

REVISTA DE ARQUITECTURA (Bogotá)

VOL. 27 No. 2

JULIO-DICIEMBRE 2025 • ISSN: 1657-0308 • E-ISSN: 2357-626X • PP. 1-204



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia

Vigilada Mineducación



UNIVERSIDAD CATÓLICA
de Colombia
Vigilada Mineducación

Facultad de Diseño
Centro de Investigaciones - CIFAR

Universidad Católica de Colombia
(2025, julio-diciembre).
Revista de Arquitectura (Bogotá), 27(2),
1-204. DOI: 10.14718

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

**UNIVERSIDAD CATÓLICA DE
COLOMBIA**

Presidente
Francisco José Gómez Ortiz

Vicepresidente - Rector
Francisco José Gómez Ortiz (E)

Vicerrector Administrativo
Edgar Gómez Ortiz

Vicerrector Académico
Gabriel José Angulo Linero

Vicerrector de Talento Humano
Ricardo López Blum

Director de investigaciones
Edwin Daniel Durán Gaviria

Director Editorial
Carlos Arturo Arias Sanabria

FACULTAD DE DISEÑO

Decano
Jorge A. Gutiérrez Martínez

**Director de programa de
Arquitectura**
Augusto Forero La Rotta

**Dirección de Centro de
Investigación**
César Andres Eligio Triana

Director gestión de la calidad
Heidy Piza Cubides

**Coordinación de
Internacionalización**
Andrés Gómez La Rotta

**Comité asesor externo Facultad de
Diseño**
Antonio Castañeda Buraglia
Germán Téllez García
Samuel Ricardo Velez
Oscar Posada Correa

REVISTA DE
ARQUITECTURA
(Bogotá)

Portada:
Título de la imagen:
Kaktus Tårnene (Kaktus Towers)
Autor, fuente seudónimo:
Patricio Orlando®
Fecha de realización : 04/07/2024

Director
Jorge A. Gutiérrez Martínez
Decano Facultad de Diseño
Universidad Católica de Colombia
Colombia Arquitecto

Editor
Doc.Arq. Rolando Cubillos-González
<https://orcid.org/0000-0002-9019-961X>
Scopus ID: 57298294100

Editora Ejecutiva
Anna Maria Cereghino-Fedrigo
<https://orcid.org/0000-0002-0082-1955>

Editores Académicos
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

Apoyo editorial
María Paula Méndez P.
Universidad Católica de Colombia

Coordinador editorial
Fabián Andrés Gullavan Vera
Universidad Católica de Colombia

Diseño, montaje y diagramación
Daniela Martínez Díaz

Divulgación y distribución
Claudia Álvarez Duquino

REVISTA DE ARQUITECTURA (Bogotá)

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

COMITÉ EDITORIAL Y CIENTÍFICO

Ph.D. Erica Norma Correa-Cantaloube

Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas CONICET. Buenos Aires, Argentina

Ph.D. Teresa Cuervo-Vilches

Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja. Madrid, España

Ph.D. Margarita Greene

Pontificia Universidad Católica de Chile
CEDEUS - Centro de Desarrollo Urbano Sustentable.
Santiago, Chile

Ph.D. Carmen Egea Jiménez

Universidad de Granada. Granada, España

Ph.D. Clara Irazábal-Zurita

University of Missouri. Kansas City, Estados Unidos

Ph.D. Beatriz García Moreno

Universidad Nacional de Colombia. Bogotá, Colombia

M.Sc. Juan Carlos Pérgolis Valsecchi

Universidad Piloto de Colombia. Bogotá, Colombia

Ph.D. Khirfan Luna

University of Waterloo. Waterloo, Canada

Ph.D. Dania González Coure

Universidad Tecnológica de La Habana. La Habana, Cuba

Ph.D. Fernando Vela-Cossío

Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España

Ph.D. Débora Domingo-Calabuig

Universitat Politècnica de València. Valencia, España

Ph.D. - HDR Jean Philippe Garric

Université Paris 1 Panthéon-Sorbonne. Paris, France

Ph.D. Maureen Trebilcock-Kelly

Universidad del Bío Bío. Concepción, Chile

Ph.D. Mariano Vázquez-Espí

Universidad Politécnica de Madrid. Madrid, España

Ph.D. Denise Helena Silva-Duarte

Universidade de São Paulo. São Paulo, Brasil

Ph.D. Luis Gabriel Gómez Azpeitia

Universidad de Colima. Colima, México

Editorial

Av. Caracas N° 46-72, piso 5
Teléfono: (601) 4433700 Ext. 5145
editorial@ucatolica.edu.co
www.ucatolica.edu.co
[https://www.ucatolica.edu.co/portal/
editorial/](https://www.ucatolica.edu.co/portal/editorial/)



CONTENIDO

5 p **ES Contribución de la Revista de Arquitectura (Bogotá) a los ODS. Análisis temático y bibliométrico (2015-2025)**

Contribution of the Journal of Architecture (Bogotá) to the SDGs: Thematic and Bibliometric Analysis (2015-2025)

Anna Maria Cereghino-Fedrigo · Flor Adriana Pedraza-Pacheco

15 p **ES Resiliencia de la arquitectura regional de bahareque: simulación según un modelo basado en agentes con el software NetLogo**

Resilience of Regional Bahareque Architecture: Agent-Based Simulation Using NetLogo software

Carlos Eduardo Rincón-González · Jorge Augusto Montoya-Arango

39 p **ES Confort asociado al teletrabajo en viviendas del IPV y Procrear: clima templado cálido**

Comfort associated with remote work in IPV and Procrear housing: warm temperate climate

Yésica Alamino-Naranjo · María Celina Michaux

55 p **ES ¿Qué eligen quienes eligen la tierra? Casas, estilos de vida y sentidos sociales**

What Do Those Who Choose Earth Choose? Houses, Lifestyles, and Social Meanings

Antonela Lucía Mostacero · Josela Garcilazo · Santiago Cabrera · Celeste Arnaudo

71 p **ES Identificación de barreras en la interacción entre Construcción Industrializada (CI) y Building Information Modeling (BIM)**

Identification of Barriers in the interaction between Industrialized Construction and Building Information Modeling (BIM)

Ítalo Sepúlveda-Solari · Sebastián Sarmiento-Herrera · Gabriela Peterssen-Soffia

83 p **ES El patrimonio en la era de la globalización**

Heritage in the Age of Globalization

Alberto Cedeño-Valdiviezo

103 p **EN Sustainable Construction as Getting Dressed of Place: Two Experiences in the Tropics**

La construcción sostenible como vestirse de lugar: dos experiencias en el trópico

Carlos Mauricio Bedoya · Carlos Alberto Mejía · Édgar Cano Restrepo ·

123 P.

EN Creativity in the Design Process: Cognitive Actions and Conceptual Transformations

Creativity in the design process: cognitive actions and conceptual transformations

Nazife Asli Kaya • Seniz Cikis

137 P.

ES Estrategia para la implementación parcial de una herramienta didáctica que valora la sostenibilidad en proyectos arquitectónicos

Strategy for the Partial Implementation of a Didactic Tool for Assessing Sustainability in Architectural Projects

Carlos Antonio Rada-Solano • Christiam Alonso Castro-Escalante

149 P.

ES Circularidad como alternativa sostenible en la autoconstrucción de viviendas en zonas vulnerables de Latinoamérica

Circularity as a Sustainable Alternative in the Self-Construction of Housing in Vulnerable Areas of Latin America

Patricia González-Vallejo • Marta Edith Yajnes Susana • Inés Caruso • Claudia Marcela Muñoz-Sanguinetti

175 P.

ES Tendencias investigativas sobre espacios educativos y subjetivación en Iberoamérica

Research Trends on Educational Spaces and Subjectivation in Ibero-America

Wilson Riaño-Casallas

191 P.

ES El impacto de BIM en la coordinación de proyectos: investigación de interferencias

The impact of BIM on Project Coordination: Clash Detection

Pedro Praia • João da Costa-Pantoja • Márcio Roma-Buzar • Nathaly Sarasty-Narváez



CONTEXTOS

Contribución de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* a los ODS. Análisis temático y bibliométrico (2015-2025)

Contribution of the Journal of Architecture (Bogotá) to the SDGs:
Thematic and Bibliometric Analysis (2015-2025)

Enviado: diciembre 4 / 2021 • Evaluado: febrero 22 / 2022 • Aceptado: abril 3 / 2025

CÓMO CITAR

Cereghino-Fedrigio, A. M., y Pedraza-Pacheco, F. A. (2025). Contribución de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* a los ODS. Análisis temático y bibliométrico (2015-2025). *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 27(2), 5-12. <http://doi.org/10.14718/RevArq.2025.27.7032>

Anna Maria Cereghino-Fedrigio*
Universidad Católica de Colombia. Bogotá
(Colombia)
<https://ror.org/01scwqh06>

Flor Adriana Pedraza-Pacheco**
Universidad Católica de Colombia. Bogotá
(Colombia)
<https://ror.org/01scwqh06>

RESUMEN

Se evalúa la influencia de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* en la promoción y difusión de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) durante el período 2015–2025. Mediante un enfoque cualitativo y bibliométrico, se recopilaron y analizaron artículos que abordan los ODS, permitiendo identificar tendencias, brechas y oportunidades para fortalecer el impacto de la revista. Los resultados revelan que, si bien existen aportes significativos en áreas como urbanismo sostenible y en menor medida en tecnología sostenible, algunos ODS han recibido menor o nula atención. Se proponen estrategias editoriales para diversificar la temática y mejorar la visibilidad de la investigación en sostenibilidad, a través de un instrumento, para así consolidar a la revista como referente en el campo.

Palabras clave

Agenda 2030; desarrollo sostenible; entorno construido; indicadores de desarrollo; publicaciones científicas

ABSTRACT

This study evaluates the influence of the journal *Revista de Arquitectura (Bogotá)* in promoting and disseminating the Sustainable Development Goals (SDGs) during the period 2015–2025. Through a qualitative and bibliometric approach, articles addressing the SDGs were collected and analyzed, enabling the identification of trends, gaps, and opportunities to strengthen the journal's impact. The findings reveal that, although there are significant contributions in areas such as sustainable urbanism—and to a lesser extent, sustainable technology—some SDGs have received little or no attention. Editorial strategies are proposed to diversify the thematic coverage and enhance the visibility of sustainability research through the implementation of a guiding tool, thereby positioning the journal as a benchmark in the field.

Keywords

2030 Agenda; built environment; development indicators; scientific publications; sustainable development

- ✱ Arquitecta, Universidad Piloto de Colombia. Bogotá (Colombia)
Especialista en Arquitectura de los Jardines y Proyección del Paisaje, Università degli Studi di Genova. Genova (Italia)
Filiación institucional: Facultad de Diseño, Programa de Arquitectura, Centro de Investigaciones CIFAR. Universidad Católica de Colombia. Bogotá (Colombia)
◆ https://scholar.google.es/citations?hl=es&user=_MY5lh8AAAAJ
🆔 <https://orcid.org/0000-0002-0082-1955>
✉ amcerezghino@ucatolica.edu.co
- ✱✱ Universidad Católica de Colombia. Bogotá (Colombia). Facultad de Diseño, Programa de Arquitectura.
Arquitecta, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá, (Colombia)
Maestra en Ciencias de la Educación y Procesos Cognitivos, Universidad de Cuauhtemoc. Aguascalientes (México)
Filiación institucional: Facultad de Diseño, Programa de Arquitectura, Centro de Investigaciones CIFAR. Universidad Católica de Colombia. Bogotá (Colombia)
◆ <https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=2sns7GUAAAAJ>
🆔 <https://orcid.org/0000-0002-8073-0278>
✉ fapedraza@ucatolica.edu.co

INTRODUCCIÓN

La *Revista de Arquitectura (Bogotá)* ha sido, desde su fundación, un espacio para la difusión de las ideas y debates que configuran el pensamiento arquitectónico contemporáneo. En el contexto de la Agenda 2030, resulta pertinente y necesario preguntarse cómo ha contribuido esta publicación al avance de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y de qué manera puede proyectarse como un agente activo en la transformación del entorno construido.

Para llevar a cabo este estudio, es fundamental reconocer que las publicaciones científicas desempeñan un papel crucial en la generación, validación y difusión del conocimiento en arquitectura; además, no solo generan y validan conocimiento, sino que también orientan al debate disciplinar y proyectan los desafíos futuros de campos como la arquitectura, el urbanismo y la tecnología sostenible. En este contexto, la enseñanza de la arquitectura, cada vez más exigida por realidades complejas y cambiantes, requiere apoyarse en una base investigativa sólida, crítica y comprometida con la transformación social y ambiental. La arquitectura contemporánea enfrenta el reto de articular sus prácticas con los grandes desafíos globales, especialmente los planteados por la Agenda 2030, en los que la integración entre conocimiento, políticas públicas y prácticas profesionales resulta clave para avanzar hacia ciudades más inclusivas, resilientes y sostenibles (Florián, 2022). Esta discusión ha trascendido el ámbito académico, alcanzando espacios de opinión pública y profesional. Torres (2023) subraya que el rol de la arquitectura en la consecución de los ODS es clave para transformar las formas de habitar y construir, enfatizando la necesidad de un compromiso ético y proyectual con el futuro del planeta.

En los últimos cinco años, la producción científica global ha crecido de forma acelerada. Según datos de WordsRated (2023), entre 2018 y 2022 el número de artículos académicos publicados aumentó en un 22,78%, pasando de 4,18 millones a 5,14 millones. Este incremento se explica, en gran medida, por el fortalecimiento de las redes de colaboración internacional y el auge de revistas de acceso abierto, que han ampliado las posibilidades de circulación y apropiación del conocimiento en diversas áreas y aumentado el alcance de la producción científica a escala global.

Sin embargo, este crecimiento cuantitativo no siempre ha estado acompañado de una expansión temática equitativa. En el campo de la arquitectura, las investigaciones que abordan de manera directa los ODS siguen siendo reducidas en relación con la urgencia y complejidad de los desafíos globales que se enfrentan hoy en día. Esta realidad plantea una necesidad ineludible: fortalecer la producción académica

orientada al desarrollo sostenible, y con ello, el rol de las revistas científicas como plataformas activas para visibilizar, articular y proyectar investigaciones con impacto transformador.

Como antecedente se entiende que los Objetivos de Desarrollo del Milenio (ODM), desarrollados entre 2000 y 2015, supusieron un paso intermedio, un ensayo, para la construcción de la agenda global. Es así que los ODS pueden tratarse de una versión actualizada y más ambiciosa de los ODM, pero si se amplía la perspectiva se puede ver que se viene produciendo una serie de aportaciones científicas y hechos desde hace algunas décadas que explican su aparición y significado (Arenilla Sáez, 2019).

Es así que los ODS, según las Naciones Unidas (2015), han establecido directrices claras sobre la necesidad de transformar la manera en que se diseñan y construyen los espacios habitables, considerando criterios de eficiencia energética, reducción del impacto ambiental, resiliencia urbana y equidad social. No obstante, la cantidad de investigaciones enfocadas en estos desafíos sigue siendo insuficiente para generar un impacto significativo en la práctica arquitectónica y en la formulación de políticas públicas. La escasez de estudios aplicados en este campo resalta la necesidad urgente de fortalecer la producción académica con enfoques más alineados a los ODS, promoviendo soluciones innovadoras y sostenibles que respondan a las demandas del presente y el futuro. Aunque algunas publicaciones especializadas, como el artículo de Sotelo Barrios et al. (2024) en la revista *FACE*, han comenzado a visibilizar experiencias arquitectónicas sostenibles alineadas con esta agenda, estos esfuerzos constituyen aportes significativos, aunque aún no configuran una línea consolidada dentro del campo editorial.

La Agenda 2030 y sus ODS han marcado un antes y un después en la manera de entender y proyectar la arquitectura y el urbanismo, desafiando a la comunidad académica y profesional a integrar criterios de sostenibilidad, equidad y resiliencia en sus prácticas. En este contexto, la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* evoluciona para presentarse como un actor estratégico en la difusión y promoción de estas directrices, al ser un espacio de convergencia de conocimiento científico, experiencias profesionales y propuestas innovadoras. Revisar el impacto y contribución durante el periodo 2015-2025 permite a la revista, como proyecto de investigación, no solo identificar el grado de alineación con los ODS, sino también comprender los caminos por los que la producción académica ha influido —o podría influir— en la transformación del entorno construido. En este sentido, es fundamental revisar qué tanto las temá-

ticas abordadas en los artículos publicados se han alineado con los objetivos globales, así como detectar las áreas donde existen vacíos o potencialidades por explorar.

Con el fin de reforzar la anterior tesis, diversos estudios han subrayado el papel activo que deben asumir las universidades en el cumplimiento de los ODS no solo como generadoras de conocimiento, sino también como actores sociales con capacidad de incidencia. Según Leal Filho (2020), su responsabilidad se amplifica cuando los ODS se incorporan de forma transversal en sus funciones sustantivas, favoreciendo una agenda académica que se alinea con los grandes desafíos contemporáneos.

La literatura sobre sostenibilidad en arquitectura señala que el avance hacia ciudades más inclusivas, resilientes y sostenibles depende, en buena parte, de la articulación entre conocimiento, políticas y prácticas, en este sentido, UN-Habitat (2016) señala que la Nueva Agenda Urbana debe promover asentamientos humanos que sean ambientalmente sostenibles, resilientes, socialmente inclusivos y alineados con el Objetivo 11 de la Agenda 2030. Esta articulación no solo demanda un enfoque interdisciplinar, sino también la capacidad de vincular la investigación académica con procesos de diseño, normativas y modelos de gestión urbana que respondan a contextos diversos y complejos. Como lo plantea UN-Habitat, la transformación

urbana sostenible requiere “una ciencia urbana que guíe las decisiones de política pública con base en evidencias, innovación y conocimiento local y global” (2016, p.17).

En este marco, el presente estudio se propone evaluar el impacto y la contribución de la Revista de Arquitectura (Bogotá) en la promoción y aplicación de los ODS durante el periodo 2015-2025, reconociendo su potencial como plataforma para fomentar una arquitectura más sostenible y socialmente comprometida. Para ello, se plantea una revisión crítica de los artículos publicados en las revistas de arquitectura latinoamericanas (Figura 1), con el fin de:

- Identificar y clasificar cuáles han abordado explícita e implícitamente los ODS.
- Analizar su aplicabilidad e impacto en el campo disciplinar de las revistas revisadas.
- Evaluar las tendencias temáticas y metodológicas vinculadas a los ODS más relevantes para la arquitectura.
- Reconocer las brechas existentes y los desafíos en la implementación de estos objetivos en la disciplina.
- Y finalmente, proponer estrategias editoriales que fortalezcan el papel de la revista en la consolidación de una cultura académica orientada a la sostenibilidad hacia 2030.

Figura 1. Marco de objetivos para el fortalecimiento de los ODS en publicaciones de arquitectura



Fuente: Pedraza-Pacheco (2025).

De este modo, el estudio no solo ofrece un balance del pasado reciente, sino que también proyecta una hoja de ruta para fortalecer la

incidencia editorial en la transformación del pensamiento y la práctica arquitectónica en clave de desarrollo sostenible.

METODOLOGÍA

Se implementó una metodología cualitativa, no experimental y longitudinal que incluyó los siguientes pasos.

Revisión bibliográfica y recopilación de artículos

Se realizó una búsqueda sistemática en las bases de datos y archivos digitales de revistas de arquitectura indexadas en Latinoamérica, con el objetivo de identificar artículos publicados entre 2015 y 2025 que abordaran, de forma directa o indirecta, alguno de los 17 ODS. Para ello, se utilizó como fuente principal la plataforma de la Asociación de Revistas Latinoamericanas de Arquitectura (ARLA), lo que permitió el levantamiento y revisión inicial de 45 revistas indexadas.

A partir de este corpus, se procedió a clasificar los artículos según su tipo de mención a los ODS. Se definió como *menção directa* aquella que incluye la sigla “ODS”, el número correspondiente (ej. ODS 11) o una meta explícita en el texto. Por su parte, se consideró *menção indirecta* aquella en la que, sin citar expresamente el ODS, el contenido del artículo hace referencia a metas, indicadores o enfoques alineados con los principios establecidos en la Agenda 2030.

Criterios de selección

Se incluyeron artículos que contuvieran palabras clave relacionadas con “desarrollo sostenible”, “urbanismo”, “educación”, “innovación tecnológica”, entre otros, y que evidenciaran un vínculo directo con los ODS.

Análisis de contenido y clasificación

Se emplearon técnicas de análisis de contenido para identificar, en el cuerpo de cada artículo, las secciones en las que se encontraba la mención al ODS, siguiendo la estructura IMRyD (Introducción, Metodología, Resultados y Discusión). Asimismo, se clasificaron los trabajos según el ODS al que contribuían, diferenciando entre menciones directas e indirectas.

Para sistematizar esta información se construyó una matriz de análisis (Tabla 1), la cual funcionó como instrumento metodológico para registrar y comparar la presencia de ODS en los artículos revisados. Esta tabla fue aplicada exclusivamente a aquellos artículos que hacían referencias explícitas o implícitas a los ODS, dentro del periodo establecido (2015-2025) y provenientes del conjunto de revistas identificadas.

Tabla 1. Estructura de clasificación y contenido para análisis

Revista	Artículo	ODS	Título del ODS	Tipo de mención	Sección	Cita
Título de la revista de arquitectura latinoamericana indexada	Título del artículo que hace mención directa o indirecta a uno o más ODS	1	Fin de la pobreza	Directa	Resumen	Texto que hace relación al ODS sea directo o indirecto
		2	Hambre cero	Indirecta	Introducción	
		3	Salud y bienestar		Metodología	
		4	Educación de calidad		Resultados	
		5	Igualdad de género		Discusión	
		6	Agua limpia y saneamiento		Conclusiones	
		7	Energía asequible y no contaminante			
		8	Trabajo decente y crecimiento económico			
		9	Industria, innovación e infraestructura			
		10	Reducción de las desigualdades			
		11	Ciudades y comunidades sostenibles			
		12	Producción y consumo responsables			
		13	Acción por el clima			
		14	Vida submarina			
		15	Vida de ecosistemas terrestres			
		16	Paz, justicia e instituciones sólidas			
		17	Alianzas para lograr los objetivos			

Fuente: Cereghino-Fedrigo (2025).

Identificación de tendencias

Se analizó la frecuencia y evolución temporal de los artículos en relación con los ODS, identificando tanto tendencias emergentes como áreas con menor atención.

Herramientas de análisis

Se utilizó el software bibliométrico VOSviewer para evaluar la red de citas y la dispersión temática de los artículos seleccionados.

Propuestas y recomendaciones

Formulación de estrategias basadas en el análisis bibliométrico para optimizar la contribución de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* al avance de los ODS, además de establecer directrices para futuras investigaciones que profundicen y amplíen el alcance temático y metodológico en este campo.

RESULTADOS

Desde un enfoque bibliométrico, se sistematizaron y cuantificaron los artículos publicados entre 2015 y 2025 que abordaron los ODS, identificando la frecuencia de aparición de cada objetivo, la recurrencia temática por revista, así como el tipo de mención ya fuera directa o indirecta.

Se identificaron 350 artículos en las revistas latinoamericanas indexadas en la ARLA en una base de 45 revistas catalogadas¹. De estos artículos se identificaron 120 con menciones a los ODS.

En el análisis temático realizado a partir de los datos recopilados en las revistas latinoamericanas de arquitectura y en la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, se identificaron 120 artículos con menciones directas o indirectas a los ODS.

De estos, un 40 % correspondió a menciones explícitas del ODS 11, Ciudades y comunidades sostenibles, lo que evidencia una alta concentración temática en este objetivo durante el periodo 2015-2025. . En contraste, respecto a los objetivos relacionados con la sostenibilidad desde la tecnología, como el ODS 13, Acción por el clima, el ODS 7, Energía asequible y no contaminante y el ODS 4, Educación de calidad, apenas se registra un mínimo de menciones. Principalmente, en la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* llama la atención la baja mención del ODS 1, Fin de la pobreza, con apenas una ocurrencia del 0,83 %, entendiendo que desde la disciplina se abarca la temática, mas no se menciona explícitamente (Tabla 2).

Tabla 2. Porcentaje de menciones a los ODS sobre los 120 artículos

ODS	Título del ODS	% de menciones por artículo
11	Ciudades y comunidades sostenibles	40,00
9	Industria, innovación e infraestructura	9,17
13	Acción por el clima	8,33
7	Energía asequible y no contaminante	7,50
15	Vida de ecosistemas terrestres	6,67
10	Reducción de las desigualdades	5,83
12	Producción y consumo responsables	4,17
3	Salud y bienestar	3,33
4	Educación de calidad	3,33
6	Agua limpia y saneamiento	5,00
5	Igualdad de género	2,50
16	Paz, justicia e instituciones sólidas	1,67
8	Trabajo decente y crecimiento económico	1,67
1	Fin de la pobreza	0,83

Fuente: Cereghino-Fedrigo (2025).

¹ A diferencia de las 130 del directorio, lo cual no se tomó en cuenta, ya que no todas se encuentran activas.

Esta distribución desigual evidencia una priorización temática centrada en la dimensión urbana de la sostenibilidad, mientras que otras áreas clave para la transformación ambiental y social desde la disciplina han recibido atención marginal en los artículos publicados en Latinoamérica.

