificara al editor. (Ver modelo RevArq FP06 CDI).

Dada la confidencialidad del proceso de revisión, y considerando los derechos de autor y de propiedad intelectual que pueda haber sobre el material que se entrega, el revisor se compromete a mantener en absoluta reserva su labor, a limitar el uso de la obra entregada solo para el propósito designado y a devolver la documentación remitida una vez concluya la actividad.

El tiempo establecido para las revisiones de pares es de máximo un mes a partir de la confirmación de la recepción de la documentación. Ese plazo podrá ser modificado de mutuo acuerdo entre el editor y el revisor, siempre y cuando no afecte la periodicidad de la revista, la impresión o el tiempo para emitir una respuesta al autor.

Los revisores se acogerán a “**COPE Ethical Guidelines for Peer Reviewers**” de COPE.

Beneficios

Si es de interés para el revisor, podrá hacer la solicitud de alguna de las publicaciones editadas y presentes en el **catálogo de publicaciones** de la Universidad Católica de Colombia, previa aprobación de la Editorial y sujeto a la disponibilidad.

Si lo desea tendrá derecho a una constancia de la colaboración en la revisión de artículos, la cual solo contendrá el periodo en el cual se realizó la actividad. También tendrá la posibilidad de aceptar o no la publicación de su nombre, nacionalidad y nivel máximo de formación en la página web de la Revista de Arquitectura (Bogotá) en su calidad de colaborador.

A Proceso de revisión por pares

Luego de la postulación del artículo, el editor de la **Revista de Arquitectura (Bogotá)** selecciona y clasifica los artículos que cumplen con los requisitos establecidos en las **directrices para los autores**. El editor podrá rechazar en primera instancia artículos, sin recurrir a un proceso de revisión, si los considera de baja calidad o por presentar evidencias de faltas éticas o documentación incompleta.

Los artículos se someterán a un primer dictamen del *editor*, de los *editores de sección* y del *Comité Editorial*, teniendo en cuenta:

- Afinidad temática, relevancia del tema y correspondencia con las secciones definidas.
- Respaldo investigativo.
- Coherencia en el desarrollo del artículo, así como una correcta redacción y ortografía.
- Relación entre las figuras y tablas con el texto del artículo.

En esta revisión se verificará el nivel de originalidad mediante el uso de software especializado (**Ithenticate o similar**) y recursos digitales existentes para tal fin, también se observará la coherencia y claridad en los apartados del documento (modelo IMRYD), la calidad de las fuentes y la adecuada citación, esto quedará consignado en el formato (RevArq FP09 Revisión de artículos); esta información será cargada a la plataforma de gestión editorial y estará a disposición del autor.

En caso de que el artículo requiera ajustes preliminares, será devuelto al autor antes de ser remitido a revisores. En este caso, el autor tendrá veinte días para remitir nuevamente el texto con los ajustes solicitados.

Después de la preselección se asignan mínimo dos revisores especializados, quienes emitirán su concepto utilizando el formato (**RevArq FP10 Evaluación de artículos**) y las anotaciones que consideren oportunas en el texto; en esta etapa se garantizará la confidencialidad y el anonimato de autores y revisores (modalidad **doblo ciego**).

Del proceso de revisión se emite uno de los siguientes conceptos que será reportado al autor:

- *Aceptar el envío*: con o sin observaciones.
- *Publicable con modificaciones*: se podrá sugerir la forma más adecuada para una nueva presentación, el autor puede o no aceptar las observaciones según sus argumentos. Si las acepta, cuenta con quince días para realizar los ajustes pertinentes.
- *Reevaluable*: cumple con algunos criterios y debe ser corregido. Es necesario hacer modificaciones puntuales y estructurales al artículo.

En este caso, el revisor puede aceptar o rechazar hacer una nueva lectura del artículo luego de ajustado.

- *No publicable*: el autor puede volver a postular el artículo e iniciar nuevamente el proceso de arbitraje, siempre y cuando se evidencien los ajustes correspondientes.

En el caso de presentarse diferencias sustanciales y contradictorias en los conceptos sobre la recomendación del revisor, el editor remitirá el artículo a un revisor más o a un miembro del Comité Editorial quien podrá actuar como tercer árbitro, con el fin de tomar una decisión editorial sobre la publicación del artículo.

Los autores deberán considerar las observaciones de los revisores o de los editores, y cada corrección incorporada u omitida debe quedar justificada en el texto o en una comunicación adjunta. En el caso que los autores omitan las indicaciones realizadas sin una argumentación adecuada, el artículo será devuelto y no se dará por recibido hasta que no exista claridad al respecto.

El editor respetará la independencia intelectual de los autores y a estos se les brindará el derecho de réplica en caso de que los artículos hayan sido evaluados negativamente y rechazados.

Los autores, con su **usuario y contraseña**, podrán ingresar a la plataforma de Gestión Editorial, donde encontrarán los conceptos emitidos y la decisión sobre el artículo.

El editor y el Comité Editorial se reservan el derecho de aceptar o no la publicación del material recibido. También se reservan el derecho de sugerir modificaciones de forma, ajustar las palabras clave o el resumen y de realizar la corrección de estilo. El autor conocerá la versión final del texto antes de la publicación oficial del mismo.

Cuando un artículo es aceptado para su publicación, el autor debe firmar la autorización de reproducción (**RevArq FP03 Autorización reproducción**). **Para más información ver: Política de derechos de autor**

A Notas aclaratorias:

La **Revista de Arquitectura (Bogotá)** busca el equilibrio entre las secciones, motivo por el cual, aunque un artículo sea aceptado o continúe en proceso de revisión, podrá quedar aplazado para ser publicado en un próximo número; en este caso, el autor estará en la posibilidad de retirar la postulación del artículo o de incluirlo en el banco de artículos del próximo número.