Mediante análisis de coocurrencia realizado con el *software* VOSviewer sobre un corpus de 350 artículos publicados en el periodo determinado, en las revistas de arquitectura latinoamericanas, que hacen referencia de modo directo o indirecto a los ODS se identificaron

tres clústeres temáticos; el más frecuente fue el vinculado con sostenibilidad urbana y espacio público (ODS 11). En contraste, términos como ‘energía’ y ‘ODS 7’ apenas registraron aparición, lo que evidencia una baja representación temática. A partir del análisis realizado mediante VOSviewer sobre los artículos publicados entre 2015 y 2025, se evidenció una baja densidad en la coocurrencia de términos vinculados a los ODS, lo que evidencia la problemática. La Figura 2 muestra escasos clústeres temáticos consolidados, lo que sugiere una fragmentación en la forma en que los temas de sostenibilidad han sido abordados.

Figura 2. Clústeres temáticos con relación a los ODS



Fuente: Cereghino-Fedrico bajo VOSviewer (2025)

DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos mediante el análisis bibliométrico y semántico, tanto por conteo manual como por coocurrencia con VOSviewer, sugieren que el abordaje de los ODS en el ámbito editorial de arquitectura sigue siendo parcial y fragmentado. La fuerte presencia del ODS 11 podría explicarse por la natural afinidad entre el urbanismo y la arquitectura, pero la baja representación de ODS como el 7, 13 y 16 indica una limitada articulación con temas de energía, cambio climático y gobernanza institucional.

Esta dispersión temática no solo limita la visibilidad de enfoques integrales de sostenibilidad, sino que también obstaculiza la consolidación de una identidad editorial en torno a los ODS. El hecho de que muchos artículos incluyeran menciones implícitas, sin referencias directas a los ODS, refuerza la necesidad de establecer un lenguaje común que facilite la trazabilidad temática y bibliométrica de los ODS alineada con la Agenda 2030.

Los hallazgos evidencian no solo una concentración temática en ciertos ODS, como el ODS 11, sino también una débil trazabilidad en la forma

en que los artículos comunican su alineación con los ODS. Esta falta de claridad dificulta los procesos de evaluación y seguimiento editorial. Ante esta situación, se identificó la necesidad de incorporar mecanismos más explícitos en la gestión editorial que permitan vincular de forma directa la producción científica con los ODS. En el campo específico de la arquitectura se ha advertido la necesidad de reformular enfoques proyectuales y académicos que integren la sostenibilidad no solo como un valor agregado, sino también como eje estructurante del diseño y la teoría crítica. Magaña y Sánchez (2019) sostienen que, más allá de los aspectos técnicos, la sostenibilidad en arquitectura debe incorporar una visión ética y prospectiva, capaz de cuestionar modelos obsoletos y proponer alternativas viables frente a la crisis ambiental y social.

En este marco, surge la propuesta de diseñar un instrumento que facilite a los autores declarar, desde el momento de la postulación, la relación temática, metodológica o aplicada de sus trabajos con uno o más ODS. Esta medida permitiría superar la actual dispersión semántica y consolidar una cultura editorial más comprometida con los principios de la Agenda 2030.

CONCLUSIONES

En coherencia con los hallazgos, se propone como acción concreta la implementación de un formato estandarizado de declaración de contribución a los ODS para autores, que acompañe la postulación de manuscritos a la *Revista de Arquitectura (Bogotá)*. Esta herramienta permitirá visibilizar de forma clara cómo contribuyen los artículos al cumplimiento de los ODS, mejorar la calidad de la información bibliométrica y fortalecer la alineación editorial con los principios del desarrollo sostenible. A mediano plazo, su aplicación sistemática puede facilitar comparaciones interinstitucionales, retroalimentar la política

editorial y servir como referente para otras publicaciones académicas de la región; además, reafirma el compromiso de la revista con una agenda crítica y actualizada de conocimiento.

Es decir, que, al incorporar los ODS de forma declarativa y sistemática, se potencia la capacidad transformadora de la producción académica que publica la revista, situando a los autores como agentes activos del cambio, y a la revista como plataforma catalizadora de impacto desde la arquitectura alineando intenciones académicas con objetivos globales de sostenibilidad.

CONTRIBUCIONES Y AGRADECIMIENTOS

Este artículo deriva de la investigación: Contribución de la *Revista de Arquitectura (Bogotá)* a los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Revisión de Publicaciones y Tendencias Bibliométricas (2015-2025) llevada a cabo en la Universidad Católica de Colombia por el grupo de investigación Hábitat Sustentable, Diseño Integrativo y Complejidad (HSDIC), en el marco de la línea de investigación de Diseño integrativo, hábitat y proyecto asociada al proyecto.

Las autoras de este trabajo han realizado las siguientes contribuciones: Cereghino-Fedrigò, concepción del estudio, diseño experimental metodológico, recolección y análisis de datos; Pedraza-Pacheco, estado del arte y revisión del problema. En conjunto las autoras han desarrollado los demás aspectos fundamentales del artículo. Las autoras declaran que no tienen conflictos de interés relevantes en relación con la investigación presentada.

REFERENCIAS

Arenilla Sáez, M. (2019) *La arquitectura institucional y el cumplimiento de la Agenda 2030 en Iberoamérica*. CLAD. <https://www.redalyc.org/journal/3575/357565037001/html/>

Florian, M-C. (2022, 5 de diciembre). *Can architecture and urban planning fight back against climate change?* ArchDaily. <https://www.archdaily.com/993434/can-architecture-and-urban-planning-fight-back-against-climate-change>

Leal Filho, W. (2020). Viewpoint: accelerating the implementation of the SDGs. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 21(3), 507-511. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-01-2020-0011>

Magaña, J., y Sánchez, D. (2019). La sostenibilidad en la arquitectura: revisión crítica y perspectivas futuras. *Revista Hábitat Sustentable*, 9(1), 20-29. <https://doi.org/10.22320/07190700.2019.09.01.03>

Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. <https://sdgs.un.org/publications/transforming-our-world-2030-agenda-sustainable-development-17981>

Sotelo Barrios, M. E., Monsalve Jaimes, S. J., y Ramón Valencia, J. D. (2024). Desarrollo urbano sostenible: Integración del ecodiseño, la arquitectura bioclimática y la ingeniería ambiental para ciudades resilientes. *FACE: Revista de la Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales*, 24(3), 130-137. <https://doi.org/10.24054/face.v24i3.3307>

Torres, H. (2023, abril). El rol de la arquitectura para lograr los Objetivos de Desarrollo Sostenible. *El Cronista*. <https://www.cronista.com/columnistas/el-rol-de-la-arquitectura-para-lograr-los-objetivos-de-desarrollo-sostenible/>

UN-Habitat. (2016). *World Cities Report 2016: Urbanization and development – Emerging futures*. United Nations Human Settlements Programme. <https://unhabitat.org/sites/default/files/download-manager-files/WCR-2016-WEB.pdf>

WordsRated. (2023). *Academic Publishing Statistics*. <https://wordsrated.com/academic-publishing-statistics/>



ARTÍCULOS

Resiliencia de la arquitectura regional de bahareque: simulación según un modelo basado en agentes con el software NetLogo

Resilience of Regional Bahareque Architecture: Agent-Based Simulation Using NetLogo software

Enviado: febrero 10 / 2024 • Evaluado: julio 5 / 2024 • Aceptado: diciembre 16 / 2024

CÓMO CITAR

Rincón-González, C. E., y Montoya-Arango, J. A. (2025). Resiliencia de la arquitectura regional de bahareque: simulación según un modelo basado en agentes con el software NetLogo. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 27(2), 15-37. <http://doi.org/10.14718/RevArq.2025.27.5058>

Carlos Eduardo Rincón-González*
Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira
(Colombia)
<https://ror.org/01d981710>

Jorge Augusto Montoya-Arango**
Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira
(Colombia)
<https://ror.org/01d981710>

RESUMEN

El artículo presenta los resultados de la simulación de los patrones de comportamiento de los agentes vinculados a la vivienda vernácula mediante un modelo computacional que permite representar adecuadamente las percepciones en favor y en contra del valor de la arquitectura regional de bahareque de guadua en el Paisaje Cultural Cafetero de Colombia. La controversia latente personifica las tensiones contemporáneas entre lo vernáculo y lo moderno que coexisten en los territorios en la esfera global. La creación del modelo con el software NetLogo 5.3.1. permitió la evaluación de posibles escenarios que consideran variables determinantes en la toma de decisiones respecto a conservar y reproducir o no las viviendas de interés cultural, lo cual constituye una información valiosa en la formulación y gestión de las políticas públicas en los países en desarrollo. Entre los factores determinantes se destacan: 1) la percepción de las familias habitantes de la vivienda; 2) la presencia y proximidad de guaduales como componente de valor ambiental y material disponible en el entorno para la construcción, mantenimiento y restauración; 3) la influencia de los vecinos de acuerdo con sus percepciones, y 4) la influencia recurrente bien sea positiva o negativa de los agentes institucionales que actúan en el territorio. Se destaca el rol que pueden jugar los agentes que prestan el servicio de extensión o asistencia técnica a los caficultores de la Federación Nacional de Cafeteros para inclinar la balanza en favor de la protección y resiliencia del patrimonio.

Palabras clave

arquitectura tradicional; arquitectura vernácula; gobernanza; modelo de simulación; paisaje cultural; partes interesadas; patrimonio cultural inmueble

ABSTRACT

The article presents the results of a simulation of behavioral patterns of agents involved with vernacular housing using a computational model designed to adequately represent perceptions both in favor of and against the value of regional *bahareque* architecture made of *guadua* in Colombia's Coffee Cultural Landscape. The underlying controversy reflects contemporary tensions between vernacular and modern elements that coexist within territories across the global sphere. The creation of the model using the NetLogo 5.3.1. software allowed for the evaluation of possible scenarios, considering key variables in decision-making processes regarding whether or not to preserve and replicate culturally significant housing. This constitutes valuable input for the formulation and management of public policies in developing countries. The key factors include: 1) the perception of the families inhabiting these dwellings; 2) the presence and proximity of *guadua* groves as both an environmental asset and a material resource for construction, maintenance, and restoration; 3) the influence of neighbors based on their perceptions, and 4) the recurring influence, either positive or negative, of institutional agents operating in the territory. The role of extension agents from the National Federation of Coffee Growers is highlighted as a potential force in tipping the balance towards the protection and resilience of this heritage.

Keywords

cultural landscape; governance; immovable cultural heritage; simulation model; stakeholders; traditional architecture; vernacular architecture

- ✱ Arquitecto, Pontificia Universidad Javeriana. Bogotá (Colombia)
Especialista en Pedagogía y Desarrollo Humano, Universidad Católica de Pereira. Pereira (Colombia)
Magíster en Hábitat, Universidad Nacional de Colombia. Manizales (Colombia)
Doctor en Ciencias Ambientales, Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira (Colombia)
Filiación institucional Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira (Colombia), Facultad Ciencias Agrarias y Agroindustria, programa de Ingeniería en Procesos Sostenibles de las Maderas
🔗 <https://scholar.google.es/citations?user=Dz4OaAUAAAAJ&hl=es>
📄 <https://orcid.org/0000-0003-2500-5564>
✉ carlos.rincon@utp.edu.co
- ✱✱ Ingeniero Mecánico, Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira (Colombia)
Ingeniero en Madera, Universidad de Hamburgo. Hamburgo (Alemania)
Magíster en Medio Ambiente y Desarrollo, Universidad Nacional de Colombia. Manizales (Colombia)
Doctor en Ciencias Naturales, Universidad de Hamburgo. Hamburgo (Alemania)
Filiación institucional Universidad Tecnológica de Pereira. Pereira (Colombia), Facultad Ciencias Agrarias y Agroindustria, Facultad Ciencias Ambientales, programa de Ingeniería en Procesos Sostenibles de las Maderas
🔗 <https://scholar.google.es/citations?hl=es&user=d0thOMAAAAAJ>
📄 <https://orcid.org/0000-0003-3778-7727>
✉ jorgemontoya@utp.edu.co

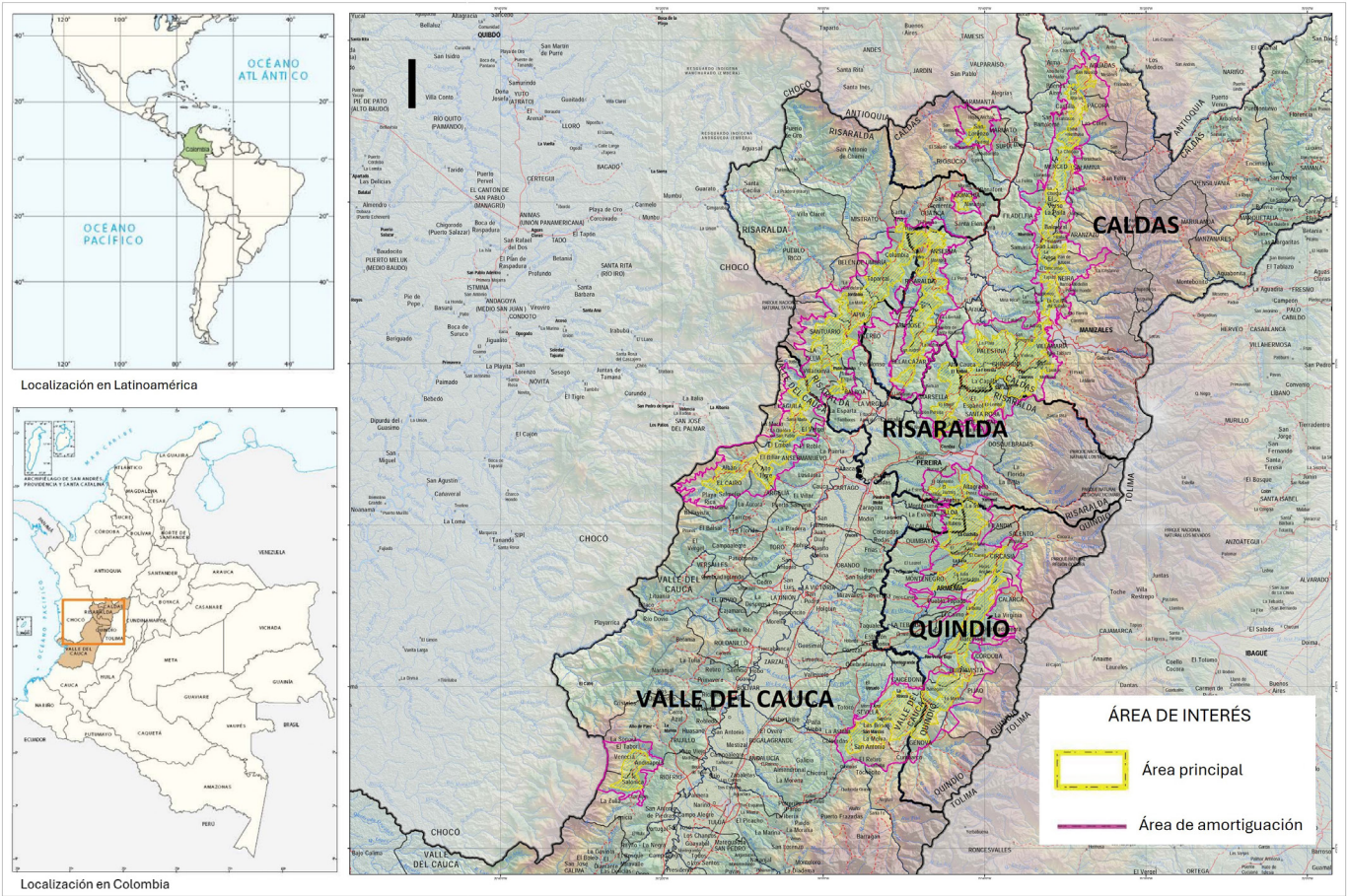
INTRODUCCIÓN

La Carta del Patrimonio Vernáculo Construido (ICOMOS y UNESCO, 1999) sostiene que “Debido a la homogeneización de la cultura y a la globalización socioeconómica, las estructuras vernáculas son, en todo el mundo, extremadamente vulnerables y se enfrentan a serios problemas de obsolescencia, equilibrio interno e integración” (p. 1). Con el pasar del tiempo esta problemática mundial se ha ido agudizando debido a los fenómenos crecientes de urbanización, suburbanización, cambios y conflictos de uso del suelo en el territorio rural resultado del paradigma de modernización imperante en la política pública, la teoría y la práctica que hacen hincapié en la escala, la expansión urbana, la intensificación y la especialización de usos, y la industrialización (Van Der Ploeg et al., 2000).

En los países desarrollados existe la convicción de que “el patrimonio vernáculo en todo el mundo estaba, y está, muy vivo y puede seguir desempeñando un papel activo en la sociedad

contemporánea y en su arquitectura” (Correia et al., 2014, p. 15). En contraste, en los países del “tercer mundo” (Escobar 2007), en los que aún persisten las formas de vida campesina como una alternativa de desarrollo, es recurrente encontrar problemas de déficit cualitativo y cuantitativo de vivienda, no obstante, los agentes gubernamentales suelen optar por las mal llamadas soluciones de vivienda urbana convencional con tecnologías de construcción moderna industrializada o semiindustrializada a la que se le incorporan pequeñas adaptaciones formales para que parezcan rurales, pero que distan mucho de ser propuestas de vivienda vernácula sustentable. Tal es el caso del territorio del Paisaje Cultural Cafetero de Colombia (PCCC) integrado fundamentalmente por los departamentos de Caldas, Risaralda, Quindío y algunos municipios del norte del Valle del Cauca, región que fue inscrita en la Lista de Patrimonio Mundial de la UNESCO en junio de 2011 (Figura 1).

Figura 1. Localización del Paisaje Cultural Cafetero de Colombia



Fuente: elaboración propia (2023)¹.

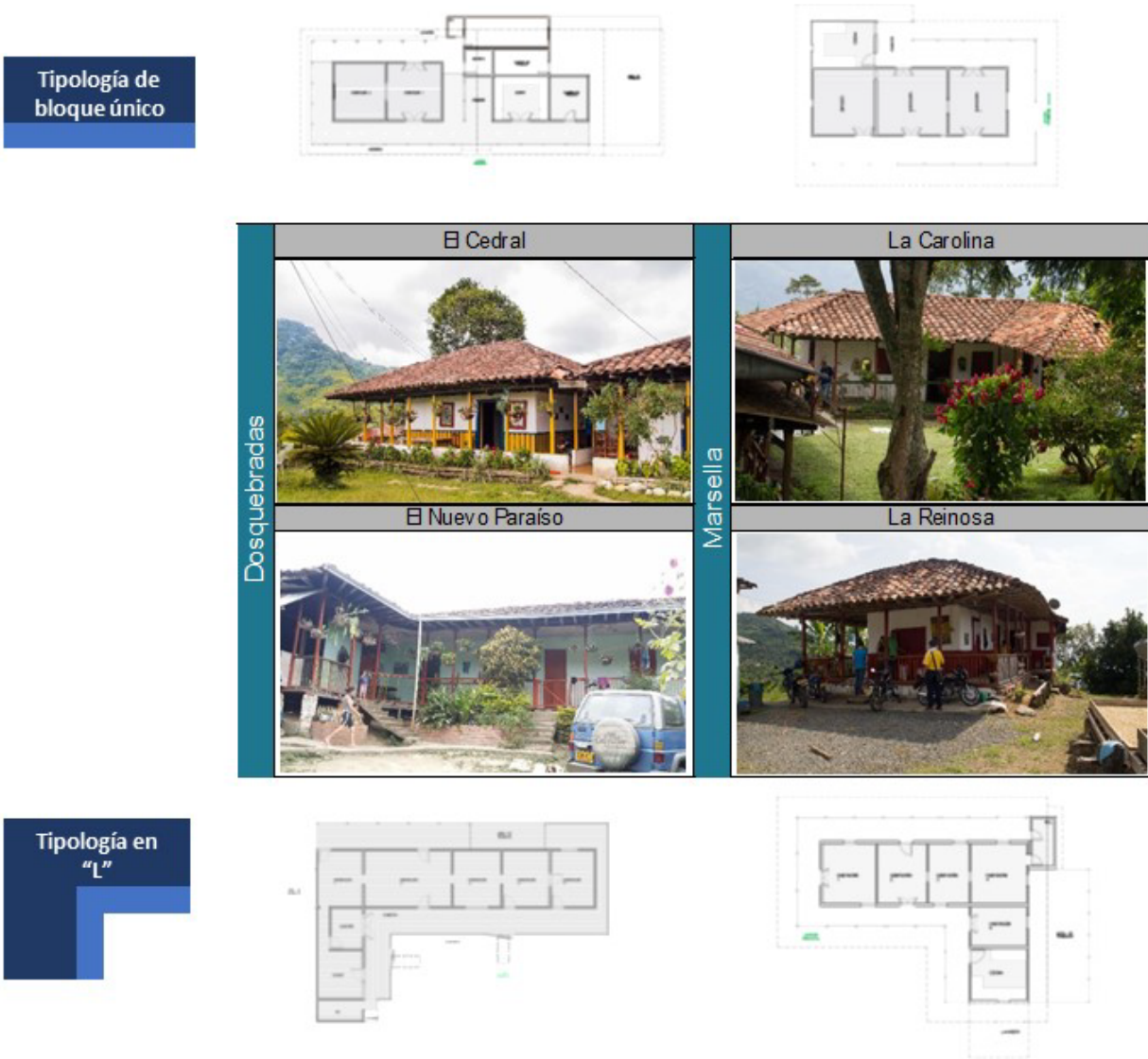
¹ Figura editada a partir de cartografía oficial del PCCC, disponible en https://paisajeculturalcafetero.org.co/wp-content/uploads/2022/10/principal_Lamortiguamiento.pdf

La paradoja radica en que, por una parte, se reconoce por el Ministerio de Cultura y la Federación Nacional de Cafeteros (MinCultura y FNC, 2014) y algunos ámbitos especializados (Muñoz Robledo, 2010; Muñoz Robledo, 2015; Muñoz Robledo et al., 2020; Rincón González y Montoya Arango, 2016) que el patrimonio arquitectónico que representa la Arquitectura Regional de Bahareque (ARB) constituye uno de los 16 atributos que dieron carácter excepcional al PCCC (Figuras 2 y 3a) (MinCultura y FNC, 2014; Osorio Velásquez, 2016), pero, por otra parte, debido a una inadecuada política de vivienda rural, otros organismos del Estado han ejercido presión sobre los propietarios de las viviendas vernáculas para que demuelan sus casas como condición para acceder a los subsidios de vivienda, a lo que sigue el suministro de una vivienda moderna que popularmente se denomina “de material”, la cual es construida con un sistema convencional de muros reforzados de bloque de cemento o muros confinados de bloque arcilla con columnetas y vigas de hormigón armado y tiene la apariencia de una casa de barrio popular de ciudad, puesto que la entregan inacabada y con poca área. Estas casas modernas tienen

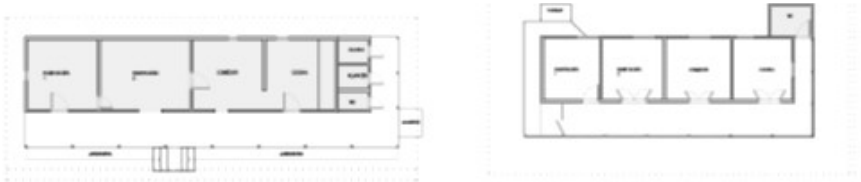
bajas condiciones de habitabilidad y confort, y una imagen que afecta negativamente el paisaje, todo lo cual redundando en detrimento de la calidad de vida (Figura 3b). Esta controversia sociotécnica personifica las tensiones contemporáneas entre lo vernáculo y lo moderno, lo local y lo global, las cuales coexisten en el territorio.

La vulnerabilidad de la arquitectura vernácula en todo el mundo, debido a la ya mencionada homogeneización de la cultura y a la globalización socioeconómica, se ha seguido documentando (ICOMOS y UNESCO, 1999) como lo evidencia el informe mundial de ICOMOS 2016-2019 sobre monumentos y sitios en peligro (patrimonio en riesgo) (Audefroy, 2021; Bäßler Verlag, 2020), el cual presenta una visión general de las amenazas, problemas y tendencias en diferentes regiones del mundo, destacando temas relevantes para el patrimonio vernáculo como: la presión del desarrollo; el impacto del turismo; la falta de uso y mantenimiento de los inmuebles, y las amenazas a los distritos urbanos o centros históricos debido al abandono, falta de mantenimiento y procesos de renovación descuidados.

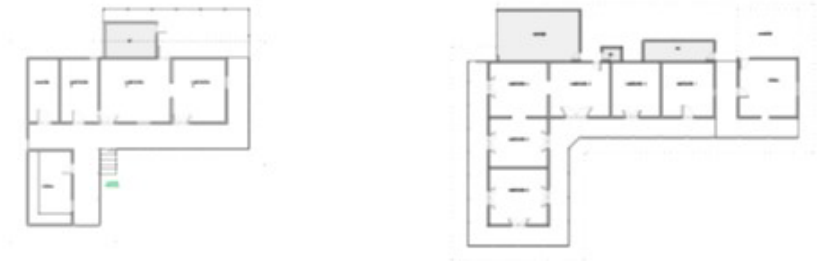
Figura 2. Tipologías de viviendas patrimoniales vernáculas de ARB en el PCCC



Tipología de
bloque único



Tipología en
"L"



Fuente: Rincón González et al. (2015).

Figura 3. (a) Vivienda vernácula versus (b) vivienda moderna

(a)



(b)



Fuente: elaboración propia (2023).

Hablando específicamente de la percepción negativa de las personas en otras latitudes sobre la arquitectura vernácula, debido a prejuicios sociales y al avance de modelos globalizados que tienden a marginarla, se puede ejemplificar con el caso de India, según la declaración de Azevedo Leite (2016, p. 63) respecto a que “la construcción tradicional fácilmente reconocible en Koilakuntla es vista con cierto prejuicio por parte de la población, que relaciona como una tipología utilizada por personas de bajos ingresos y que no tienen otra alternativa para construir”. De igual forma, Maio et al. (2017, p. 63) reconocen que “la falta de conocimiento y la sensibilización de las comunidades locales en general, el deseo de modernización y la globalización son algunos de los problemas más frecuentes responsables por amenazar la supervivencia del patrimonio vernáculo en África”.