El editor y los editores de sección de la **Revista de Arquitectura (Bogotá)** son los encargados de establecer contacto entre los autores y revisores, ya que estos procesos se realizan de manera anónima.

3 Revelando la diversidad de la investigación en los campos creativos a través de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*

Revealing the diversity of research in creative fields through the *Revista de Arquitectura (Bogotá)*
Pilar Suescún-Monroy, Anna María Cereghino-Fedrgio

10 La construcción sostenible en el ámbito de la educación superior en Medellín, Colombia. El caso de la construcción con tierra

Sustainable construction in the field of higher education in Medellín, Colombia. The case of earth construction
Ana María Yepes González, Carlos Mauricio Bedoya Montoya

23 Recuperación de áreas urbanas para uso de recreación con diseños de cubiertas ligeras

Recovery of urban areas for recreation use with light roof designs
Carlos César Morales-Guzmán

36 El perfil del comprador frente a una vivienda sostenible: estudio descriptivo

The profile of the buyer in front of a sustainable housing: descriptive study
Daniel Herrera-González, Santiago Arias-Valencia

47 El diseño de rampa en la arquitectura de Vilanova Artigas

Ramp design in the architecture of Vilanova Artigas
Ana Tagliari, Wilson Florio

60 Positional accuracy in close-range photogrammetry through Topography and Geodesy

Exactitud posicional en la fotogrametría terrestre digital por intermedio de la Topografía y Geodesia
Marcelo Antonio Nero, André Pinto Rocha, Clayton Guerra Mamede, Carlos Alberto Borba Schuler, Plínio da Costa Temba, Juan Francisco Reinoso-Gordo

69 Segregación residencial socioeconómica en Latinoamérica. Una visión crítica del concepto

Socioeconomic residential segregation in Latin America. A critical view of the concept
Abel Giovanni Galván-Farías, Marina I. De la Torre

80 Estabilidad térmica de un edificio centenario de sillar (ignimbrita) en clima desértico frío. Hospital Goyeneche

Thermal stability of a centenary Sillar building (ignimbrita) in a cold desert climate. Goyeneche Hospital
José Andrew Zúñiga Hernández, Betsabé-Shirley Zavala-Ñahui, Rocio Arcelia Mamani-Mendoza, Erika Esquivel-Meza

92 La percepción de los profesionales de la construcción sobre temas de edificación sustentable en México y Chile

The perception of construction professionals on sustainable building issues in México and Chile
Luis Alejandro Ramírez-Mancilla, José Víctor Calderón-Salinas, Yasuhiro Matsumoto-Kuwabara

100 Estrategias para la enseñanza del diseño arquitectónico: entre lo tradicional y lo colaborativo

Strategies for teaching architecture design: between traditional and collaborative
Diana María Bustamante-Parra, Natalia Cardona-Rodríguez

110 Neuroarquitectura e design em *home office*: diretrizes para projetos e adaptações do espaço de trabalho

Neuroarchitecture and Design in Home Office: Guidelines for Projects and Workspace Adaptations
Neuroarquitectura y Diseño en la oficina en casa: pautas para proyectos y adaptaciones del espacio de trabajo
Flávia Heloisa Vizioli Libório, Ludmila Araújo Bortoleto, Ekaterina Emmanuil Inglesis Barcellos, Galdenoro Botura Jr.

123 Metodología para la re-significación de la memoria urbana en territorios de borde. *Krono morphosis* urbana a través de la revisión de fenómenos históricos

Methodology for the re-signification of urban memory in edge territories. Urban Krono Morphosis through the revision of historical phenomena
Jonathan Sánchez-Alzate, Fabian Adolfo Aguilera-Martínez

138 El estudio patológico en tiempos de *Building Information Modeling*: de la teoría a la práctica

The pathological study in times of BIM: from theory to practice
Angélica Chica-Segovia, Carlos Alberto León, Liliana Rocío Patiño-León

155 Propuesta integradora de formación sobre patrimonio cultural universitario. La experiencia de la Cujae

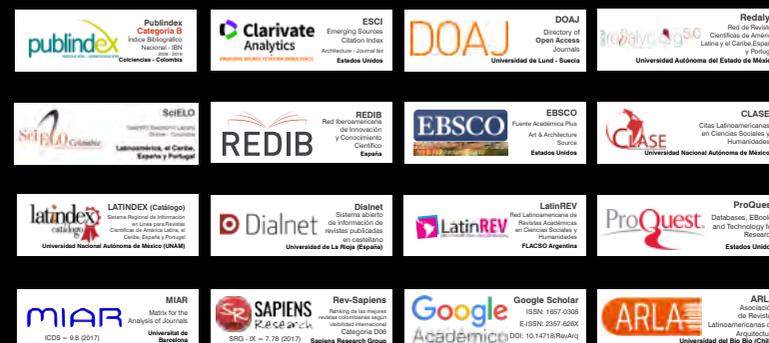
Integrating proposal for the education on the University Cultural Heritage. The Cujae experience
Ada-Esther Portero-Ricol, Mirelle Cristobal-Fariñas, Ricardo Machado-Jardo

165 Habitante, ambiente y sociedad: experiencias de un modelo de diseño integral

Inhabitant, environment and society: experiences of an integral design model
Brenda Estefanía Díaz-Macias, Ricardo López-León



La Revista de Arquitectura es de acceso abierto, arbitrada e indexada y está presente en:



 Revista de Arquitectura (Bogotá) Universidad Católica de Colombia



 <https://www.mendeley.com/profiles/revista-de-arquitectura-bogo/>