El presente artículo hace parte de los resultados de investigación del proyecto titulado “Resiliencia y sustentabilidad de la Arquitectura Vernácula: el caso de la Arquitectura Regional de Bahareque de Guadua en el Paisaje Cultural Cafetero de Colombia” en el que se planteó como objetivo general: Valorar la resiliencia como factor de sustentabilidad de la arquitectura vernácula, tomando como caso de estudio la arquitectura regional de bahareque de guadua en el PCCC y se desarrollaron tres objetivos específicos:

Objetivo específico 1. Analizar las trayectorias históricas de estabilidad y cambio de la vivienda vernácula de bahareque, para identificar tanto perturbaciones como comportamientos resilientes significativos.

Objetivo específico 2. Evaluar la sustentabilidad de edificaciones de bahareque de guadua ponderando la resiliencia como factor determinante.

Objetivo específico 3. Interpretar las percepciones e imaginarios de los agentes sociales sobre los valores de la arquitectura vernácula considerando sus cosmovisiones y marcos tecnológicos.

En cada objetivo se desarrollaron múltiples actividades que se relacionan en la Figura 4 con el propósito de dar el contexto investigativo del artículo en el marco del proyecto. Para el logro del Objetivo específico 3 (OE3) se adoptaron diversos enfoques y se aplicaron de manera

concurrente varios métodos, uno de las cuales consistió en el desarrollo de una aplicación a partir del software de Modelos Basados en Agentes (MBA) NetLogo 5.3.1. para simular los patrones de comportamiento de los agentes vinculados a la vivienda vernácula, en cuyos resultados se centra el presente artículo.

A continuación, se plantea una aproximación a los conceptos fundamentales empleados en el marco de la investigación, los cuales son desarrollados metodológicamente hasta cierto grado en el presente artículo.

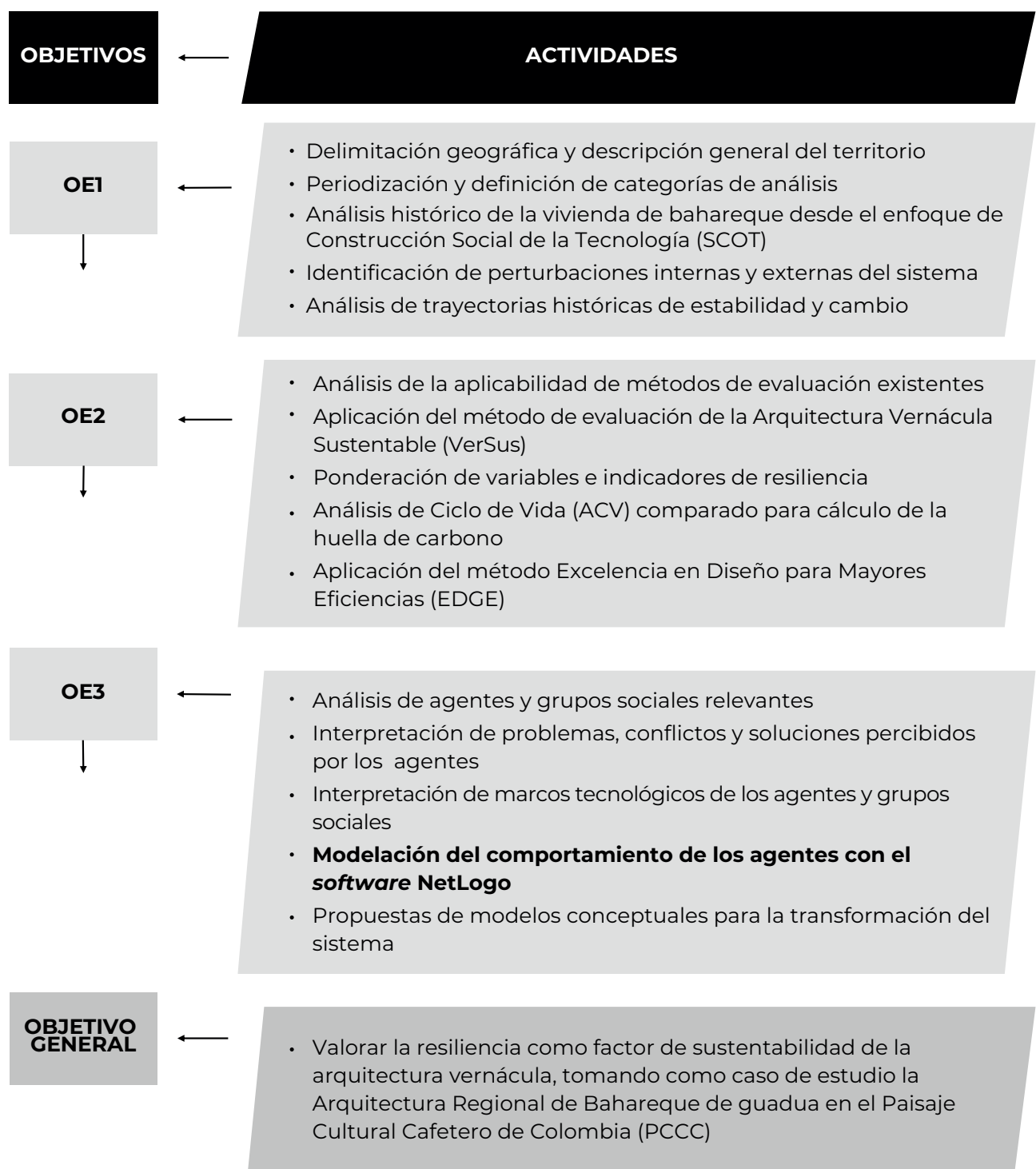
La Arquitectura Regional de Bahareque constituye “un patrimonio del PCCC que ha sido creado por los pobladores de la zona, y que se expresa principalmente en los saberes tradicionales del diseño y construcción de sus viviendas” (MinCultura y FNC, 2014). Sobre el origen de esta arquitectura vernácula Osorio Velásquez y Acevedo Tarazona (2008) indican que:

Surge de un proceso de hibridación, en el que se fusionó la tecnología constructiva del bahareque desarrollada localmente, con los modelos espaciales presentes en la arquitectura colonial española, particularmente el de la casa de “Patio”, o “Claustro”, lo que conllevó a la generación de una arquitectura con una gran capacidad de adaptación y de excelentes calidades espaciales, estéticas y climáticas. (p. 36)

Estos rasgos enmarcan la ARB en la definición propuesta en la Carta del Patrimonio Vernáculo Construido, la cual entiende la arquitectura vernácula como “el modo natural y tradicional en que las comunidades han producido su propio hábitat. Forma parte de un proceso continuo, que incluye cambios necesarios y una continua adaptación como respuesta a los requerimientos sociales y ambientales” (ICOMOS y UNESCO, 1999).

Definida de manera sencilla, la arquitectura vernácula es “la arquitectura sin arquitectos” (Rudofsky, 1987; Tillería González, 2006), lo cual evoca una manera de entenderla como un legado o un patrimonio de los pueblos, el escenario doméstico, cotidiano, en el que se genera la cultura y se encarna la tradición. La arquitectura vernácula o popular “representa la adecuación perfecta entre el clima, las necesidades humanas y la construcción sostenible, y por ello se podría decir que es la primigenia arquitectura bioclimática” (Neila-González, 2004, p. 13).

Figura 4. Contexto investigativo del proyecto y el artículo



Fuente: elaboración propia (2024).

Ahora bien, desde un enfoque sistémico, la vivienda vernácula y su entorno puede ser abordada como un sistema técnico o un sistema socioecológico diseñado-controlado. Aibar y Quintanilla (2002, p. 21) conciben el sistema técnico o sociotécnico como un “dispositivo complejo compuesto de entidades físicas y de agentes humanos, cuya función es transformar algún tipo de cosas para obtener determinados resultados característicos del sistema”; al entender la vivienda como un sistema técnico sustentable se reconoce que “las arquitecturas vernáculas, en las que los grupos sociales son portadores de un saber hacer, agentes de un saber popular imbuido en la cultura, son expresiones propias de la

técnica” (Rincón González, 2006, p. 73). Por su parte, Salas-Zapata et al. (2011) se refieren a los sistemas socioecológicos diseñados-controlados como sistemas fabricados, producidos o contruidos por los seres humanos, que cuentan con un diseño intencional y se caracterizan porque el comportamiento de sus elementos es controlado, puesto que:

[...] si bien estos sistemas tradicionalmente han sido delimitados a partir de su forma y función, ellos se redefinen como sistemas socioecológicos cuando se delimitan a partir de su relación con los sistemas sociales y ecológicos más amplios dentro de los cuales son creados y utilizados. (Salas-Zapata et al., 2011, p. 138)

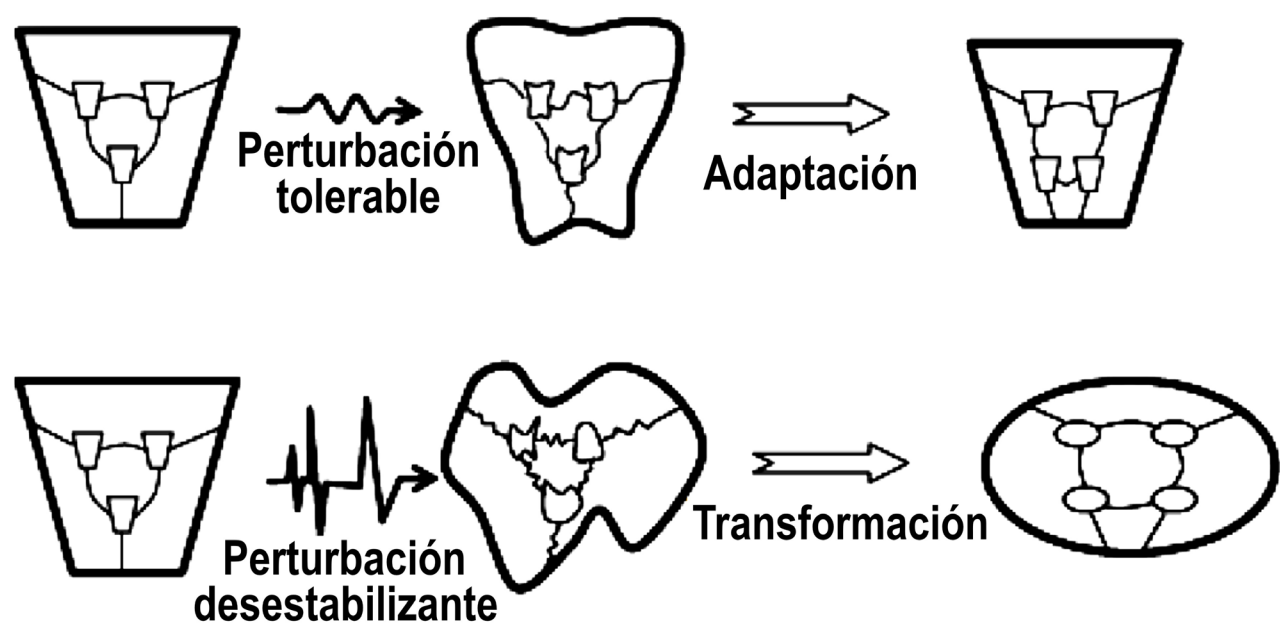
En suma, la vivienda vernácula constituye un sistema socioecotecnológico que emerge de los saberes ancestrales y las técnicas de construcción tradicionales desarrolladas por las comunidades locales para satisfacer sus necesidades habitacionales, utilizando materiales y otros bienes ecosistémicos (recursos) disponibles en el entorno inmediato y respondiendo a las condiciones climáticas, económicas, sociales y culturales de cada región. Se caracteriza por ser eficiente, funcional y profundamente vinculada a su contexto; más aún, la arquitectura vernácula no solo constituye un patrimonio cultural inmueble de alto valor histórico, simbólico y estético (MinCultura, 2005), sino también un modelo de construcción sostenible y resiliente que puede ofrecer soluciones adecuadas a desafíos actuales como el déficit de vivienda social, la degradación ambiental y el cambio climático.

La sostenibilidad es un proceso dinámico que tiende a mantener la capacidad de los sistemas ecológicos para apoyar sistemas sociales deseables y sistemas económicos factibles, así que un sistema es sustentable “cuando puede encontrar estados alternativos dentro de un régimen socialmente deseable y ecológicamente posible” (Salas-Zapata et al., 2012, p. 77). La resiliencia es una de las propiedades estructurales de los sistemas socioecológicos (SSE) y se define como la capacidad que tienen los sistemas de absorber o resistir una perturbación, recuperarse y autoorganizarse adaptativamente preservando su estructura, su función esencial y su identidad (Folke et al., 2002). Así que,

si bien la eficiencia energética, la reducción de impactos y la satisfacción de necesidades sociales y económicas son factores importantes en la sustentabilidad de la vivienda como sistema técnico (Rincón González, 2006), la resiliencia se constituye en el factor determinante, puesto que si a causa de una o varias perturbaciones el sistema deja de cumplir su propósito o función esencial para la que fue diseñado, se convierte en un sistema insostenible porque se vuelve socialmente indeseable y demanda ser adaptado o transformado (Salas-Zapata et al., 2011, p. 141).

Al considerar los procesos de cambio en los sistemas socioecológicos, y dependiendo de su capacidad adaptativa, el sistema puede responder a la perturbación de dos maneras: adaptación o transformación (Raskin, 2006, p. 5) (Figura 5). En la adaptación, luego de la perturbación, el sistema sufre alteraciones, se reorganiza y cambia su configuración, pero conserva su estructura y su función (Walker et al., 2006 p. 1). Este tipo de cambios adaptativos originan diferentes configuraciones o estados alternativos del mismo sistema (Salas-Zapata et al., 2012, p. 77). Por otro lado, en la transformación, la perturbación supera el umbral de capacidad de respuesta del sistema, desencadenando alteraciones en sus atributos esenciales y modificaciones significativas en la estructura, de tal forma que pierde su identidad y se transforma en uno diferente (Castillo-Villanueva y Velázquez-Torres, 2015 p. 21). Esto se denomina cambio de régimen (Walker et al. 2006, p. 3).

Figura 5. Adaptación y transformación del sistema



Fuente: adaptación de Raskin (2006, p. 5).

Las perturbaciones son interacciones que alteran el sistema (Salas-Zapata et al., 2012, p. 75); pueden ser regulares o internas, cuando forman parte de las dinámicas propias del sistema socioecológico, por ello “las interacciones socioecológicas son en sí mismas perturbaciones del sistema” (Holling, 2001; Salas-Zapata et al., 2012, p. 76); también pueden ser extraordinarias o externas, cuando provienen del entorno y son ajenas a la dinámica propia del sistema. En el análisis histórico de la vivienda de bahareque, según el enfoque de Construcción Social de la Tecnología (SCOT) (Rincón González, 2023) (Figura 4), se identificaron dos perturbaciones muy significativas durante el periodo del Movimiento Moderno (1945-1970) que han llevado a la insostenibilidad de las viviendas vernáculas de bahareque, son estas:

1. El imaginario del “mito del material” (Muñoz Robledo, 2015) introducido en la sociedad por arquitectos, ingenieros civiles y demás profesionales de la construcción, las autoridades nacionales y regionales y las élites locales, quienes optan por construir con sistemas “modernos” que emplean intensamente el cemento, el acero y el ladrillo, configurando un imaginario de desarrollo y progreso que parece ir acompañado por un desprecio por la tradición y, por ende, por la construcción con bahareque de guadua y madera, que se termina contagiando al resto de la sociedad, configurando así un marco tecnológico² *modernizante desarrollista*. Si bien en principio el imaginario es una perturbación externa, cuando media en la precepción de las familias habitantes de la vivienda, llega a ser una perturbación interna (Rincón González, 2023).
2. La cosmovisión³ que se entroniza en la sociedad regional desde mediados del siglo XX impulsada por el espíritu de modernidad, del cual hace parte el marco tecnológico *modernizante desarrollista*, es la *antropocentrista utilitarista*, la cual pretende que el hombre domine la naturaleza y emplee los medios necesarios para predecir y controlar los fenómenos naturales para garantizar el bienestar y confort humano, en lo cual la cultura técnica desempeña un papel determinante (Rincón González, 2023).

Estas perturbaciones sociales dieron origen a adaptaciones apropiadas como la tecnología

de bahareque encementado, a adaptaciones técnicamente inadecuadas como el bahareque intervenido y a transformaciones radicales del sistema de vivienda que dieron lugar a nuevos sistemas constructivos “modernos” que se estandarizaron y se volvieron de uso convencional desde la segunda mitad del siglo XX hasta el presente, como son los diversos sistemas de mampostería de ladrillo y bloque de arcilla y de cemento en sus variantes: simple, confinada y reforzada. En este último caso, la ARB como sistema, perdió su estructura y su identidad al ser reemplazado por las edificaciones modernas. Hoy por hoy sigue existiendo el dilema para los campesinos del PCCC respecto a qué opción tomar: una vivienda moderna de material o una vivienda vernácula de bahareque.

Desde el abordaje de los enfoques sistémicos se pretende comprender la realidad y las interacciones de los componentes, pero para ello se requiere tener presente que para estudiar los sistemas es necesario usar esquemas, representaciones o modelos de la realidad, que no son en sí mismos el sistema. Se recurre a la construcción de modelos como un medio para entender el mundo, puesto que un modelo es una representación simplificada de la realidad, menos detallada y, por ende, menos compleja.

Los avances en los sistemas en las últimas décadas han facilitado la construcción de diversos tipos de modelos y el desarrollo de los *softwares* de MBA se han convertido en herramientas muy útiles para estudiar fenómenos complejos en las Ciencias Sociales y en las Ciencias Ambientales “debido a que permiten llevar a cabo experimentos en sociedades artificiales con gran heterogeneidad de agentes autónomos que interactúan entre ellos y su ambiente bajo reglas sencillas de comportamiento” (Vélez Torres, 2019, p. 16). Estos ambientes y sociedades artificiales actúan como laboratorios para comprender los comportamientos individuales o micro de los agentes, permitiendo evidenciar la emergencia de propiedades macroscópicas del sistema como son los marcos tecnológicos y las cosmovisiones, de interés para este artículo (Epstein, 2006; Pereda y Zamarreño, 2015).

Respecto a la utilización de MBA aplicado a territorio residencial, se destaca el modelo de segregación espacial desarrollado por Schelling

² El *marco tecnológico* es un concepto análogo al de paradigma, introducido por el Constructivismo Social de la Tecnología (Bijker et al., 2012); se refiere a la concepción que sobre una tecnología o sistema técnico tiene un determinado grupo social relevante, permite identificar conocimientos y representaciones, incluyendo valores, temores y pautas de actuación (Rincón González y Galindo Díaz, 2010).

³ La *cosmovisión* es un concepto empleado en la Metodología de los Sistemas Blandos (MSB) concebida por Checkland (1988) para referirse a las múltiples percepciones de la realidad que tienen las partes interesadas sobre una situación problemática de los sistemas de la actividad humana (Checkland y Poulter, 2010); cada visión de mundo es dinámica y puede incluir prevenciones, prejuicios y estereotipos que pueden transformarse (Ossa, 2016).

(1971), el cual demuestra cómo la segregación puede emerger del comportamiento individual de los residentes, incidiendo en el comportamiento macro del vecindario (Carvalho Cantergiani y Gómez Delgado, 2011; Vélez Torres, 2019).

Un desarrollo más reciente de MBA lo constituye el modelo de propagación y apropiación de una innovación social propuesto por Monroy Varela et al. (2017), el cual simula la dinámica de

inclusión y difusión de una idea de innovación social en un conglomerado pequeño de seres humanos. Se estudia el proceso que experimenta un individuo desde que se ve expuesto a la idea inicialmente hasta una eventual adopción. En el MBA diseñado, cada individuo se ve influenciado por tres factores: su red de contactos, el ambiente representado por otros individuos localizados en su vecindario y la publicidad masiva (Monroy Varela et al., 2017, p. 13).

METODOLOGÍA

El uso de NetLogo en MBA puede clasificarse como una metodología cuali-cuanti, puesto que el análisis numérico de los resultados de las simulaciones es cuantitativo, pero a su vez es cualitativo en la medida en que los datos numéricos no son absolutos, sino indicativos, para interpretar patrones o comportamientos emergentes de los agentes.

Según puede detallarse en la Figura 4, para el logro del OE3 de la investigación se desarrollaron cinco actividades, que están correlacionadas con el tema del presente artículo, pero, para efectos prácticos, solo se harán unas precisiones iniciales sobre la primera actividad, correspondiente al “Análisis de agentes y grupos sociales relevantes”, los cuales son pertinentes para comprender el concepto del MBA; y posteriormente se desarrollará de manera detallada la metodología de la actividad 4, referida a la “Modelación del comportamiento de los agentes con el software NetLogo”.

Análisis de agentes y grupos sociales relevantes

Para empezar, en la investigación se efectuó una clasificación y evaluación de partes interesadas con base en un primer inventario de 34 agentes elaborado a partir de investigaciones previas (Rincón González et al., 2015), y los hallazgos del “Análisis histórico de la vivienda de bahareque desde el enfoque de Construcción Social de la Tecnología (SCOT)” (Rincón González, 2023) (Figura 4). El inventario de agentes fue revisado y complementado en el marco de un “Taller con actores territoriales, para la posterior formulación de la política pública sobre Vivienda de Interés Cultural -VIC- en el PCCC” (Rincón González et al., 2019) realizado en Pereira. Al taller fueron convocados 124 actores y se contó con cerca de 46 asistentes, 31 de los cuales diligenciaron un cuestionario que recoge las percepciones de 14 de los agentes identificados. Ante la solicitud expresada en el cuestionario de incluir “otros actores/instituciones”, los encuestados referenciaron 15 partes interesadas adicionales, para un inventario total de 49 agentes.

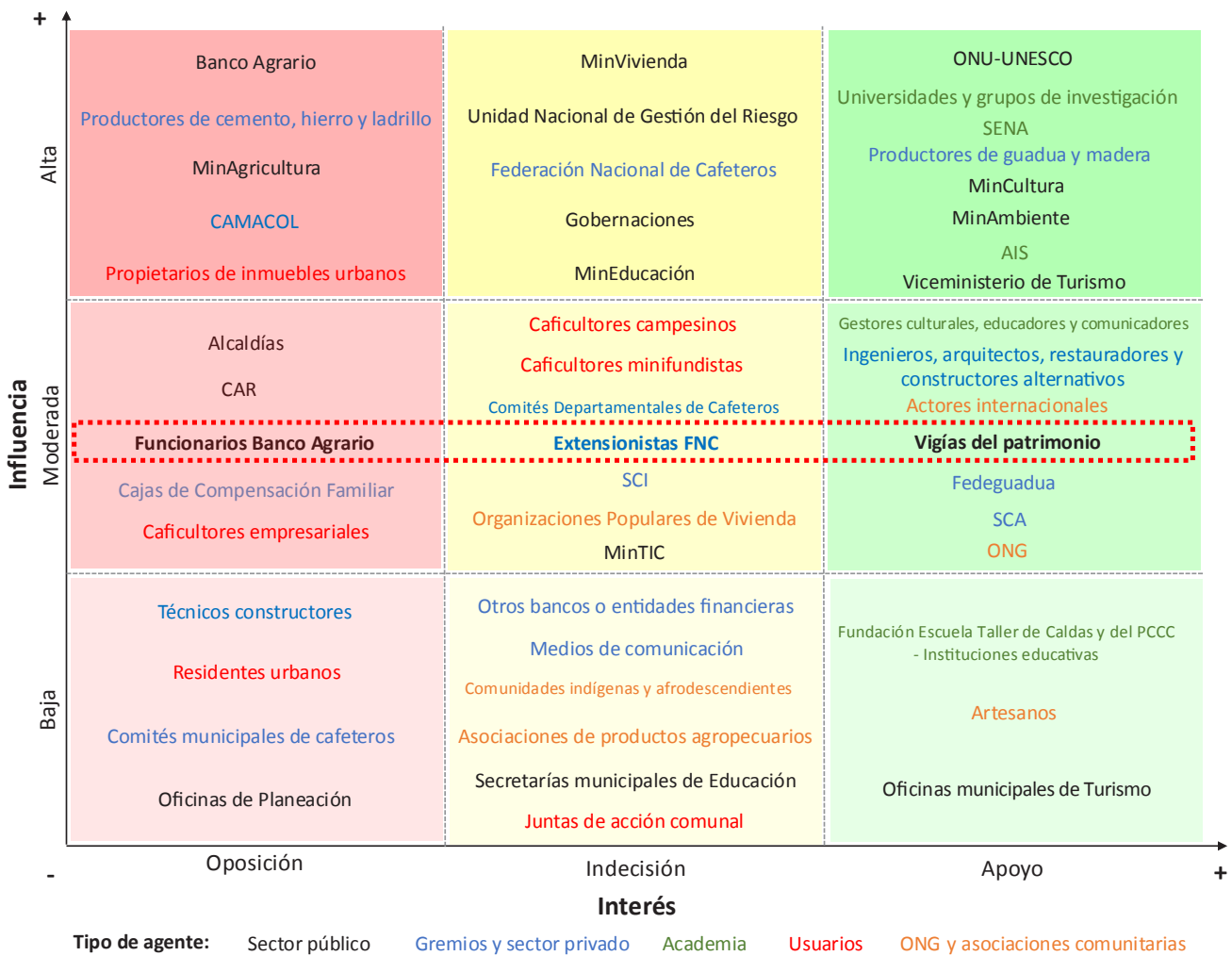
Para modelar la red de agentes se formuló a los participantes la pregunta: “Entre los diferentes “actores/instituciones” [...], ¿cuáles considera usted que ejercen una influencia directa (positiva o negativa) sobre el actor/institución que usted representa, en términos de promover la conservación y construcción de la Vivienda de Interés Cultural en el PCCC?”. Con los resultados obtenidos se elaboraron dos matrices de adyacencia y se modelaron dos *redes valuadas-direccionadas* con el software Gephi: la primera con las relaciones que se oponen a la construcción y conservación de las VIC de bahareque, y la segunda con las relaciones que la promueven. Respecto a la influencia negativa se identificó como el mayor influyente al Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, quienes para efectos de la construcción de vivienda operaron de la mano con el Banco Agrario; por otra parte, se encontró que el Ministerio de Cultura, los gestores culturales, educadores y comunicadores, y las universidades y grupos de investigación, son agentes fundamentales en la red y reciben motivación constante para desarrollar acciones encaminadas a la promoción de la construcción y conservación de la VIC de bahareque (Rincón González et al., 2019).

El análisis de las redes facilitó un ejercicio de recategorización de los agentes y partes interesadas no por su filiación y carácter, sino por su posición o rol debido a su eventual afectación en caso de darse la implementación de una política pública VIC en favor de la conservación y construcción de viviendas vernáculas o neo-vernáculas en el PCCC. Se definieron cuatro categorías de uso recurrente en la Metodología General Ajustada (MGA): beneficiario, cooperante, oponente y perjudicado (Departamento Nacional de Planeación, 2016).

Finalmente, esta clasificación de agentes/actores según posición por afectación fue indicativa para la adaptación del instrumento “Matriz de análisis de mapa de actores” de la Fundación Lonxanet y European Union (2019), el cual es muy ilustrativo para la comprensión de las posiciones de los agentes según el uso del color. Esta matriz de doble entrada y

nueve cuadrantes está concebida en términos del interés (eje x) y la influencia (eje y) de los agentes respecto a la construcción de la VIC de bahareque. El interés se puede clasificar en tres posiciones: apoyo, indecisión u oposición, y la influencia puede clasificarse en tres grados: baja, moderada o alta, el tipo de agente se identifica por el color de los caracteres (Figura 6)

Figura 6. Posiciones de los agentes sobre la arquitectura vernácula de bahareque



Fuente: elaboración propia (2019).

Si bien, en la controversia planteada inter-
vienen múltiples agentes o partes interesadas
(Figura 6), en términos de su interés respecto
a la construcción de viviendas vernáculas de
bahareque, estas se pueden clasificar en tres
posiciones: apoyo, indecisión u oposición. En
la práctica estas posturas se ven representadas
por los funcionarios y vigías del patrimonio
del MinCultura con una influencia moderada
para el caso de la posición de apoyo, por los
extensionistas de la Federación Nacional de
Cafeteros (FNC) con una postura indecisa y una
influencia moderada, y por los funcionarios del

Banco Agrario con una influencia moderada
para el rol de la oposición.

**Modelación del comportamiento de
los agentes con el software NetLogo**

Para esta actividad se diseñó un modelo computa-
cional con el software NetLogo 5.3.1., que permite
simular los patrones de comportamiento de los
agentes vinculados a la vivienda rural cafetera, en
lo que respecta a sus percepciones e imaginarios,
bien sean de indecisión, en favor o en contra del
valor de la arquitectura vernácula en el PCCC.

4 “Tortuga” es la denominación que se le da en NetLogo a los agentes localizados sobre el entorno o medio ambiente, las cuales interaccionan entre sí y con el medio. Cada tortuga tiene un identificador que es único.

Respecto a la definición de los agentes, el modelo considera tres razas de tortugas⁴ diferenciadas: viviendas, guaduales y agentes institucionales.

- **Guaduales.** Muestran la presencia de guaduales en el territorio, variable que por razones económicas, ambientales y culturales incide favorablemente en la percepción de los campesinos sobre la construcción con bahareque de guadua.
- **Viviendas.** Representan tanto a las casas localizadas en lo zona rural del PCCC como a las familias que allí residen. Se les definieron dos atributos que dan cuenta de sus cosmovisiones y marcos tecnológicos: la percepción sobre el valor de la vivienda vernácula y la proximidad a los guaduales, la cual también incide favorablemente.
- **Agentes institucionales.** Se les asignaron tres atributos: filiación, radio de influencia y tipo de influencia. Respecto a la filiación de los agentes, se consideraron tres tipos:
 - Los funcionarios del Ministerio de Cultura, cuya cosmovisión patrimonialista los impulsa a actuar en defensa de la arquitectura vernácula.
 - Los extensionistas de la FNC y los comités de cafeteros, cuya cosmovisión es indecisa o intermedia entre lo vernáculo y lo moderno.

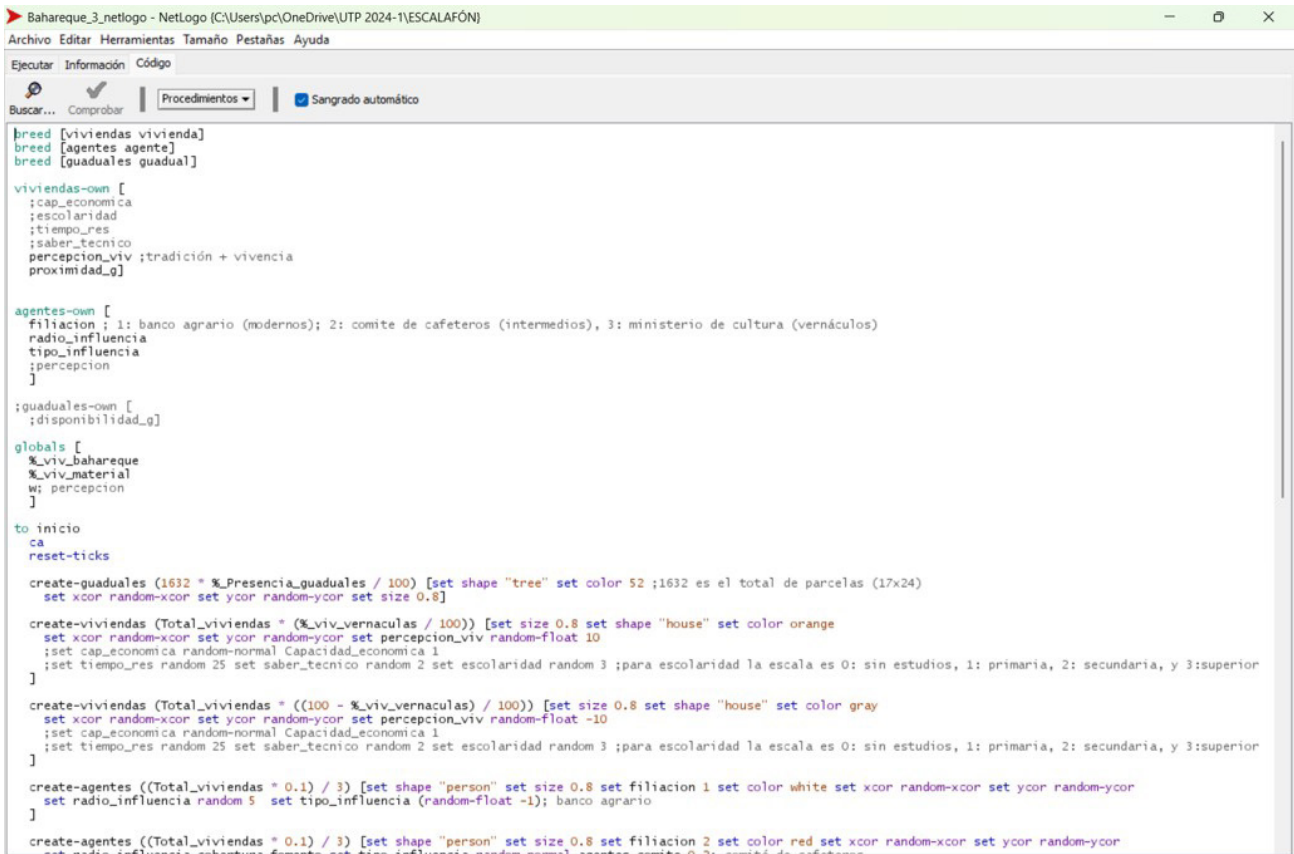
- Los funcionarios del Banco Agrario cuya cosmovisión es moderna e incide en oposición a la arquitectura vernácula.

El *radio de influencia* se refiere a un rango de área de cobertura sobre el que el agente institucional va incidiendo a su paso al circular por el territorio, mientras que el *tipo de influencia* se refiere al grado de percepción sobre el valor de la arquitectura vernácula, bien sea positivo o negativo, que el agente imprime a su paso sobre la población residente en el campo, el cual está mediado por su filiación.

Adicionalmente, se crearon en el modelo tres variables globales: el porcentaje existente de viviendas de bahareque y, por defecto, el porcentaje de viviendas de material, y una variable *w* referida a la percepción que tienen las familias habitantes sobre el tipo de vivienda más conveniente en un momento dado en el modelo que, considerando la vecindad o proximidad, puede incidir en una configuración del territorio con patrones de segregación residencial por tipo de vivienda.

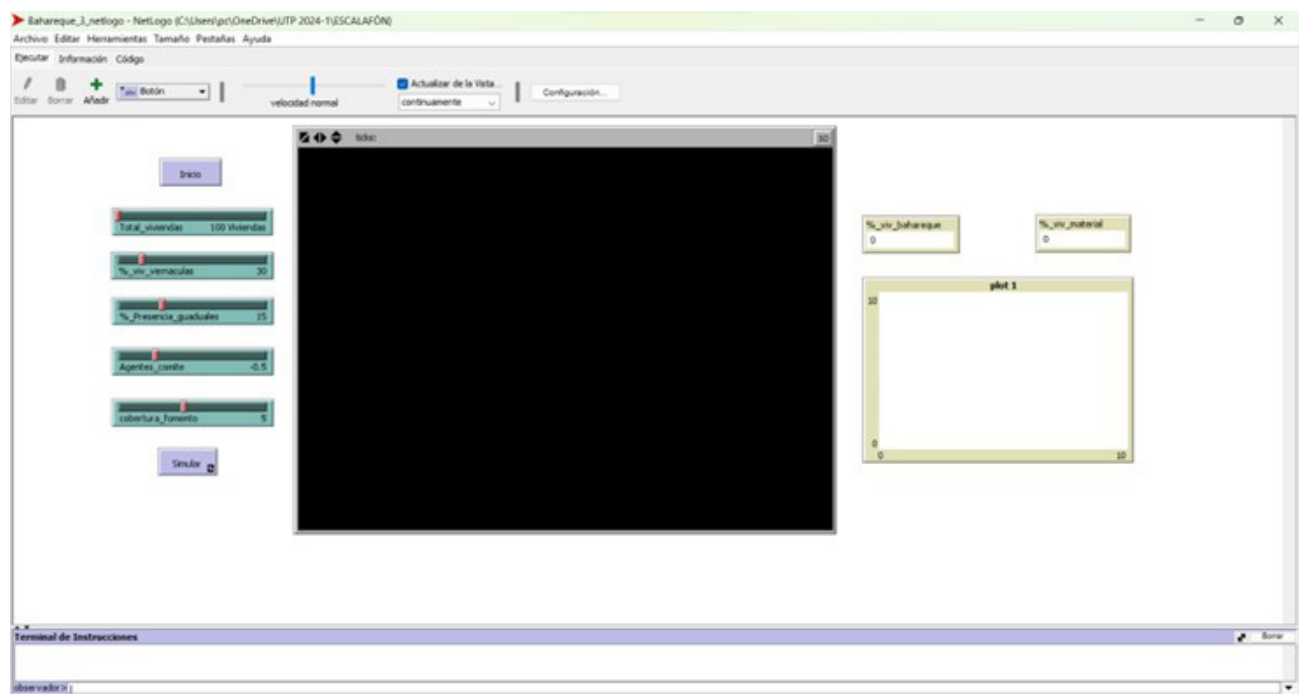
La programación del modelo se realiza en una ventana que trae la interfaz del software NetLogo llamada ‘Código’ (Figura 7) donde se programa o escribe el código en lenguaje NetLogo, el cual luego será interpretado y ejecutado por el software en el simulador, la ventana denominada ‘Ejecutar’ (Figura 8).

Figura 7. Ventana ‘Código’ modelo NetLogo 5.3.1.



Fuente: elaboración propia (2022).

Figura 8. Ventana ‘Ejecutar’ modelo NetLogo 5.3.1.



Fuente: elaboración propia (2022).

Para facilitar el uso del modelo, la ejecución de simulaciones, así como la lectura de resultados, se incorporaron en el simulador (ventana ‘Ejecutar’) un monitor y una gráfica. Adicionalmente, para introducir al modelo variables parametrizables controladas por el observador, se crearon varios controles deslizantes (*sliders*): total de viviendas, porcentaje de viviendas vernáculas, porcentaje de presencia de guaduales, agentes del Comité de Cafeteros y cobertura de programas de fomento, con las cuales se configuran los escenarios simulados. Finalmente, se introdujeron en el simulador dos botones de ejecución: el de ‘inicio’ y el de ‘simular’ (Figura 8).

Para configurar el entorno se partió de la creación de los guaduales, a los que se les otorgaron los atributos de forma “árbol”, color 52, tamaño 0,8 y una localización aleatoria en las coordenadas x, y. La inserción de los guaduales en el simulador se realiza mediante una barra deslizadora que permite asignarle un porcentaje de su presencia, condicionado por el número de parcelas del campo o región de trabajo.

El observador puede definir el total de viviendas, en un rango que oscila entre 100 y 300 unidades. Se crearon dos tipos de viviendas: unas vernáculas o de bahareque, y otras modernas o de material, cuyo porcentaje también debe ser definido por el observador, y que tienen como atributos de partida la forma “casa”, el tamaño de 0,8 y una localización aleatoria en las coordenadas x, y. A las viviendas vernáculas de bahareque se les asignó un color naranja y un valor aleatorio (*random-float*) de

percepción positivo de 0 a 10, mientras que a las viviendas de material se les asignó un color gris y un valor aleatorio (*random-float*) de percepción negativo de 0 a -10.

Se crearon tres tipos de agentes institucionales, cada uno de los cuales tiene un número de individuos equivalente a una tercera parte del 10% de las viviendas y como atributos comunes tienen figura de “persona”, un tamaño de 0,8 y una localización inicial aleatoria. Pretendiendo simular los accionares reales de estos agentes en el ambiente, a los agentes del Banco Agrario se les asignó un color blanco, un radio de influencia aleatorio (*random*) alrededor de 5 y un tipo de influencia aleatorio negativo (*random-float*) de 0 a -1; a los agentes del Ministerio de Cultura se les asignó un color azul, un radio de influencia aleatorio (*random*) alrededor de 2 y un tipo de influencia aleatorio (*random-float*) de 0 a 1, es decir positivo frente a la VIC. En el caso de los agentes de la FNA, considerando que su tipo de influencia puede ser positivo o negativo, se creó una barra deslizadora (*agentes_comite*) que permite al observador definir valores entre -1 y 1; y para su radio de influencia que puede ser muy variable, se introdujo una barra deslizadora (*cobertura_fomento*) que permite al observador definir valores entre 1 y 10.

Una vez iniciada la simulación, los agentes institucionales comienzan a circular aleatoriamente por el campo y cada vez que pasan cerca de las viviendas, bien sean de bahareque o de material, comienzan a ejercer influencia sobre ellas, modificando gradualmente su percepción

sobre el valor de la arquitectura vernácula, así, cuando el valor es mayor a 0, su color permanece o cambia a naranja y cuando es menor a 0, su color permanece o cambia a gris. Asimismo, considerando los comportamientos de los modelos de segregación, la percepción de las viviendas vecinas (*w*) incide en la percepción de cada vivienda también.

Cuando después de varios *ticks*, es decir, instantes o unidades primarias para marcar el paso del tiempo o contar las veces que se repite un procedimiento (Aguilera Ontiveros y Posada Calvo, 2018), el porcentaje de viviendas bien sea de bahareque o de material llega a un 90%, es decir, que una de las dos tipologías está próxima a extinguirse, la simulación se detiene.

RESULTADOS

Se seleccionaron seis escenarios con parámetros diferenciados para probar el modelo (Tabla 1) y cada uno se corrió seis veces (simulación), según se registra en las Tablas 2 y 3. Se introdujeron cambios graduales en los parámetros

variables, lo cual permitió verificar el comportamiento del modelo y su capacidad de reflejar resultados diferenciados acorde con las condiciones simuladas entendidas como representaciones simplificadas de la realidad.

Tabla 1. Parámetros y resultados por escenario

Parámetros						Resultados		
Esc	Total viviendas	%_viv_ vernáculas	%_presencia_ graduales	Agentes_ comite	Cobertura_ fomento	Promedio %_ viv_ bahareque	Promedio %_ viv_ material	Promedio ticks
1	100	20	0	-1,0	10	9,00	91,00	42,83
2	100	30	15	-0,5	5	9,00	91,00	590,67
3	200	40	20	0,0	1	28,00	72,00	18.814,83
4	200	50	25	0,2	3	87,33	12,67	2.550,00
5	300	70	35	0,5	5	93,61	9,39	30,67
6	300	80	50	1,0	10	91,33	8,67	1,00

Fuente: elaboración propia (2022).

Escenario 1

Se inició con un total de 100 viviendas, de las cuales solo el 20% son vernáculas, es decir, con una percepción positiva sobre la arquitectura de bahareque. Este escenario no contempla la presencia de graduales en el territorio y los agentes del Comité de Cafeteros actúan con un valor de -1,0 y un rango de cobertura de fomento de 10, en este caso, en favor de las viviendas de material. En suma, este sería el escenario más desfavorable para las viviendas

de bahareque. Efectivamente, los resultados evidencian que, en pocos *ticks*, 42,83 en promedio, las viviendas de material superan el 90%, lo cual detiene el modelo. Cabe agregar que el comportamiento de cada una de las seis simulaciones (Tabla 2) es muy semejante, lo que se plasma también en la recurrencia del mismo tipo de gráfica; como se evidencia en la Figura 9, debido a la baja densidad, la representación final del modelo no refleja de manera suficientemente clara la segregación de viviendas por tipología.

Tabla 2. Registro de resultados de simulación por escenario (escenarios 1 a 3)

N.º Sim.	Escenario 1			Escenario 2			Escenario 3		
	% viv_ bahareque	%_viv_ material	Ticks	% viv_ bahareque	%_viv_ material	Ticks	% viv_ bahareque	%_viv_ material	Ticks
1	9,00	91,00	35	9,00	91,00	438	9,50	90,50	37.088
2	9,00	91,00	47	9,00	91,00	590	41,00	59,00	34.000
3	9,00	91,00	29	9,00	91,00	644	40,50	59,50	5.350
4	9,00	91,00	37	9,00	91,00	592	9,50	90,50	231
5	9,00	91,00	56	9,00	91,00	752	52,00	48,00	7.930
6	9,00	91,00	53	9,00	91,00	528	15,50	84,50	26.400
Promedio	9,00	91,00	42,83	9,00	91,00	590,67	28,00	72,00	18.499,83

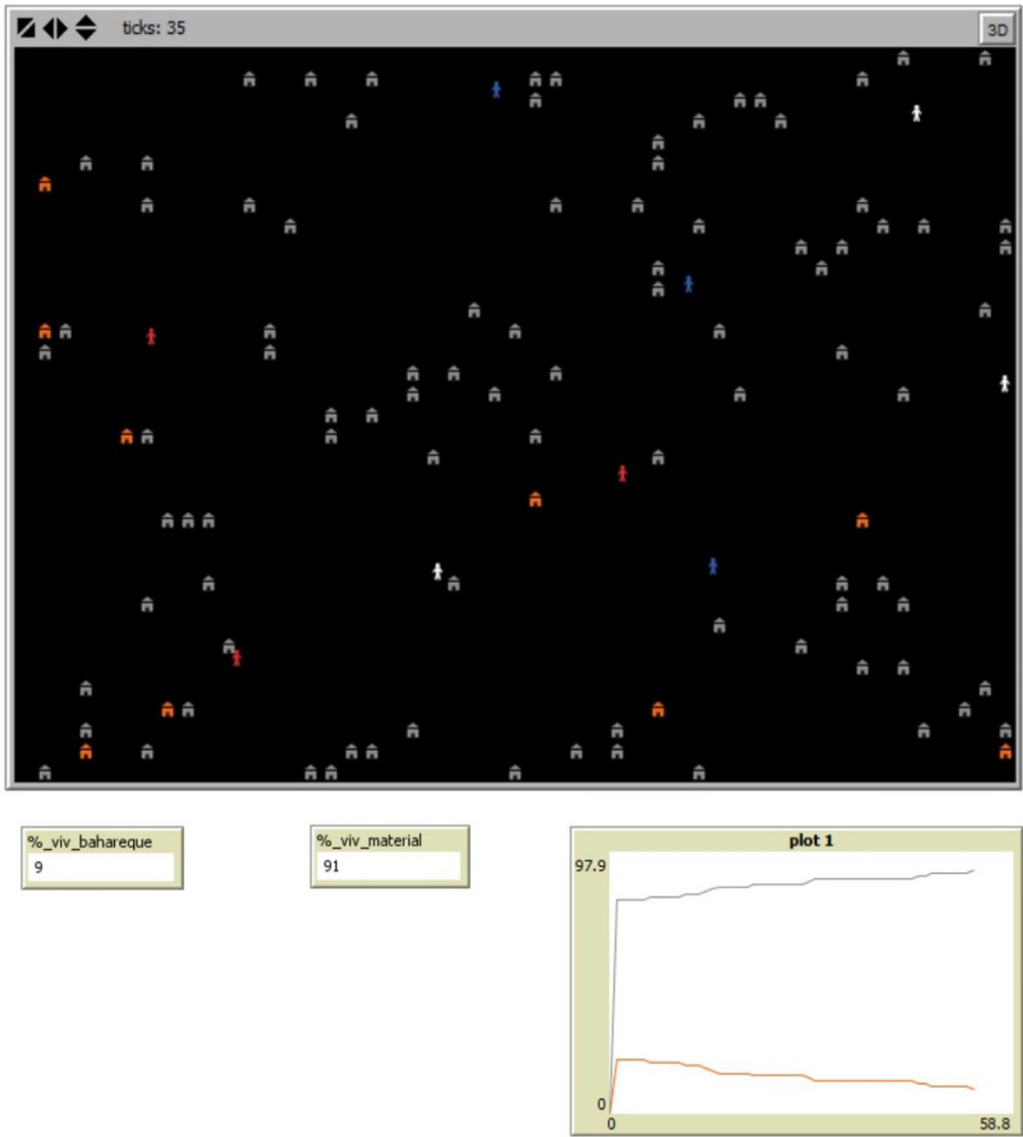
Fuente: elaboración propia (2022).

Escenario 2

Se conservaron las 100 viviendas del escenario 1, pero se aumentó el porcentaje de viviendas vernáculas al 30% y se introdujo una presencia de guaduales en el territorio relativamente baja (15%); así mismo, se modificó la percepción de los agentes del Comité de Cafeteros que, aunque sigue siendo negativa, es solo de -0,5 y su rango de cobertura de fomento en favor de las viviendas de material también se disminuyó a 5. Este es un escenario que sigue siendo

desfavorable para las viviendas de bahareque, pero con algunos factores atenuantes, lo que se traduce en unos resultados que, si bien evidencian que las viviendas de material superan el 90%, lo cual detiene el modelo, se requieren en promedio muchos más *ticks*, 590,67, para llegar al mismo resultado. En este escenario, tanto el comportamiento de las simulaciones como el tipo de gráfica son muy semejantes. La segregación de viviendas por tipología sigue sin ser muy evidente.

Figura 9. Resultado del escenario 1



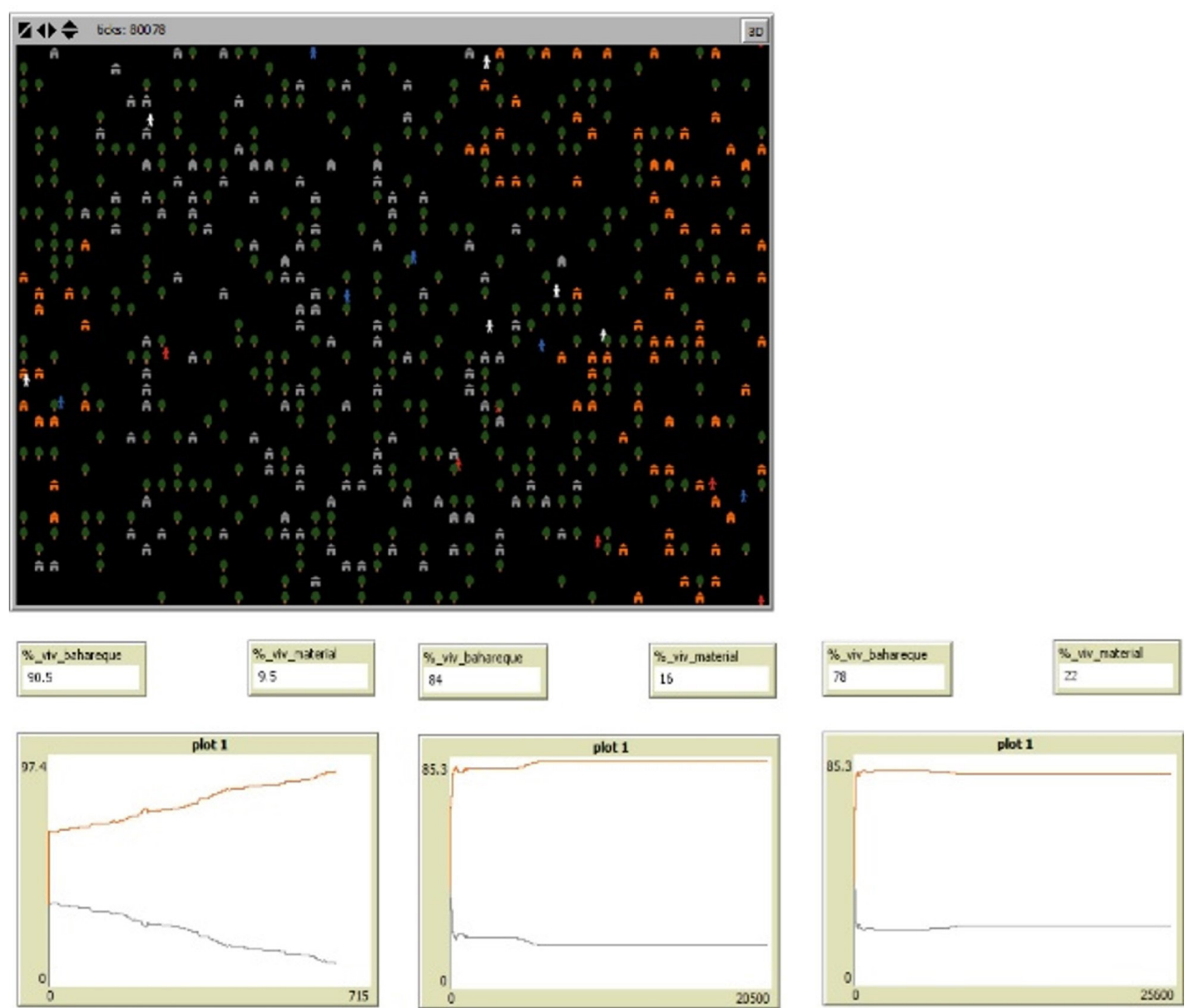
Fuente: elaboración propia (2022).

Escenario 3

Se aumentaron las viviendas a 200 unidades, el porcentaje de viviendas vernáculas se aumentó al 40%, la presencia de guaduales en el territorio se aumentó al 20%; además, se modificó la percepción de los agentes del Comité de Cafeteros a un valor neutro de 0 y su rango de cobertura se disminuyó a 1, lo que haría muy inocuo su accionar, dejando que sean las conductas de entrada asociadas a las demás variables las que determinen el comportamiento del modelo. Como era de esperarse, este escenario resultó ser el más impredecible, pues si bien en promedio las viviendas de bahareque disminuyeron al 28%, esto se dio luego de 18.814,83

ticks en promedio. Al observar los resultados de la tabla 2 se evidencia que solo dos de las seis simulaciones superaron el 90% de viviendas de material que detuvo el modelo, mientras que las otras cuatro se estabilizaron con valores diferenciados: 41%, 40,5%, 52% y 15,5%; llama la atención que en la simulación 5, las viviendas de bahareque superaron a las de material con un 52%, evidenciando que el resultado final depende en alto grado de la distribución aleatoria de los valores de entrada en las viviendas. En este escenario se presentan tipos de gráficas muy diferenciados. La segregación de viviendas se hace evidente sin importar el porcentaje de distribución por tipología (Figura 10).

Figura 10. Resultado del escenario 3



Fuente: elaboración propia (2022).

Escenario 4

Se conservaron las 200 viviendas, se aumentó el porcentaje de viviendas vernáculas al 50 % y la presencia de guaduales en el territorio al 25%; además, se modificó la percepción de los agentes del Comité de Cafeteros a un valor 0,2 en favor de las viviendas de bahareque y su rango de cobertura se aumentó a 3, lo que debería actuar en favor de las viviendas de bahareque, matizando las conductas de entrada de las demás variables del modelo. Este escenario se comportó de manera favorable para las viviendas de bahareque, como

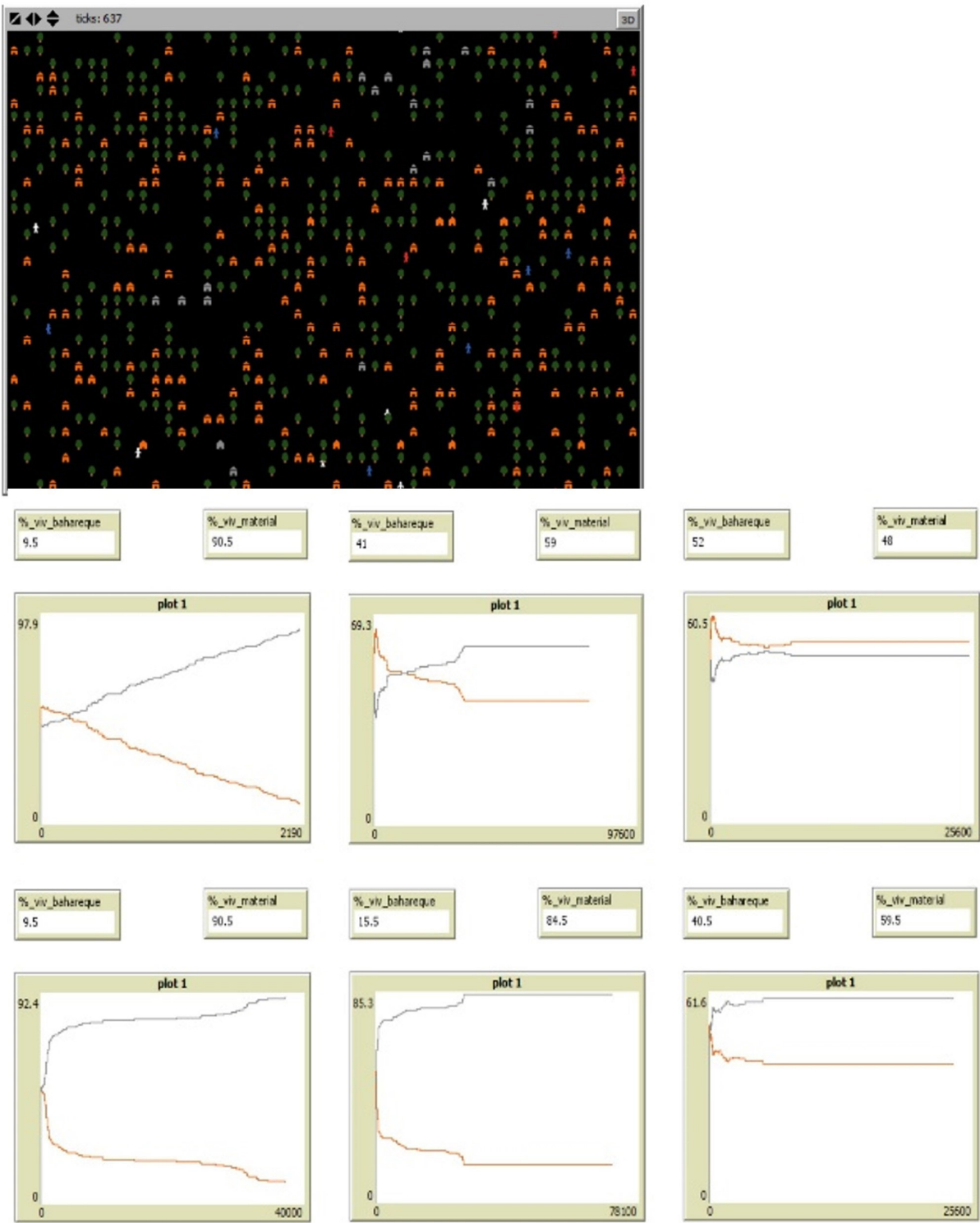
se esperaba, las cuales según se registra en la tabla 3, aumentaron a un 87,33 % en promedio, luego de un promedio 2.550 ticks. Cabe anotar que aún dos de las seis simulaciones se estabilizaron sin superar el 90 % de viviendas de bahareque, porcentaje en el que se detiene el modelo; se trató de las simulaciones números 3 y 5 con los siguientes valores, respectivamente: 78 % y 84 %. Estos resultados dieron lugar a tres tipos de gráficas (Figura 11). Allí también se aprecia cómo el aumento del número de viviendas hace más patente el comportamiento de segregación por tipología.

Tabla 3. Registro de resultados de simulación por escenario (escenarios 4 a 6)

N.º Sim.	Escenario 4			Escenario 5			Escenario 6		
	% viv_ bahareque	%_viv_ material	Ticks	% viv_ bahareque	%_viv_ material	Ticks	% viv_ bahareque	%_viv_ material	Ticks
1	90,50	9,50	637	90,67	9,33	21	92,67	7,33	1
2	90,50	9,50	199	90,67	9,33	23	91,33	8,67	1
3	78,00	22,00	8200	91,00	9,00	15	91,67	8,33	1
4	90,50	9,50	234	90,33	9,67	27	91,67	8,33	1
5	84,00	16,00	5600	90,33	9,67	72	90,33	9,67	1
6	90,50	9,50	430	90,67	9,33	26	90,33	9,67	1
Promedio	87,33	12,67	2.550,00	90,61	9,39	30,67	91,33	8,67	1,00

Fuente: elaboración propia (2022).

Figura 11. Resultado del escenario 4



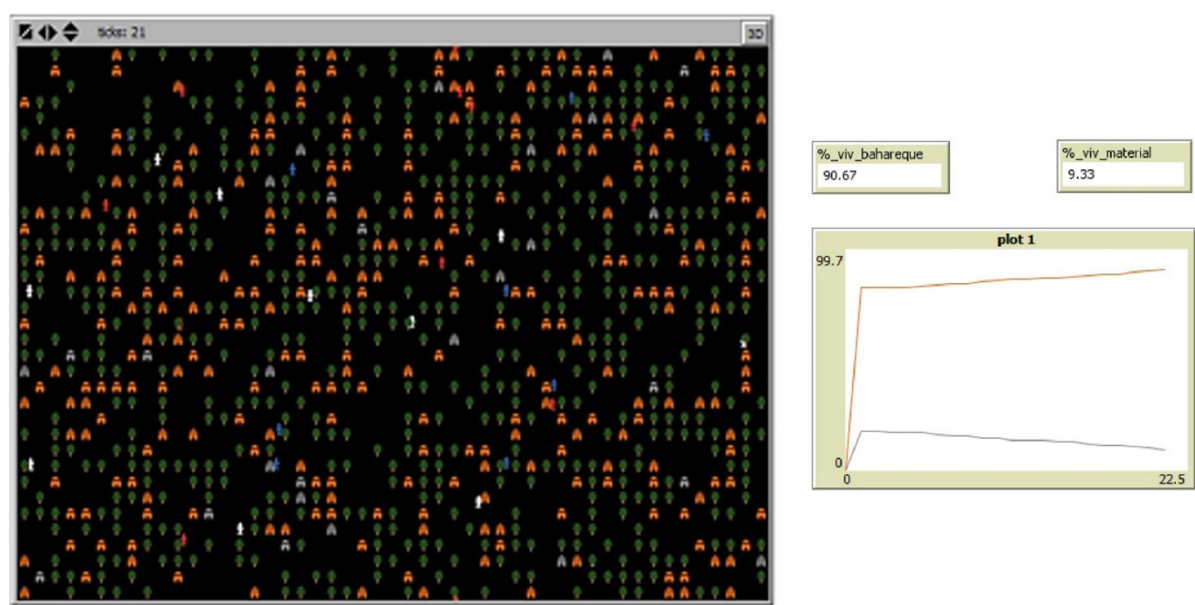
Fuente: elaboración propia (2022).

Escenario 5

Se aumentaron las viviendas a 300 unidades, el porcentaje de viviendas vernáculas se aumentó al 70%, la presencia de guaduales en el territorio se aumentó al 35%; además, se modificó la percepción de los agentes del Comité de Cafeteros a un valor 0,5 en favor de las viviendas de bahareque y su rango de cobertura se aumentó a 5, lo que hace suponer una influencia significativa del fomento en favor de las viviendas de bahareque, contrarestando en menor tiempo las conductas de entrada de las demás variables del modelo. Como era de esperarse, este escenario se

comportó de manera muy favorable para las viviendas vernáculas de bahareque, las cuales aumentaron a un 90,61% en promedio luego de un bajo promedio de 30,67 *ticks*. Como se observa en la Tabla 3, en este escenario el comportamiento de las seis simulaciones es muy semejante. Lo mismo puede decirse del tipo de gráfica, una de las cuales se registra en la Figura 12. En la figura también puede evidenciarse que, a diferencia del escenario 4, el aumento inicial del número de guaduales y de viviendas en el ambiente dificulta una lectura clara del comportamiento de segregación por tipología.

Figura 12. Resultado del escenario 5



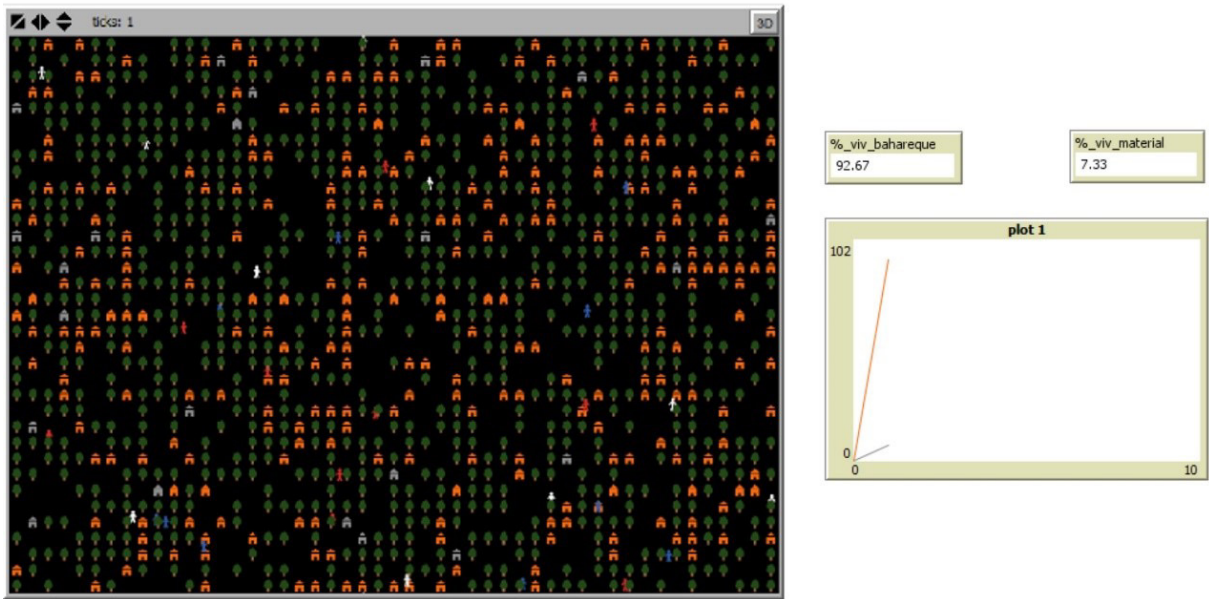
Fuente: elaboración propia (2022).

Escenario 6

Se conservaron las 300 viviendas, se aumentó el porcentaje de viviendas vernáculas al 80%, se aumentó la presencia de guaduales en el territorio al 50%; además, se modificó la percepción de los agentes del Comité de Cafeteros a un valor 1,0 en favor de las viviendas de bahareque y su rango de cobertura se aumentó a 10, valores máximos que permite el modelo, variables que en este escenario suponen tanto las condiciones como el desempeño más favorable para las viviendas de bahareque, anulando en la práctica cualquier

patrón de entrada favorable para las viviendas de material. Esto se ratifica con unos contundentes resultados de la simulación que con un solo *tick* alcanza un promedio 91,33% de viviendas de bahareque. En este escenario, tanto el comportamiento de las seis simulaciones (Tabla 3) como el tipo de gráfica son muy semejantes, por lo que en la Figura 13 se registra solo una de ellas. Es notorio también en la figura que el aumento del número de guaduales hace difícil una lectura clara del comportamiento de segregación de las viviendas por tipología.

Figura 13. Resultado del escenario 6



Fuente: elaboración propia (2022).

DISCUSIÓN

El MBA desarrollado con el *software* NetLogo 5.3.1. permitió simular una sociedad artificial en la que se ponen en juego factores determinantes en la toma de decisiones respecto a conservar y replicar las viviendas vernáculas de bahareque versus destruirlas y reemplazarlas por viviendas modernas de material, como son: 1) la percepción de las familias habitantes de la vivienda; 2) la presencia y proximidad de guaduales como componente de valor ambiental y material disponible en el entorno para la construcción, mantenimiento y restauración; 3) la influencia de los vecinos de acuerdo con sus percepciones, y 4) la influencia recurrente bien sea positiva o negativa de los agentes institucionales que actúan en el territorio.

Los diversos escenarios posibles simulados probaron la flexibilidad y efectividad del modelo para representar las complejas relaciones de negociación sociocultural que se presentan en la realidad entre los agentes, así como las interacciones entre ellos y su ambiente (Vélez Torres, 2019).

La transición del escenario 1 al 2 pone de relieve que pequeños ajustes en la simulación, como pasar de la ausencia a una baja presencia de guaduales en el entorno y matizar la percepción negativa de los agentes del Comité

de Cafeteros sobre las viviendas vernáculas de bahareque, puede retardar significativamente en el tiempo la desaparición de las viviendas patrimoniales.

Los resultados variados de los escenarios 3 y 4 permitieron evidenciar que, a pesar de la posibilidad de controlar las conductas de entrada de múltiples variables del modelo en favor de las viviendas vernáculas, la aleatoriedad de los valores de entrada de las viviendas, a semejanza de la realidad, le confiere cierto grado deseable de indeterminación al modelo.

En lo que respecta a la distribución espacial con patrones de segregación residencial por tipología de vivienda (Carvalho Cantergiani y Gómez Delgado, 2011; Grauwin et al., 2012; Schelling, 1971), el modelo evidenció que es imperceptible en escenarios de baja densidad (Figura 9) y que llega a ser muy evidente al aumentar la misma (Figuras 10 y 11). Este comportamiento de incidencia de la proximidad entre viviendas hace pensar en el potencial que tiene la vecindad como factor determinante para “propagar” una percepción positiva sobre el valor de la arquitectura vernácula en el marco de la implementación de políticas públicas de vivienda (Franco et al., 2006; Monroy Varela et al., 2017).

CONCLUSIONES

El modelo permitió representar adecuadamente las percepciones de los agentes vinculados a la vivienda rural cafetera, tanto de los habitantes como de los agentes institucionales, que reflejan las cosmovisiones o marcos tecnológicos en favor y en contra del valor de la ARB de guadua en el PCCC. Asimismo, el modelo permitió simular patrones de comportamiento relevantes de los heterogéneos agentes autónomos, así como sus interacciones y su incidencia en la conservación o desaparición de las viviendas vernáculas (Vélez Torres, 2019), lo cual constituye una información valiosa en la formulación y gestión de las políticas públicas.

Respecto a la influencia recurrente de los agentes institucionales que actúan en el territorio, son destacables las implicaciones que tuvieron en el modelo la transformación de la percepción de los agentes extensionistas de la FNC en los

seis escenarios, pasando gradualmente de una influencia en favor de las viviendas de material a una influencia en favor de las viviendas de bahareque. Estos agentes juegan un rol determinante en las percepciones en favor y en contra del valor de la ARB debido a su frecuente contacto con la población. Este hecho hace pensar en que, para implementar una política pública efectiva de conservación y construcción de Vivienda de Interés Cultural (VIC) en el PCCC, debe formularse integralmente un programa de fomento, propagación y apropiación social de los valores del patrimonio vernáculo que involucre prioritariamente a los extensionistas de la FNC quienes, con la debida orientación y capacitación, pueden contribuir en alto grado a mejorar la percepción y aceptación de los campesinos en el territorio e inclinar la balanza en favor de la protección, la persistencia y la resiliencia de la arquitectura vernácula de bahareque en el PCCC.

CONTRIBUCIONES Y AGRADECIMIENTOS

El presente artículo hace parte de los resultados de investigación del proyecto de tesis doctoral en Ciencias Ambientales de la Facultad de Ciencias Ambientales de la Universidad Tecnológica de Pereira titulado *Resiliencia y sustentabilidad de la Arquitectura Vernácula: El caso de la Arquitectura Regional de Bahareque de Guadua en el Paisaje Cultural Cafetero de Colombia*, de la cual los autores de este trabajo fueron autor y director.

Carlos Eduardo Rincón-González: Concepción y diseño del artículo, modelación software MBA; adquisición, análisis e interpretación de los datos, y redacción del artículo.

Jorge Augusto Montoya-Arango: Revisión crítica del artículo para contenido intelectual

relevante y aprobación final de la versión para publicar.

Agradecemos a MinCiencias (Convocatoria 647 de 2014 Colciencias) y a la Vicerrectoría de Investigaciones, Innovación y Extensión de la Universidad Tecnológica de Pereira (UTP) (Subvención número E2-18-1), quienes brindaron apoyo económico a la tesis doctoral de la cual se deriva este artículo. Adicionalmente, expresamos nuestros agradecimientos al profesor PhD. Rafael Ricardo Rentería Ramos, por sus aportes y orientación en el marco de la electiva *Análisis de sistemas medioambientales desde la teoría de los sistemas complejos adaptativos* y al PhD. Juan David Céspedes Restrepo, por sus aportes en la calibración del modelo con el software NetLogo.

REFERENCIAS

- Aguilera Ontiveros, A., y Posada Calvo, M. (2018). *Introducción al modelado basado en agentes: Una aproximación desde Netlogo* (Primera edición). El Colegio de San Luis. <https://colsan.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1013/792>
- Aibar, E., y Quintanilla, M. Á. (2002). *Cultura Tecnológica. Estudios de Ciencia Tecnología y Sociedad* (1st ed.). I.C.E. Universitat Barcelona. Horsori Editorial. <http://diposit.ub.edu/dspace/handle/2445/134763>
- Audefroy, J. F. (2021). ICOMOS, Patrimonio en riesgo (2020), Informe mundial 2016-2019 sobre monumentos y sitios en peligro. Reporte técnico. Hendrik Bäbller verlag. *Gremium*, 9(17), 69-72. <https://scispace.com/papers/icomos-heritage-at-risk-2020-world-report-2016-2019-on-law3vc0m>
- Azevedo Leite, B. (2016). *La arquitectura vernácula como propuesta a la construcción ambientalmente responsable*. Universitat Politècnica de Catalunya, UPC Barcelona Tech. <https://upcomons.upc.edu/handle/2117/116709>

- Bäblier Verlag, H. (2020). *Heritage at risk world report 2016-2019 on monuments and sites in danger*. <https://openarchive.icomos.org/id/eprint/2430>
- Bijker, W., Hughes, T. P., y Pinch, T. (Eds.). (2012). *The social construction of technological systems, new directions in the sociology and history of technology*. MIT Press shape. <https://mitpress.mit.edu/9780262300872/the-social-construction-of-technological-systems/>
- Carvalho Cantergiani, C. de, y Gómez Delgado, M. (2011). Modelos basados en agentes aplicados a estudios urbanos: una aproximación teórica. *Serie Geográfica*, (17), 29-43. <http://hdl.handle.net/10017/14343>
- Castillo-Villanueva, L., y Velázquez-Torres, D. (2015). Sistemas complejos adaptativos, sistemas socioecológicos y resiliencia. *Quivera Revista de Estudios Territoriales*, 17(2), 11-32. <https://quivera.uaemex.mx/article/view/9811>
- Checkland, P. (1988). Soft systems methodology. An overview. *Journal of Applied Systems Analysis*, 15, 27-30. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-1-4757-9883-8_35
- Checkland, P., y Poulter, J. (2010). Soft systems methodology. En *Systems approaches to managing change: A practical guide* (pp. 191-242). Springer Londres. https://doi.org/10.1007/978-1-84882-809-4_5
- Correia, M., Dipasquale, L., y Mecca, S. (2014). *Versus heritage for tomorrow. vernacular knowledge for sustainable architecture*. Firenze University Press. <http://digital.casalini.it/9788866557425>
- Departamento Nacional de Planeación. (2016). *Documento Guía del módulo de capacitación virtual en Teoría de Proyectos* (vol. 1). <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/MGA/Manual%20Conceptual/20.06.2016%20Documento%20Base%20Modulo%20Teoria%20de%20Proyectos.pdf>
- Epstein, J. M. (2006). *Generative social science: Studies in agent-based computational modeling* (S. A. Levin y S. H. Strogatz, Eds.). Princeton University Press. <http://www.cs.unibo.it/babaoglu/courses/cas/papers/Epstein%20-%202006%20-%20Generative%20Social%20Science%20Studies%20in%20Agent-Based%20Computational%20Modeling.pdf>
- Escobar, A. (2007). *La invención del tercer mundo: construcción y deconstrucción del desarrollo*. <https://programamandela.aupex.org/wp-content/uploads/2024/01/ESCOBAR-La-invencion-del-Tercer-Mundo.pdf>
- Folke, C., Carpenter, S., Elmqvist, T., Gunderson, L., Holling, C. S., y Walker, B. (2002). Resilience and sustainable development: Building adaptive capacity in a world of transformations. *AMBIO: A Journal of the Human Environment*, 31(5), 437-440. <https://doi.org/10.1579/0044-7447-31.5.437>
- Franco, R., Lanzaro, J., Fernando, G. A., Carlos, B., Solano, B., Córdoba, R., Golbert, L., Lahera, E., Edellin Torres, P. M., Muñoz, P., Pacheco, C., Epetto, F. R., Sojo, C., y Surel, Y. (2006). *Política y políticas públicas en los procesos de reforma de América Latina* (R. Franco y J. Lanzaro, Eds.). Miño y Dávila. <https://repositorio.cepal.org/entities/publication/e44b382a-0ae0-4e39-94d6-89db7b5c0b7c>
- Fundación Lonxanet, y European Union. (2019). *E 8.1.1- Mapa de actores Proyecto "Impulsando la gestión concertada y sostenible de la anguila en el área SUDOE (España, Francia y Portugal)*. https://sудоang.eu/wp-content/uploads/2019/06/20190530_SUDOANG_StakeholderMap_Report_ES.pdf
- Grauwin, S., Goffette-Nagot, F., y Jensen, P. (2012). Dynamic models of residential segregation: An analytical solution. *Journal of Public Economics*, 96(1-2), 124-141. <https://doi.org/10.1016/j.jpubeco.2011.08.011>
- Holling, C. S. (2001). Understanding the complexity of economic, ecological, and social systems. *Ecosystems*, 4(5), 390-405. <https://doi.org/10.1007/s10021-001-0101-5>
- ICOMOS, y UNESCO. (1999). *Carta del Patrimonio Vernáculo Construido*. <https://legislacion2020.wordpress.com/wp-content/uploads/2020/05/peral-le0b882pez-andrea-mare0b881a-doc-2.pdf>
- Maio, R., Martin, E., Sojkowski, J., y Ferreira, T. M. (2017). Namibia's vernacular architecture: insights towards the sustainable development of local communities. *Ge-Conservación*, 11, 63-70. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6053523.pdf>

- Ministerio de Cultura (MinCultura). (2005). *Manual para inventarios de bienes culturales inmuebles*. <https://www.nunchia-casanare.gov.co/MiMunicipio/Documentos%20Patrimonio/Manual%20inventario%20Bienes%20Muebles.pdf>
- Ministerio de Cultura (MinCultura), y Federación Nacional de Cafeteros (FNC). (2014). *Guía para la incorporación del Paisaje Cultural Cafetero en la revisión y ajuste de los planes de ordenamiento territorial (POT, PBOT, EOT)*. https://www.researchgate.net/publication/272680714_Guia_para_la_incorporacion_del_Paisaje_Cultural_Cafetero_en_la_revision_y_ajuste_de_los_Planes_de_Ordenamiento_Territorial_POT_-_PBOT_-_EOT_SEGUNDA_EDICION
- Monroy Varela, S. E., Díaz Morales, H., Cano Numpaque, J. S., Parada, J. S., y Quintero Quintero, I. A. (2017). *Modelo de propagación y apropiación de una innovación social*. https://www.researchgate.net/publication/328049484_Modelo_de_propagacion_y_apropiacion_de_una_innovacion_social
- Muñoz Robledo, J. F. (2010). *Tipificación de los sistemas constructivos de “bahareque” en el Paisaje Cultural Cafetero de Colombia*. Universidad Nacional de Colombia sede Manizales. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/64733/9789588280400.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Muñoz Robledo, J. F. (2015). *Tecnoculturas de las arquitecturas de baja altura en el Municipio de Manizales - Colombia*. Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/62936>
- Muñoz Robledo, J. F., Paradiso, M., y Dal Savio, M. (2020). El “estilo temblorero” y el “bahareque” en la formación universitaria: Arquitecturas patrimoniales con tierra en el Paisaje Cultural Cafetero de Colombia. *Construcción Con Tierra*, 1(7), 103-104. <https://publicacionescientificas.fadu.uba.ar/index.php/construccioncontierra/article/view/996>
- Neila-González, J. (2004). *Arquitectura bioclimática en un entorno sostenible*. Munilla-Leria. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=97731>
- Osorio Velásquez, J. E. (2016). *El patio y el corredor de las casas de bahareque: espacios de la experiencia humana en el Paisaje Cultural Cafetero de Colombia* [Tesis doctoral, Universidad Pablo de Olavide]. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=73787>
- Osorio Velásquez, J. E., y Acevedo Tarazona, Á. (2008). *Paisaje Cultural Cafetero. Risaralda. Colombia*. Universidad Católica Popular de Risaralda. <https://catalogobiblioteca.puce.edu.ec/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=34340>
- Ossa Ossa, C. A. (2016). *Teoría general de sistemas: conceptos y aplicaciones*. Universidad Tecnológica de Pereira. <https://doi.org/10.22517/9789587222289>
- Pereda, M., y Zamarreño, J. M. (2015). Modelado Basado en Agentes: un enfoque desde la Ingeniería de Sistemas. *RIAI - Revista Iberoamericana de Automática e Informática Industrial*, 12(3), 304-312. <https://doi.org/10.1016/j.riai.2015.02.007>
- Raskin, P. D. (2006). *World lines pathways, pivots, and the global future GTI paper series GTI paper series frontiers of a great transition*. https://greattransition.org/archives/papers/World_Lines.pdf
- Rincón González, C. E. (2006). La vivienda: Un sistema técnico sustentable. *Revista de Arquitectura El Cable*, 5, 71-82. https://scholar.google.com.sg/citations?view_op=view_citation&hl=th&user=-Dz4OaAUAAAAJ&citation_for_view=Dz4OaAUAAAAJ:qjMakFHDy7sC
- Rincón González, C. E. (2023). *Resiliencia y sustentabilidad de la Arquitectura Vernácula: El caso de la Arquitectura Regional de Bahareque de Guadua en el Paisaje Cultural Cafetero de Colombia* [Tesis doctoral]. Universidad Tecnológica de Pereira.
- Rincón González, C. E., y Montoya Arango, J. A. (2016). Estado del arte de la sustentabilidad de la Arquitectura Regional de Bahareque de Guadua en el Eje Cafetero de Colombia. En S. Delvasto (Ed.), *Sustainable materials for a living world: proceedings of the 6th Amazon & Pacific Green Materials Congress and Sustainable Construction Materials LAT-RILEM Conference* (pp. 88-105). Track Comunicación. https://www.researchgate.net/publication/303971274_Estado_del_arte_de_la_sustentabilidad_de_la_Arquitectura_Regional_de_Bahareque_de_Guadua_en_el_Eje_Cafetero_de_Colombia

- Rincón González, C. E., Osorio Velásquez, J. E., y Céspedes Restrepo, J. D. (2019). *Taller con actores territoriales para la posterior formulación de la Política pública sobre Vivienda de Interés Cultural en el PCCC. Informe final*.
- Rincón González, C. E., Osorio Velásquez, J. E., Sánchez, T., Ching, S., y Vargas, D. C. (2015). *Modelos de vivienda rural sustentable para el Paisaje Cultural Cafetero en los municipios de la subregión I de Risaralda: Pereira, Dosquebradas, Marsella y Santa Rosa. Informe final*.
- Rincón González, C. E., y Galindo Díaz, J. (2010). *Los sistemas de transporte masivo en el hábitat metropolitano: el caso Megabús en el Centro occidente colombiano*. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/8255>
- Rudofsky, B. (1987). *Architecture without architects: A short introduction to non-pedigreed architecture*. University of New Mexico Press. https://books.google.com.co/books?id=F_khGKj2sKwC
- Salas-Zapata, W. A., Ríos-Osorio, L. A., y Álvarez-Del Castillo, J. (2011). Bases conceptuales para una clasificación de los sistemas socioecológicos de la investigación en sostenibilidad. *Revista Lasallista de Investigación*, 8(2), 136-142. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=69522607015>
- Salas-Zapata, W. A., Ríos-Osorio, L. A., y Castillo, J. Á.-D. (2012). Marco conceptual para entender la sustentabilidad de los sistemas socioecológicos. *Ecología Austral*, 22(1), 74-79. https://ojs.ecologiaaustral.com.ar/index.php/Ecologia_Austral/article/view/1267
- Schelling, T. C. (1971). Dynamic models of segregation. *The Journal of Mathematical Sociology*, 1(2), 143-186. <https://doi.org/10.1080/0022250X.1971.9989794>
- Tillería González, J. (2006). La arquitectura sin arquitectos, algunas reflexiones sobre la arquitectura vernácula. *AUS*, 8, 12-15. <https://doi.org/10.4206/aus.2010.n8-04>
- Van Der Ploeg, J. D., Renting, H., Brunori, G., Knickel, K., Mannion, J., Marsden, T., De Roest, K., Sevilla-Guzmán, E., y Ventura, F. (2000). Rural development: From practices and policies towards theory. *Sociologia Ruralis*, 40(4), 391-408. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/1467-9523.00156>
- Vélez Torres, Á. (2019). Modelación y simulación basada en agentes en ciencias sociales: una aproximación al estado del arte. *Polis (Santiago)*, 18(53). <https://polis.ulagos.cl/index.php/polis/article/view/449>
- Walker, B. H., Anderies, J. M., Kinzig, A. P., y Ryan, P. (2006). Exploring resilience in social-ecological systems through comparative studies and theory development: Introduction to the special issue. *Ecology and Society*, 11(1), 1-6. <https://doi.org/10.5751/ES-01573-110112>

Confort asociado al teletrabajo en viviendas del IPV y Procrear: clima templado cálido

Comfort Associated with Teleworking in IPV and Procrear Housing: Warm Temperate Climate

Enviado: diciembre 18 / 2023 • Evaluado: marzo 19 / 2024 • Aceptado: diciembre 09 / 2024

CÓMO CITAR

Alamino-Naranjo, Y. y Michaux, M. C. (2025). Confort asociado al teletrabajo en viviendas del IPV y Procrear: clima templado cálido. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 27(2), 39-54. <http://doi.org/10.14718/RevArq.2025.27.5722>

Yésica Alamino-Naranjo*

Universidad Nacional de San Juan (Argentina)
<https://ror.org/02rsnav77>

María Célina Michaux**

Universidad Nacional de San Juan (Argentina)
<https://ror.org/02rsnav77>

RESUMEN

La pandemia de COVID-19 y las medidas de confinamiento aplicadas a escala global transformaron la dinámica de los hogares, consolidando el teletrabajo como una tendencia creciente en la era pospandémica. Este cambio invita a reflexionar: ¿Cómo se adaptan nuestras viviendas a los desafíos del teletrabajo? En este contexto, esta investigación tiene como propósito evaluar el grado de satisfacción de los residentes de viviendas sociales en relación con la integración de actividades de teletrabajo en entornos de clima templado cálido. Para ello, se analizaron seis casos de estudio y se hicieron encuestas sobre la sensación y percepción de confort en las viviendas. Los resultados evidencian que estas viviendas no ofrecen un nivel adecuado de confort durante las jornadas de teletrabajo, destacándose problemas como malestar visual, baja adaptabilidad e incomodidad espacial. A partir de estos hallazgos se plantean reflexiones críticas sobre las características arquitectónicas y espaciales necesarias para garantizar el confort en viviendas sociales en contextos de teletrabajo. Entre las cuestiones destacadas, se sugiere explorar en futuros estudios el impacto de superficies de ventilación mínimas, la disposición de viviendas con muros no medianeros y el diseño que fomente el contacto con el entorno natural, como elementos clave para mejorar la habitabilidad. Estas reflexiones buscan abrir nuevas líneas de investigación que contribuyan al desarrollo de políticas habitacionales más ajustadas a los desafíos contemporáneos.

Palabras clave

bienestar; comodidad; estudio empírico; rendimiento; trabajo remoto

ABSTRACT

The COVID-19 pandemic and the associated global lockdown measures reshaped household dynamics, establishing telework as a growing trend in the post-pandemic era. This shift prompts reflection: How well do our homes adapt to the challenges of teleworking? In this context, the purpose of this research is to assess the level of satisfaction among residents of social housing in relation to the integration of telework activities in warm temperate climate environments. For this purpose, six case studies were analyzed, and surveys were conducted to evaluate residents' sensation and perception of comfort within their homes. The findings reveal that these housing units do not provide adequate comfort levels during telework hours, highlighting issues such as visual discomfort, limited adaptability, and spatial inadequacy. Based on these results, the study offers critical reflections on the architectural and spatial features necessary to ensure comfort in social housing under telework conditions. Key issues for future exploration include the impact of minimum ventilation areas, the layout of detached-wall dwellings, and designs that promote connection with the natural environment, as essential elements for improving habitability. These insights aim to inform new lines of research that contribute to the development of housing policies better aligned with contemporary challenges.

Keywords

comfort; empirical study; performance; remote work; well-being

- ✱ Arquitecta de la Universidad Nacional de San Juan (Argentina)
Doctora en Arquitectura de la Universidad Nacional de San Juan (Argentina)
Filiación Institucional Universidad Nacional de San Juan, Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño (Argentina)
🔗 https://scholar.google.es/citations?hl=es&user=yA_p2tsAAAAJ
🆔 <https://orcid.org/0000-0002-2325-2206>
✉ y.alaminonaranjo@conicet.gov.ar / alaminoyesica@gmail.com
- ✱✱ Arquitecta de la Universidad Nacional de San Juan (Argentina)
Filiación Institucional Universidad Nacional de San Juan, Facultad de Arquitectura Urbanismo y Diseño (Argentina)
🔗 https://scholar.google.es/citations?view_op=list_works&hl=es&hl=es&user=9Cweu7cAAAAJ&sortby=pubdate
🆔 <https://orcid.org/0000-0003-0347-6402>
✉ celinamichaux@fau.unsj.edu.ar / celinamichaux@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Desde la década de 1970, el concepto de teletrabajo (TT) ha evolucionado impulsado por los avances tecnológicos que transformaron la manera de trabajar (de Sousa Figueira et al., 2023; Letourneux y Schütz, 2022; Sturesson, 2002). Sin embargo, la pandemia, producto del COVID-19, aceleró su adopción como una solución para garantizar la continuidad del trabajo y la salud de los empleados (International Labour Organization, 2020).

El confinamiento en Latinoamérica, especialmente en Argentina, tuvo un gran impacto, promovió el trabajo remoto (TT) como una necesidad, pero también generó consecuencias psicológicas significativas en la población (Meo y Dabenigno, 2021). Los sectores de bajos recursos fueron los más afectados, lo que agravó las desigualdades preexistentes y amplió las brechas en la distribución de la riqueza (Genoud et al., 2023).

En este contexto, el TT se consolidó como herramienta clave para enfrentar dinámicas laborales, lo que ha influido en cómo los hogares se adaptan a esta modalidad. Esto ha generado interrogantes en torno a la calidad ambiental interior, el confort y la ergonomía de los espacios de trabajo. Es necesario comprender qué buscan los teletrabajadores en sus entornos domésticos y evaluar en qué medida sus necesidades y expectativas están siendo satisfechas.

En Argentina, el TT fue regulado en el 2021 mediante la Ley 27.555 (Elizondo, 2023), mientras que en Colombia en el 2008 con la Ley 1221 (Uribe Olaya y Evan López, 2021). Estas normativas reflejan el impacto del TT en los escenarios laborales y su potencial para generar empleo de calidad.

Antes de la pandemia, las zonas dedicadas al teletrabajo en las viviendas no habían sido estudiadas (Cuerdo-Vilches et al., 2021a). El confinamiento promovió investigaciones internacionales; sin embargo, en Argentina no se encuentran estudios que aborden el espacio de trabajo en el hogar, desde un enfoque perceptual. Esto incluye el análisis de diversos elementos que afectan la percepción, tales como condiciones ambientales, distribución del espacio, ergonomía, funcionalidad y recursos disponibles, los cuales influyen directamente en la valoración y calidad del entorno laboral en casa. Por tanto, resulta relevante explorar cómo se perciben y utilizan las viviendas sociales¹ (VS) en el contexto del TT, analizando casos concretos en regiones como San Juan, Argentina, donde las viviendas

podrían no estar diseñadas para adaptarse plenamente a las actividades laborales en casa.

El presente estudio pretende reflexionar sobre cómo las VS se adaptan (o no) a las nuevas dinámicas laborales, contribuyendo así a futuras investigaciones que aborden de manera integral las necesidades emergentes. Se espera que los resultados abran el debate sobre la calidad de vida en el hábitat popular y su relación con las transformaciones en los modos de trabajo.

Antecedentes

A escala local, no se encuentran estudios que aborden específicamente el TT y la percepción de quienes habitan las viviendas. No obstante, se sabe que las VS en Argentina presentan diferentes problemáticas que afectan el confort interior y la eficiencia energética. Algunas investigaciones señalan deficiencias en las normativas aplicadas al diseño de viviendas, entre ellas, las normativas IRAM, que establecen lineamientos no obligatorios, lo que genera incumplimientos en el diseño habitacional (Sáez et al., 2023).

Desde la perspectiva térmica, existe evidencia de que las VS en clima templado-cálido, dependen del uso de sistemas de climatización, siendo las estrategias pasivas casi nulas en la obtención del confort interior. Tal situación lleva al consumo excesivo de energía para alcanzar la comodidad térmica (Arrieta, 2020; Mercado et al., 2010). Sin embargo, en muchos casos no se llega a satisfacer la expectativa térmica de los habitantes (Mercado et al., 2010).

En esta misma línea, estudios llevados a cabo en regiones frías de Argentina, como Tierra del Fuego, muestran que las VS también presentan baja calidad térmica, que no cumplen los estándares reglamentarios mínimos (Díaz y Czajkowski, 2004).

En el ámbito internacional, hay estudios que destacan la necesidad de disponer de un espacio exclusivo para teletrabajar; sin embargo, esto se asocia a sectores altos económicamente (Cuerdo-Vilches et al., 2021b). Además, se destaca que las buenas condiciones térmicas van de la mano con mejoras en el rendimiento laboral de las personas (Ongkowiyo et al., 2024).

Sobre esto, Acosta et al. (2023) destacan la luz natural como parámetro central para mejorar el rendimiento en TT. Mientras que Doi (2023) sugiere que, para incrementar la autonomía laboral del trabajo desde casa, el diseño archi-

¹ En el contexto de este artículo, se emplea la sigla VS para referirse a las viviendas sociales, independientemente de la denominación específica utilizada en cada país, como VIS en Colombia.

tectónico debe potenciar la disminución de interrupciones.

Los avances en el estudio de confort dirigidos al entorno de oficinas entregan una visión del panorama actual y permiten pensar en las bases para investigaciones en otros contextos como el residencial y su vínculo con el TT. Desde el enfoque lumínico existe coincidencia en la importancia de incorporar luz natural contemplando elementos de control solar, como parasoles, que equilibren la entrada de luz y la transferencia de calor. Algunas investigaciones en edificios de oficinas en climas cálidos destacan que el uso de elementos de sombreado externo son esenciales para optimizar el confort visual y térmico (Nazari et al., 2023). A esto se le suma la importancia de que los paños de vidrios en las ventanas deben tener propiedades que minimicen el exceso de sol mientras permiten el ingreso suficiente de luz. Además de lograrlo con la incorporación de parasoles, se puede mejorar mediante la implementación de vidrios con filtro que bloqueen el calor o el deslumbramiento para posibilitar una distribución uniforme y cómoda de la luz natural (Mohammad et al., 2022).

En este sentido, el confort lumínico se favorece cuando existen un mínimo de 300 lux en el espacio de trabajo como referencia para un confort óptimo (Pasau et al., 2024). Sin embargo, dado que los niveles de iluminación varían a lo largo del día, es fundamental incorporar elementos que ajusten los niveles dinámicamente.

Es un hecho que maximizar el uso de la iluminación natural, además de influir beneficiosamente en los usuarios, promueve el uso eficiente de la energía (Wu y Kim, 2020; Karaman y Avci, 2022). Así mismo, a los beneficios del uso de la iluminación natural se suman las visuales al exterior como una variable extra que contribuye al bienestar en las personas (Thayanithy y Perera, 2023; Kojima et al., 2023).

Algunos estudios evaluaron la calidad de las vistas con base en factores como el ancho de las ventanas, la distancia exterior y la cantidad de capas visibles (Koga et al., 2023). Los resultados indicaron que las ventanas aportan a los habitantes información ambiental exterior, lo que mejora la experiencia general de las personas que trabajan en espacios cerrados y, por lo tanto, favorece su salud mental y emocional.

El ruido es otra variable que se aborda, pues se trata de uno de los principales factores ambientales que ejercen insatisfacción en los trabajadores durante tareas de concentración (Naranjo y Kuchen, 2021). En investigaciones se han explorado los efectos de diferentes fuentes de ruido, como el ruido del exterior, de equipo de oficina y del habla humana. Algunos resul-

tados sugieren que el ruido del transporte proveniente del exterior influye significativamente en el rendimiento de los usuarios de oficina (Park et al., 2023), mientras que estudios realizados en oficinas de planta abierta identificaron al habla humana como la fuente de ruido que más distrae (De Salvio et al., 2021; Felipe Contin de Oliveira et al., 2023; Kamińska et al., 2023).

Si se analiza la variable ruido en el contexto del TT en vivienda, los sonidos provenientes del habla humana adquieren relevancia. Esto se debe a que, en este entorno, es común compartir espacios con integrantes de la familia, lo que puede asemejarse a una oficina de tipo abierto.

Para mitigar estos impactos se sugieren intervenciones como superficies que absorban el sonido, zonas designadas para diferentes tareas y el uso de auriculares (Felipe Contin de Oliveira et al., 2023).

Estos avances evidencian que los factores acústicos, especialmente aquellos relacionados con el habla de personas cercanas, tienen un impacto considerable en la eficiencia del trabajo mental en entornos laborales. Por consiguiente, es razonable extrapolar estos resultados al contexto del TT en viviendas, donde la convivencia diaria puede ampliar este efecto, afectando tanto la productividad como el bienestar de los habitantes.

Desde la óptica de la ventilación y el confort térmico, estas variables influyen significativamente en el bienestar de los trabajadores de oficina al crear entornos que mejoran la satisfacción y la productividad (Felgueiras et al., 2023; Fissore et al., 2023; Yang et al., 2024). Puntualmente, tener control de estas variables mejora el nivel de confort del usuario.

Hay investigaciones que muestran que los trabajadores de oficinas que no tienen control sobre la temperatura y ventilación experimentan malestar y síntomas negativos como dolores de cabeza y sequedad ocular (Wegertseder-Martínez, 2023). Es decir, que el modelo adaptativo de confort térmico debe ser incorporado al ámbito del TT, ya que puede aumentar la satisfacción y la productividad de los ocupantes (Yang et al., 2024).

Estos antecedentes permiten referenciar un marco de estudios relevantes que puede ser extrapolado al diseño de viviendas destinadas al TT. Pensar estas estrategias en el ámbito de la vivienda no solo contribuye al confort durante las tareas laborales, sino que también mejora el bienestar de los habitantes en sus hogares.

Este trabajo busca ser un primer paso para explorar los contextos residenciales locales, abriendo nuevas oportunidades para crear espacios confortables, saludables y sostenibles en el ámbito del TT.

METODOLOGÍA

La metodología se fundamenta en un enfoque sistemático para la recolección de datos a través de encuestas denominada “Percepción sobre la vivienda y el teletrabajo: una encuesta de satisfacción”. Se abordan la satisfacción del usuario, la percepción del entorno y el rendimiento autorreportado (Naranjo y Kuchen, 2021). Estas encuestas se aplicaron utilizando medios electrónicos, lo que facilitó la obtención de información de manera rápida y conveniente (Ramos Sanz, 2021). El método se caracteriza por ser descriptivo-exploratorio, empleando un muestreo no probabilístico mediante la distribución de un cuestionario estructurado en tres secciones: la primera aborda datos demográficos como edad, género y grupo de convivientes. La segunda sección se enfoca en las características de la vivienda, mientras que la tercera indaga sobre la percepción, sensación y preferencias relacionadas con aspectos físicos y ambientales del hogar.

La encuesta, de tipo estructurado, se desarrolla en formularios de Google Forms (da Silva Mota, 2019), de libre disponibilidad y distribución. Su difusión se lleva a cabo en línea, usando canales públicos de llegada, mediante volantes, folletos, afiches y pósteres expuestos en espacios públicos. Los mismos se acompañan de un código QR a la encuesta.

La encuesta es distribuida en un periodo pospandémico, durante la estación estival (de enero a abril) del 2022. Se considera que, luego del confinamiento, la comunidad comienza a analizar su relación con la vivienda en detalle, es decir, que el habitante posee mayor conciencia y atención sobre su relación con el entorno residencial a partir de la experiencia ya vivida (Powell, 2010).

Previo al análisis de los datos, se filtran las respuestas de aquellos encuestados que habitan en las viviendas correspondientes a los dos programas habitacionales tomados como casos de estudio, Instituto Provincial de la Vivienda (IPV) y Procrear. Estos dos programas se eligieron por conformar las políticas habitacionales actuales desarrolladas por el Estado argentino en la ciudad de San Juan (Unidad de Innovación y Desarrollo Educativo, 2020). Posteriormente, para la recopilación, almacenamiento, lectura y procesamiento de datos se utilizó el programa Excel. Esta instancia posibilitó interpretar mediante diagramas los aspectos de la vivienda que intervienen en la satisfacción, confort, preferencia y rendimiento autorreportado de los habitantes, lo que permite desarrollar conocimiento sobre el estado de la cuestión.

Para el análisis, los datos se dividen en Grupo 1 (G1), conformado por las personas que habitan viviendas del programa IPV, y Grupo 2

(G2), compuesto por las personas que habitan viviendas del programa Procrear, ya que se considera que, a partir de la comparación, es posible obtener información sustanciosa respecto a posibles aportes a las nuevas políticas habitacionales. En sumatoria, se realiza una identificación descriptiva de los prototipos por estudiar, con el fin de determinar las características de su espacialidad, y posteriormente tomarlos como base para analizar las respuestas obtenidas en la encuesta.

Caracterización geográfica y climática

El estudio se lleva a cabo en la ciudad de San Juan, Argentina, ubicada a 630 m s. n. m., latitud 31,6° Sur y longitud 68,5° Oeste. El clima es caracterizado según la Norma IRAM 11.603 (2012) como zona climática de clima templado-cálido, con grandes variaciones de temperatura diarias y anuales, transparencia atmosférica y baja humedad. Además, se caracteriza por su recurso solar abundante con niveles de radiación solar promedio entre octubre y marzo de 7,33 kWh/m² y entre abril y septiembre de 3,95 kWh/m² (Bianchi y Cravero, 2010). En 2022 la población era de 818.234 habitantes (Instituto Nacional de Estadísticas y Censos, 2022), de los cuales el 60% está concentrada en la estructura urbana denominada Gran San Juan.

Viviendas IPV-G1

Las políticas habitacionales desarrolladas por el IPV buscan garantizar el acceso a una casa digna y adecuada para la población, especialmente en aquellos sectores que se encuentran en situación de vulnerabilidad. Esto se lleva a cabo mediante la construcción de viviendas sociales, urbanizaciones y equipamientos comunitarios. Los distintos prototipos de viviendas presentan pequeñas variaciones dependiendo del año de construcción (Michaux et al., 2021).

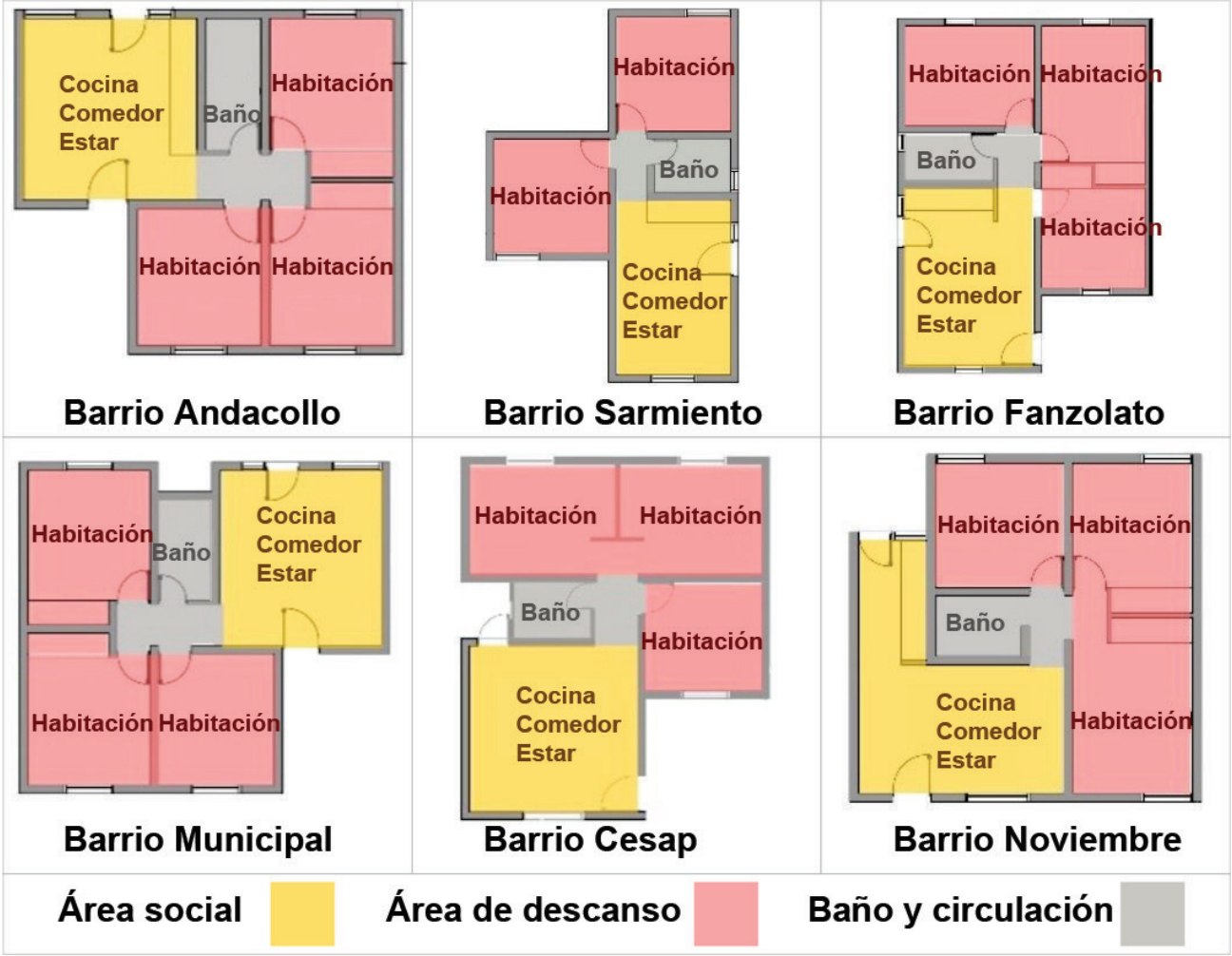
En este trabajo se describen seis casos de estudio para entender la espacialidad, los cuales coinciden con los resultados obtenidos en las encuestas, dado que una de las preguntas indaga sobre el barrio de residencia. En todos los casos se muestran viviendas pareadas, con orientación Este-Oeste y Norte-Sur, dependiendo del terreno. El promedio de superficie cubierta es de 57,30 m², distribuidos en tres ambientes, uno de los cuales contempla el espacio social (cocina-comedor-estar). La superficie exterior promedio es de 118 m², mientras que la superficie promedio vidriada/ventilación es de 1,60 m² por ambiente.

El diseño espacial se conforma con una única área social de 16,40 m² como superficie promedio, ubicada al ingreso de la vivienda. La zona de descanso se localiza en el sector

posterior y lateral de la tipología con una superficie promedio por habitación de 8,60 m². Ambas zonas se conectan mediante espacios de circulación. Asimismo, los prototipos con dos habitaciones tienen la posibilidad de

sumar una tercera. En ningún caso se consideran espacios que impliquen trabajo de oficina o estudio; tampoco, espacios de trabajo físico con características de taller o comercio (Figura 1).

Figura 1. Prototipos de vivienda IPV y su zonificación



Fuente: elaboración propia (2023).

Viviendas Procrear-G2

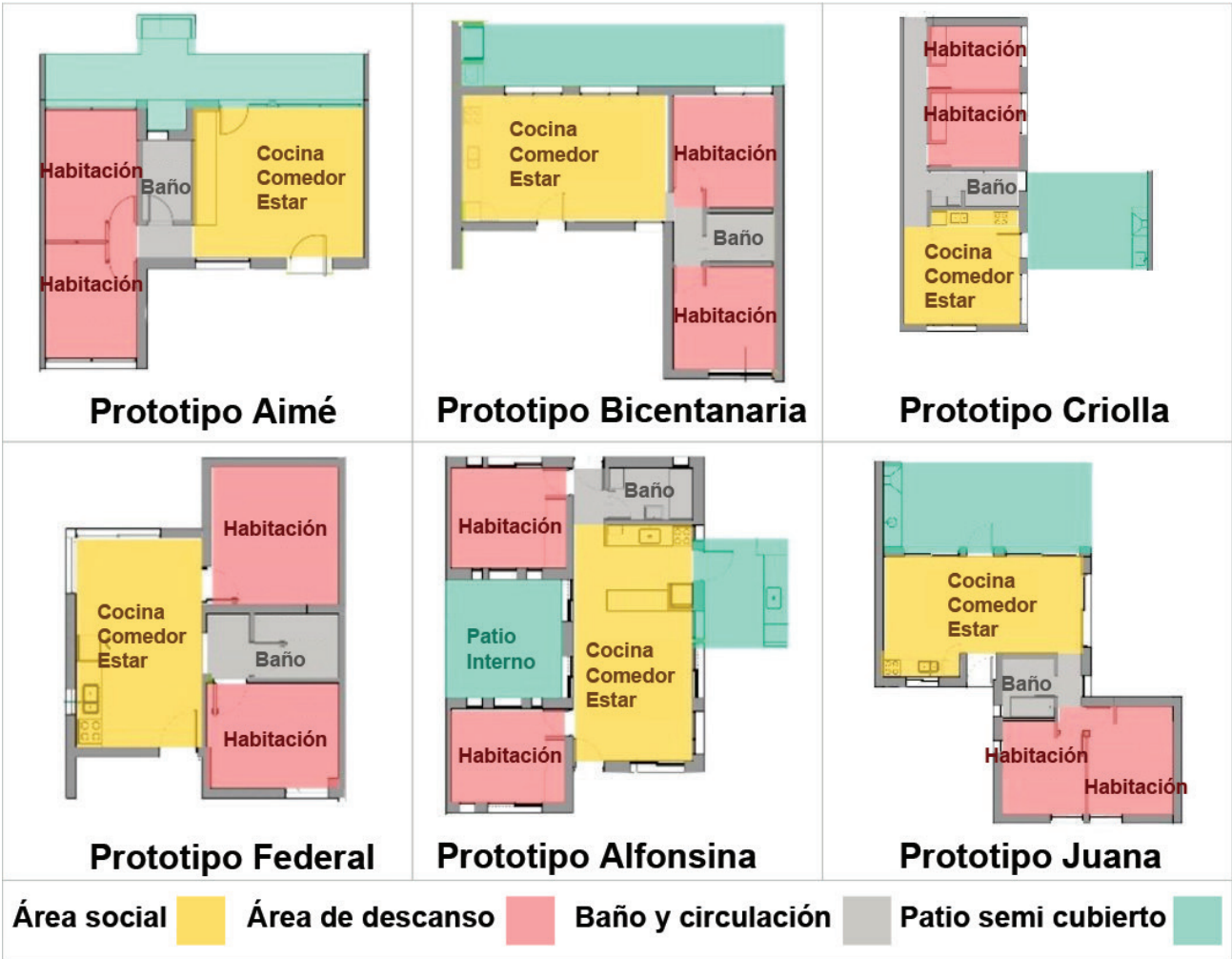
Las viviendas Procrear corresponden a un crédito hipotecario para la construcción y compra de viviendas. El programa fue creado en el 2012 con el objetivo de facilitar el acceso a la vivienda a familias de medianos ingresos. Dentro del mismo existen diferentes líneas de construcción, en particular, la línea llamada “Procrear Solución Casa Propia”, también conocida como Línea de Producción de Acceso a la Vivienda (LPAN), destinada a la construcción de viviendas nuevas, y ofrece un subsidio del Gobierno nacional para la construcción de estas.

En esta línea se promueven soluciones habitacionales que se ajustan a diferentes demandas territoriales y sociales, permitiendo

al adjudicatario la elección del modelo que mejor se acomode a sus necesidades y modos de habitar.

Cada prototipo tiene un diseño y una distribución diferente, pero presentan características en común. En todos los casos se observan viviendas de 60 m² de superficie. Los diseños se distribuyen en tres ambientes, un área social que contempla cocina-comedor-estar y dos habitaciones. La superficie vidriada/ventilación en el área social tiene un promedio de 7 m², mientras que en las habitaciones es de 2,10 m². Respecto a la superficie de espacio exterior, y orientaciones, esto queda a criterio de cada propietario, no obstante, en cinco prototipos hay espacios destinados a patios semicubiertos (Figura 2).

Figura 2. Prototipos de vivienda Procrear y su zonificación

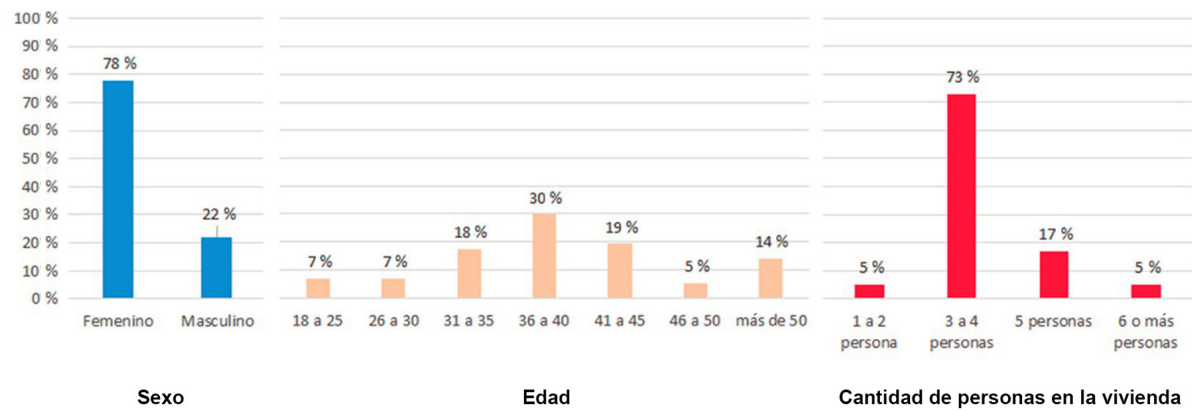


Fuente: elaboración propia (2023).

RESULTADOS

Los resultados de la encuesta se basan en un conjunto de 6.030 datos recopilados. Durante el periodo de recolección se alcanzaron 201 encuestados residentes en viviendas del G1 y G2. La Figura 3 refleja la distribución socio-demográfica de la muestra obtenida de los participantes encuestados.

Figura 3. Datos sociodemográficos de la muestra de hogares encuestados



Fuente: elaboración propia (2023).

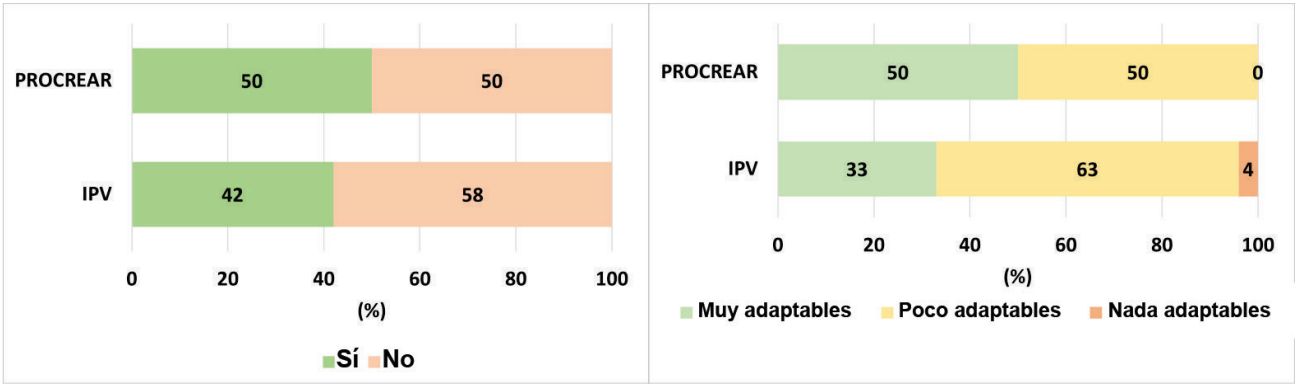
A continuación, se examinarán aspectos como los grados de comodidad, adaptabilidad, percepción del confort interior, rendimiento laboral autorreportado y preferencias relacionadas con estos temas.

La Figura 4 (izquierda) representa los resultados de la pregunta: “Durante el periodo de confinamiento por la pandemia, ¿su vivienda proporcionó las comodidades necesarias para realizar el teletrabajo?”. Se destaca que las viviendas del G1 son las más afectadas, con una diferencia leve pero significativa de 8 puntos porcentuales (58%) en comparación con las viviendas del G2 (50%). Luego, se examinan

los niveles de adaptabilidad de los casos a través de la pregunta: “¿Los espacios de su vivienda pudieron adaptarse fácilmente a las necesidades requeridas durante el periodo de confinamiento para el teletrabajo?” (Figura 4, derecha). Se observa que el G1 muestra una menor capacidad de adaptación, con un 63% de los encuestados indicando que eran “poco adaptables”.

Existe indicio de que el nivel de adaptabilidad de las viviendas está relacionado con el grado de comodidad percibido. En este contexto, el G2 se destaca por ofrecer una mejor respuesta a las exigencias del TT.

Figura 4. Voto de comodidad de la vivienda (izq.) y nivel de adaptabilidad de la vivienda (der.).

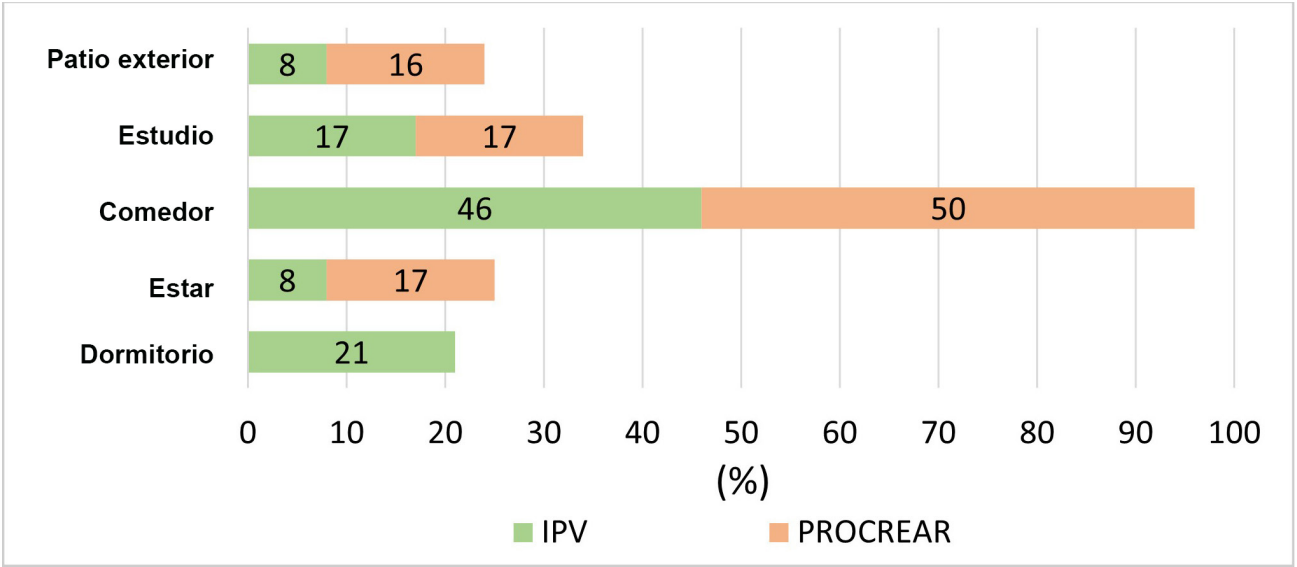


Fuente: elaboración propia (2023).

Al investigar la presencia de áreas específicas para el TT dentro del hogar, la Figura 5 presenta los espacios más frecuentemente utilizados para ello. En ambos casos, el área con mayor actividad se encuentra en la zona de “come-

dor-cocina”. Es estimable que los residentes asocien este lugar por dos razones: primero, por su amplitud que ofrece mayor comodidad; segundo, por estar equipado con mobiliario necesario para la tarea, como mesa y sillas.

Figura 5. Espacios habitados para la realización de tareas de TT



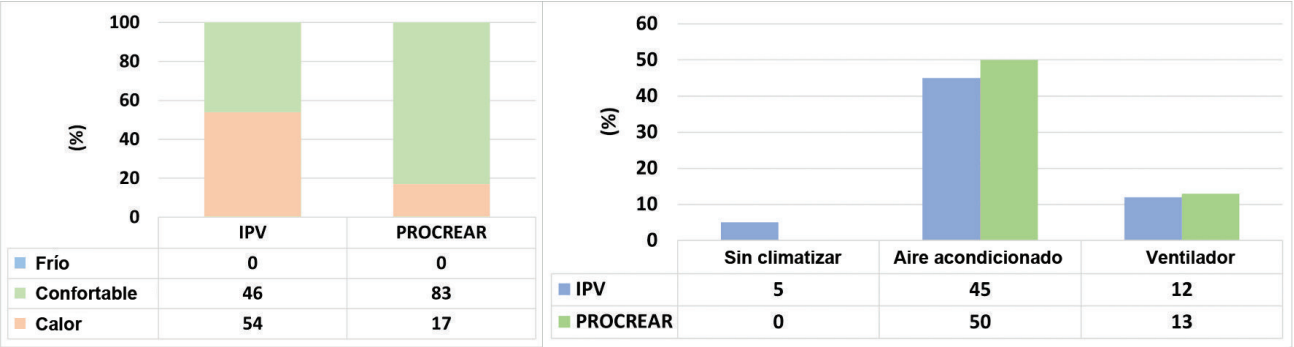
Fuente: elaboración propia (2023).

Confort térmico

Para contextualizar el análisis, la Figura 6 (derecha) detalla el tipo de climatización presente en cada categoría de vivienda examinada. En ambos casos comparativos se observa un alto porcentaje de viviendas con sistemas de climatización, tanto para el verano como para el invierno, y el aire acondicionado es el dispositivo más utilizado. Además, la encuesta indaga sobre la percepción de confort térmico en el espacio de la vivienda donde se llevaban a cabo las actividades de TT en un día típico de verano, teniendo en cuenta la presencia de sistemas de climatización. Posteriormente, se investiga si esta situación tiene un impacto negativo en el rendimiento laboral.

La Figura 6 (izquierda) revela que el G2 muestra el menor grado de insatisfacción, con solo un 17% reportando sentir “calor”, en contraste con más del 50% de los residentes de viviendas del programa IPV (G1) que manifiestan esta sensación. Además, se observa que este grupo cuenta con el mayor índice de climatización mediante aire acondicionado (50%). Coincidentemente, esta categoría de viviendas también registra el nivel más bajo de insatisfacción durante un día de TT, con un 17% de disconformidad según las encuestas. Esto sugiere que el bajo índice de insatisfacción en G2 se debe, en parte, al mayor nivel de climatización proporcionado por el aire acondicionado. Por el contrario, el elevado porcentaje de insatisfacción en el G1 podría explicarse por el menor uso de aire acondicionado (31%).

Figura 6. Voto de sensación térmica (izq.) y tipo de climatización usado (der.)

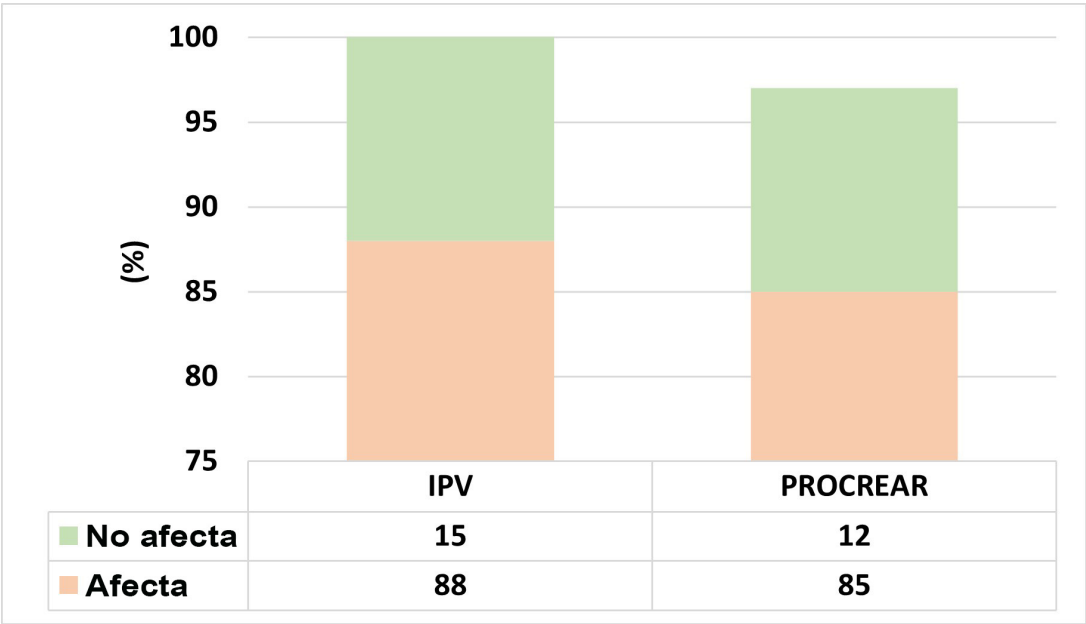


Fuente: elaboración propia (2023).

Al comparar los datos del voto de afectación negativa sobre el rendimiento laboral en función de la temperatura interior (Figura 7) con los datos sobre comodidad y adaptabilidad de las viviendas (Figura 4), hay indicios de una relación directa: a menor nivel de comodidad y adaptabilidad de la vivienda, mayor es la

percepción de afectación negativa en el rendimiento laboral debido a la temperatura interior. Se presume que la incomodidad térmica afecta principalmente a aquellos residentes que tienen menos capacidad para adaptar sus espacios de trabajo en el hogar y que disponen de menos comodidades.

Figura 7. Voto de afectación negativa sobre el rendimiento laboral con base en la temperatura interior



Fuente: elaboración propia (2023).

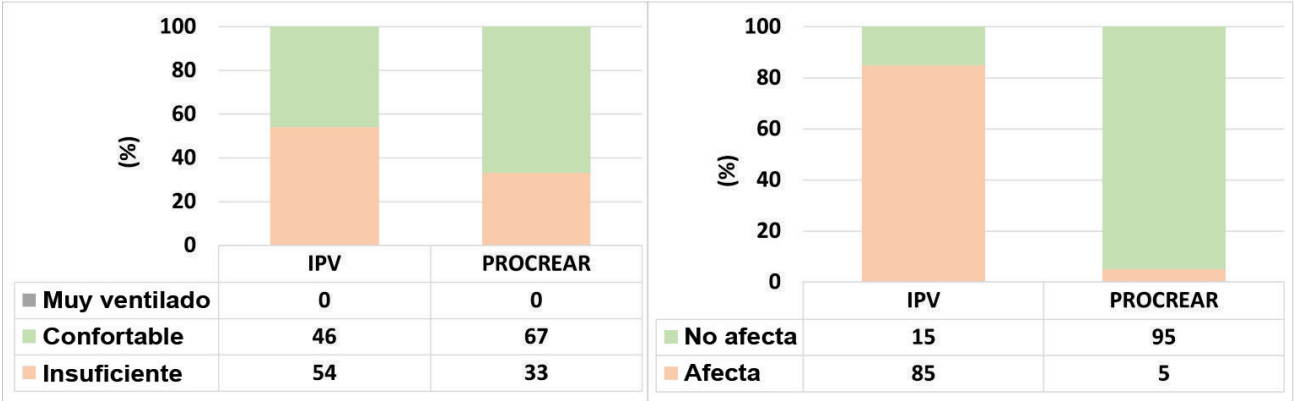
Ventilación

La Figura 8 (izquierda) revela que el 33% de los residentes del G2 percibe insuficiente ventilación, mientras que este valor aumenta al 54% para el G1, indicando un nivel más alto de insatisfacción. Al comparar estos datos con la percepción térmica (Figura 6, izquierda), se observa una tendencia similar en ambos casos: en el G2 se registra la menor cantidad de votos de insatisfacción en ambas variables analizadas. Esta comparación sugiere que una ventilación adecuada está relacionada con una

sensación térmica más confortable. Además, el mayor porcentaje de insatisfacción con la ventilación podría asociarse con la menor cantidad de superficie de ventanas presentes en los prototipos de viviendas del G1.

La Figura 8 (derecha) muestra el porcentaje de personas que expresan sentir “ventilación insuficiente”. En el caso del G1, el 85% indica que esta situación afecta negativamente su rendimiento laboral. En contraste, para el G2, solo el 5% de los encuestados reporta una disminución en su rendimiento debido a la ventilación.

Figura 8. Sensación de nivel de ventilación (izq.) y afectación negativa sobre el rendimiento laboral con base en la calidad del aire (der.)



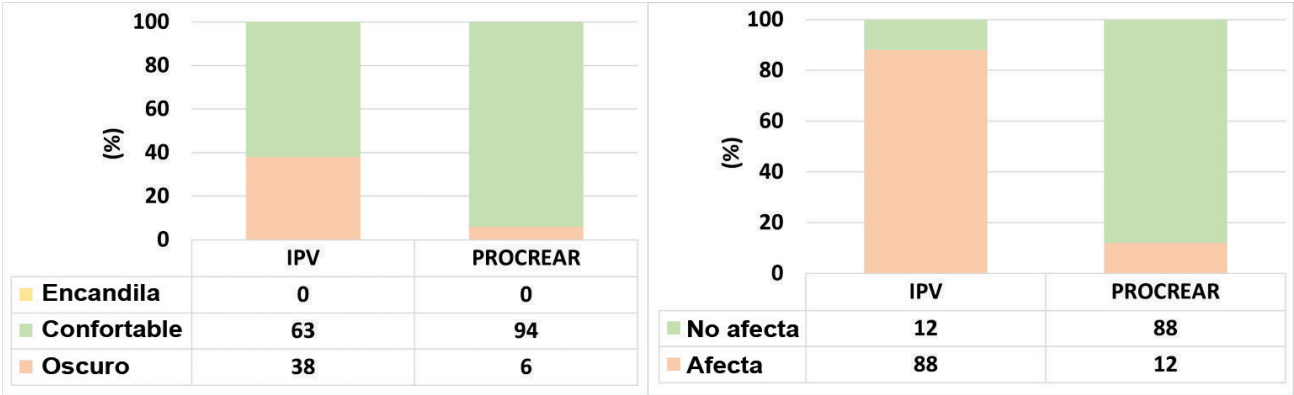
Fuente: elaboración propia (2023).

Iluminación

Respecto a la variable “iluminación”, en el G2, solo el 6% percibe el espacio donde trabajaba, como “oscuro”, mientras que este porcentaje aumenta al 38% para el G1 (Figura 9, derecha). Además, se observa en la Figura 9 (izquierda) cómo la

falta de iluminación afecta significativamente las tareas laborales de TT en las viviendas del G1. Estas percepciones se relacionan con las áreas de entrada de luz natural analizadas en cada grupo de estudio. Por lo tanto, se puede inferir que la superficie vidriada de 1,60 m² por espacio resulta insuficiente y perjudicial para realizar tareas de TT.

Figura 9. Sensación respecto a la iluminación natural (izq.) y afectación negativa sobre el rendimiento laboral con base en la iluminación natural (der.)



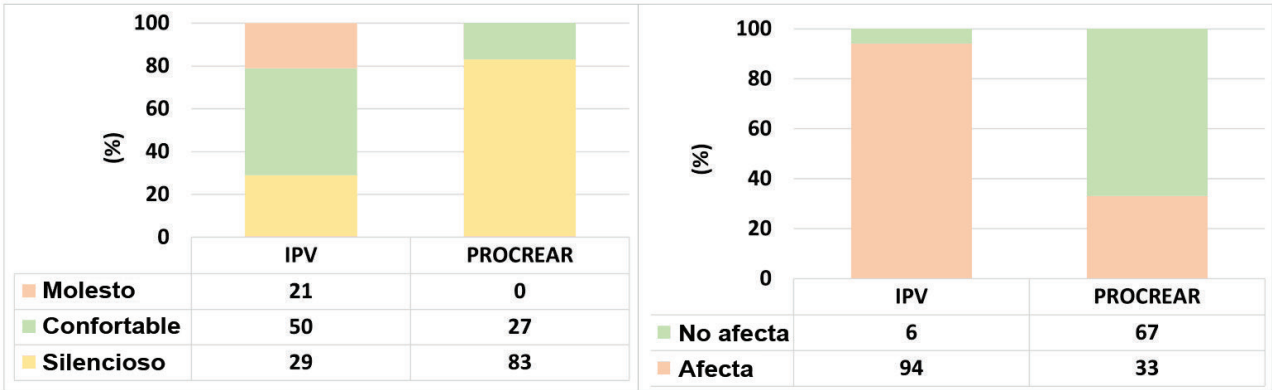
Fuente: elaboración propia (2023).

Ruido

Existen dos fuentes principales de molestias sonoras en este contexto. La primera podría estar relacionada con el ruido externo, mientras que la segunda surge de los ruidos internos generados por los propios ocupantes. Por esta razón, además de investigar sobre el nivel de confort y su impacto en el rendimiento, se exploró el origen de los ruidos que los residentes consideran más relevantes.

Al comparar los gráficos obtenidos (Figura 10), se destaca que los residentes del G1 son quienes experimentan un mayor malestar debido al ruido respecto al G2, lo que a su vez impacta significativamente en su rendimiento laboral percibido (94%). En cuanto a la fuente de estos ruidos, se identifican principalmente los “ruidos de vecinos” como los predominantes.

Figura 10. Sensación respecto al nivel de ruido (izq.) y afectación negativa sobre el rendimiento laboral con base en el nivel de ruido (der.)



Fuente: elaboración propia (2023).

DISCUSIÓN

La investigación busca conocer el nivel de satisfacción de los habitantes de VS contemplando actividades de TT. Para ello, se obtienen datos referidos a la sensación, percepción, preferencia y rendimiento laboral autorreportado respecto a variables ambientales interiores de la vivienda, como temperatura, nivel de iluminación, calidad de aire y nivel de ruido. Del estudio se obtiene información sobre superficie, materialidad, funcionalidad, accesos, orientaciones y relación con los espacios, entre otros.

En el análisis se comparan dos grupos de viviendas promovidas por el Estado argentino, viviendas IPV (G1) y viviendas Procrear (G2).

La principal característica proyectual que difiere entre ambos grupos, los cuales poseen superficies habitables similares, es la superficie vidriada. El G1 presenta una superficie promedio en ventanas de 1,60 m² por espacio. Sobre este aspecto, casi el 40% los encuestados percibe oscuros los espacios de la vivienda. Esto se traduce en un impacto negativo sobre el rendimiento laboral autorreportado (88%). Mientras que, para el G2, que posee mayores superficies vidriadas (7 m² en áreas sociales y 2,10 m² en habitaciones), más del 90% de los participantes se sienten confortables con el nivel de iluminación en los espacios. Esta primera aproximación insinúa que el diseño de ventanas en el G2 podría

tomarse como un modelo inicial para mejorar el confort lumínico y el bienestar general en viviendas. Sin embargo, no se debe prescindir de un análisis térmico a la hora de pensar en una ampliación de los aventanamientos en regiones templadas cálidas, como lo es la provincia de San Juan. El aumento de superficie vidriada implica un acrecentamiento en las ganancias térmicas, lo que podría traer aparejada una desmejora en los niveles de confort térmico y la eficiencia energética durante épocas de verano, sobre todo si no se consideran elementos de control solar convenientes.

Conforme a los antecedentes citados, la incorporación de elementos de control solar como parasoles y vidrios con filtro térmico es fundamental para mitigar el exceso de calor mientras se busca una adecuada iluminación natural (Nazari et al., 2023; Mohammad et al., 2022).

Sobre estas primeras ideas surge un interrogante que puede orientar futuras investigaciones: ¿Cuál es el rango óptimo de superficie vidriada en climas cálidos que garantice confort lumínico sin comprometer el confort térmico?

Al indagar sobre las zonas preferidas para trabajar en la vivienda, la elección del comedor-cocina se lleva el primer lugar en ambos grupos de estudio. Este resultado propone dos posibles hipótesis. La primera, puede asociarse

con la búsqueda de espacios con mayor superficie disponible. La segunda, se relaciona con la búsqueda de lugares con mobiliario que facilite ciertas tareas.

No obstante, la percepción de incomodidad y la falta de adaptabilidad en este espacio pone de manifiesto la tensión acerca de la necesidad de desarrollar tareas de concentración sin tener que lidiar con la cotidianidad familiar. Esta primera aproximación sobre la calidad adaptativa de las viviendas estudiadas lleva a reflexionar sobre cómo el diseño de las viviendas puede responder mejor a las demandas de actividades específicas como el TT, sin comprometer el bienestar y la concentración de los habitantes. Al respecto surge la pregunta: ¿Qué características específicas debería incluir el diseño de espacios multifuncionales en viviendas sociales para responder a las necesidades de trabajo y estudio en el hogar?

El vínculo entre comodidad y adaptabilidad de los espacios denota la importancia de diseñar viviendas que respondan a las necesidades específicas de cada familia.

En la comparación de ambos grupos se observa cómo las condiciones de acceso y la posibilidad de elección influyen en la percepción de satisfacción con el espacio habitable. Las viviendas del G1 se muestran más desfavorables registrando el menor porcentaje de comodidad y adaptabilidad, mientras que el G2 responde mejor frente a las tareas de TT. Esto se asocia a que la línea de financiamiento del G2 permite elegir el prototipo de vivienda adecuado según el habitante. Por el contrario, en el G1 no existe elección de vivienda, sino que se realiza mediante sorteo. Esta diferencia deja entrever la necesidad de repensar las políticas habitacionales y los criterios de asignación, considerando la diversidad de realidades familiares. Sobre esto, se reflexiona con la intención de ampliar el conocimiento a futuro: ¿Cuál es el impacto que genera en la calidad de vida de los habitantes la posibilidad de elegir o no un prototipo de vivienda? ¿De qué manera se pueden incluir criterios de flexibilidad en los programas de vivienda social para adaptar las dinámicas y necesidades de diferentes tipos de hogares?

Del análisis térmico se destaca la dependencia de los habitantes hacia sistemas de climatización activos, como el aire acondicionado, para alcanzar niveles aceptables de confort térmico. Esto concuerda con investigaciones previas, como las de Arrieta (2020) y Mercado et al. (2010), que señalan la escasez de estrategias pasivas de climatización en climas similares.

Estos datos parciales llevan a plantear posibles líneas de investigación y acción, enfocadas en reforzar la necesidad de integrar soluciones pasivas en el diseño de viviendas sociales en

Argentina, al mismo tiempo que es necesario investigar el comportamiento de las envolventes y la calidad de los materiales utilizados en su construcción. En este contexto, surge una pregunta clave alineada con los costos que el Estado destina a las políticas habitacionales: ¿Cómo puede el diseño de viviendas sociales integrar estrategias pasivas de climatización para mejorar el confort térmico sin incrementar los costos de construcción?

En los resultados obtenidos de percepción correspondientes a la ventilación, se observa una relación directa entre la superficie de ventilación natural y el voto de satisfacción de los habitantes. El G2, que presenta mayores superficies de ventilación, muestra niveles más bajos de insatisfacción; por el contrario, el G1 muestra mayores índices de disconformidad. Estos indicios resaltan la importancia de considerar los criterios de ventilación desde las primeras etapas de diseño y de continuar estudiando estos resultados con un enfoque integral que contemple el confort térmico, lumínico y la ventilación de manera conjunta, dado que la variación en cualquiera de estos aspectos impacta en los demás.

Respecto a los resultados obtenidos sobre la variable “ruido”, se destaca que en el caso del G1, en el que el diseño de las viviendas se caracteriza por ser pareadas con casas linderas y un muro medianero compartido, se observa un alto porcentaje de disconformidad producto de los ruidos provenientes de vecinos. Estos datos insinúan una relación directa entre el diseño arquitectónico y la percepción de disconformidad sonora. En consecuencia, se puede hacer un paralelismo con estudios de Felipe Contin de Oliveira et al. (2023), quienes sugieren que los entornos compartidos, como oficinas abiertas, pueden generar conflictos acústicos debido a la falta de separación de espacios.

Esta observación propone un análisis sobre la importancia del diseño de la vivienda, así como también, de la aislación no solo térmica, sino también acústica de las envolventes, un aspecto que parece no tener el valor adecuado en los análisis de confort.

Del análisis sobre el ruido percibido, se asocia el voto de disconformidad sonora con el diseño de viviendas pareadas como sucede en el G1. Estas viviendas se presentan como las más afectadas, puesto que no solo tienen el mayor porcentaje de disconformidad (21%), sino también que el mayor porcentaje de ruidos molestos deviene de los “vecinos”. Esto se da en un contexto donde las viviendas se disponen de forma pareada con casas linderas, compartiendo muro medianero, lo que resulta problemático. Por el contrario, los prototipos Procrear no presentan esta disposición de diseño, por lo que coincidentemente los encuestados no expresaron en ningún caso disconformidad respecto al factor ruido.

Los hallazgos sugieren que los prototipos de vivienda IPV son los más desfavorables en la comparación de ambos grupos según el análisis de los votos de confort registrados. Además, se cree que la insatisfacción que existe durante las condiciones estudiadas podría extrapolarse a la cotidianeidad de las actividades durante el resto del día, lo que representa un malestar durante la jornada de trabajo, podría pasar a ser un malestar constante durante todo el periodo de uso en la vivienda.

La disposición de viviendas apareadas genera un ambiente incómodo para los ocupantes, lo que puede traducirse en una reducción en el confort y productividad durante las tareas de TT cuando se requiere concentración.

Por otro lado, las viviendas del G2, al ser diseños de tipo “aislado” respecto a viviendas linderas, no reportan disconformidad frente al

ruido. Esto sugiere que la solución de diseño de vivienda aislado o la mejora en el aislamiento acústico pueden contribuir a la calidad sonora durante tareas de TT en el ámbito doméstico.

El desafío radica en determinar cuáles deberían ser las características del diseño de viviendas sociales para reducir la transmisión del ruido entre unidades en contextos de alta densidad, como las viviendas pareadas, sin incrementar los costos de materiales y construcción.

Si bien parece que a partir de este trabajo surgen más preguntas que respuestas, se considera que las reflexiones presentadas son el inicio hacia el desarrollo de avances en las políticas habitacionales en Argentina, y su impacto en el confort, teniendo en cuenta nuevas formas de habitar la vivienda, considerando actividades de TT.

CONCLUSIONES

Este trabajo busca conocer el grado de percepción y satisfacción de los residentes de vivienda social contemplando actividades de TT en entornos de clima templado cálido. Sobre esto, se busca reflexionar sobre la capacidad de estas viviendas de adaptarse a las nuevas dinámicas laborales, y aportar una base sólida para futuros estudios en la región, que trabajen de forma integral las necesidades emergentes de habitabilidad y sostenibilidad.

Los resultados del presente estudio sugieren que el diseño actual de las viviendas sociales en esta región de clima templado-cálido tiene un impacto directo en el confort y satisfacción de los ocupantes en el contexto de TT.

En la comparación entre los dos grupos de vivienda estudiados se destaca que la superficie vidriada de ventanas, la ventilación natural y el aislamiento acústico afectan el confort y el rendimiento laboral.

Mientras que el grupo 1 (IPV) presenta mejores condiciones térmicas, lumínicas y acústicas, gracias su diseño y sus posibilidades de elección, las viviendas del grupo 2 (Procrear)

presentan un diseño que limita e impacta negativamente en la percepción de los ocupantes. Estos resultados ponen en valor la necesidad de reconsiderar las políticas habitacionales locales, contemplando criterios de flexibilidad, estrategias pasivas de climatización y un enfoque integral de confort que contemple la iluminación, ventilación y aislación.

Estos resultados ponen en evidencia dificultades entre los diseños arquitectónicos de las políticas habitacionales y las nuevas demandas que devienen del TT. Lo que deja expuestos desafíos claves para la continuidad de estos estudios, como el equilibrio entre el confort lumínico y térmico, la adaptabilidad de los espacios donde convergen diversas actividades y las estrategias para reducir la transmisión del ruido.

Este trabajo sienta las bases para avanzar en soluciones habitacionales más sostenibles y adaptadas a los nuevos modos de habitar la vivienda, al mismo tiempo representa una contribución para trabajos similares y un aporte referencial para estudios relacionados.

CONTRIBUCIONES Y AGRADECIMIENTOS

El presente trabajo es el resultado del proyecto de investigación denominado “Nuevos modos de habitar la vivienda social (VS)”, el cual comienza en el 2022, enmarcado en la línea de estudio en Arquitectura y vivienda del Instituto Regional de Planeamiento y Hábitat (IRPHa-UNSJ-CO-NICET). Actualmente se encuentra en etapa de divulgación.

Se agradece a la Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño de la Universidad Nacional de San Juan, al Instituto de doble dependencia IRPHa-UNSJ-CONICET y al Consejo de Investigaciones Científicas y Técnicas y de Creación Artística (CICITCA), por la contribución en el financiamiento y a la Red Iberoamericana de Pobreza Energética y

Bienestar Ambiental (RIPEBA), por su valioso apoyo científico, el cual fue fundamental para la realización de este trabajo.

Yésica Alamino-Naranjo y María Celina Michaux llevaron a cabo la concepción del estudio y diseño experimental, recolección y análisis de datos e interpretación de los resultados, además de la redacción y revisión del contenido.

Las autoras declaran que no tienen conflictos de interés relevantes en relación con la investigación presentada.

REFERENCIAS

Acosta, I., Campano, M. Á., Bellia, L., Fragliasso, F., Diglio, F., y Bustamante, P. (2023). Impact of daylighting on visual comfort and on the biological clock for teleworkers in residential buildings. *Buildings*, 13(10), 2562. <https://doi.org/10.3390/buildings13102562>

Arrieta, G. M. (2020). Valoraciones subjetivas y condiciones objetivas de confort térmico en viviendas. *Arquitecto*, (16), 57-66. <https://doi.org/10.30972/arq.0164553>

Bianchi, A. R., y Cravero, S. A. C. (2010). Atlas climático digital de la República Argentina. Ediciones INTA; *Estación Experimental Agropecuaria Salta*, 56. <https://repositorio.inta.gob.ar/handle/20.500.12123/16040>

Cuerdo-Vilches, T., Navas-Martín, M. Á., y Oteiza, I. (2021a). Working from home: is our housing ready? *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(14), 7329. <https://doi.org/10.3390/ijerph18147329>

Cuerdo-Vilches, T., Navas-Martín, M. Á., March, S., y Oteiza, I. (2021b). Adequacy of telework spaces in homes during the lockdown in Madrid, according to socioeconomic factors and home features. *Sustainable Cities and Society*, 75, 103262. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103262>

da Silva Mota, J. (2019). Utilização do Google Forms na pesquisa acadêmica. *Humanidades y Inovação*, 6(12), 371-373. <https://revista.unitins.br/index.php/humanidadeseinovacao/article/view/1106>

De Salvio, D., D'Orazio, D., y Garai, M. (2021). Unsupervised analysis of background noise sources in active offices. *The Journal of the Acoustical Society of America*, 149(6), 4049-4060. <https://doi.org/10.1121/10.0005129>

de Sousa Figueira, A., Reis Costa, S. R., Ferraz, F. T., Rampasso, I. S., y Resende, D. N. (2023). An analysis of teleworking management practices. *Work*, 74(3), 1135-1148. <https://doi.org/10.3233/WOR-211401>

Díaz, C. J., y Czajkowski, J. D. (2004). Comportamiento térmico de viviendas populares en Tierra del Fuego (Argentina). *Avances en Energías Renovables y Medio Ambiente*, 8. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/81701>

Doi, T. (2023). Investigation of a home office environment and lifestyles of workers that affect their perceived comfort in work-from-home. En T. Ahram y W. Karwowski (Eds.), *Emerging technologies and future of work. AHFE (2023) International Conference. AHFE Open Access, vol 117*. AHFE International, USA. <http://doi.org/10.54941/ahfe1004429>

Elizondo, J. (2023). Il lavoro a distanza in Argentina. Convenzione OIL n. 177 e legge 27.555. Diritti individuali e collettivi. *Labour & Law Issues*, 9(1), C.59-C.77. <https://doi.org/10.6092/issn.2421-2695/17534>

Felgueiras, F., Mourão, Z., Moreira, A., y Gabriel, M. F. (2023). Indoor environmental quality in offices and risk of health and productivity complaints at work: A literature review. *Journal of Hazardous Materials Advances*, 10, 100314. <https://doi.org/10.1016/j.hazadv.2023.100314>

Felipe Contin de Oliveira, S., Aletta, F., y Kang, J. (2023). Self-rated health implications of noise for open-plan office workers: An overview of the literature. *Building Acoustics*, 30(2), 105-125. <https://doi.org/10.1177/1351010X231152841>

Fissore, V. I., Fasano, S., Puglisi, G. E., Shtrepi, L., y Astolfi, A. (2023). Indoor environmental quality and comfort in offices: a review. *Buildings*, 13(10), 2490. <https://doi.org/10.3390/buildings13102490>

- Genoud, M. A., Broveglio, G., y Ramos, M. de P. (2023). ¿Teletrabajadores o tele explotados? Implicaciones en las vivencias laborales y extralaborales en pandemia en Argentina. *Cuadernos Latinoamericanos de Administración*, 19(36). <https://doi.org/10.18270/cuaderlam.v19i36.3968>
- Instituto Nacional de Estadísticas y Censos. (2022) *Población*. INDEC 2022. https://censo.gob.ar/index.php/datos_definitivos_total_pais/
- International Labour Organization. Inclusive Labour Markets, L. R. and W. C. B. (2020). *Teleworking during the COVID-19 pandemic and beyond: a practical guide* (1st ed.). ILO. https://labordoc.ilo.org/discovery/fulldisplay?context=L&vid=41ILO_INST:41ILO_V2&search_scope=ALL_ILO&tab=ALL_ILO&docid=alma995088493502676
- IRAM. (2012). Norma IRAM 11603. *Acondicionamiento térmico de edificios*. Clasificación bioambiental de la República Argentina.
- Kamińska, J., Radosz, J., y Kapica, Ł. (2023). Visual perception and workload of office workers in various acoustic conditions. *bioRxiv*, 2023-02. <https://doi.org/10.1101/2023.02.15.528721>
- Karaman, G. D., y Avci, A. N. (2022). Analyzing natural lighting conditions from the perspective of biophilic design in indoor office environments. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1099(1), 012034. IOP Publishing. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/1099/1/012034>
- Koga, Y., Kojima, Y., Oki, C., y Kono, A. (2023). Review of various standards for window views in office building. *Journal of Environmental Engineering (Transactions of AIJ)*, 88(806), 255-264. <https://doi.org/10.3130/aije.88.255>
- Kojima, Y., Ohki, C., Kawano, A., Takagi, N., Koga, Y., Majima, R., Okamoto, T., y Jarrin, F. (2023). Assessing views from office buildings in virtual reality. *Journal of Physics: Conference Series*, 2600(11), Article 112014. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/2600/11/112014>
- Letourneux, F., y Schütz, G. (2022). *Remote work: From employee telework to self-employed home-based work? En Shifting categories of work* (pp. 46-58). Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781003341321-5/remote-work-fr%C3%A9d%C3%A9rique-letourneux-gabrielle-sch%C3%BCtz>
- Meo, A. I., y Dabenigno, V. (2021). Teletrabajo docente durante el confinamiento por COVID19 en Argentina. Condiciones materiales y perspectivas sobre la carga de trabajo, la responsabilidad social y la toma de decisiones. *Revista de Sociología de la Educación-RASE*, 14(1), 103-127. <https://doi.org/10.7203/RASE.14.1.18221>
- Mercado, M. V., Esteves, A., y Filippín, C. (2010). Thermal-energy efficiency of a social house in the city of Mendoza, Argentina. *Ambiente Construido*, 10(2), 87-100. <https://doi.org/10.1590/S1678-86212010000200006>
- Michaux, M. C., Viegas, G. M., y Blasco Lucas, I. A. (2021). Evolución y crecimiento oficial en viviendas del Instituto Provincial de la Vivienda. *Revista de Arquitectura*, 26(41), 6-15. <https://doi.org/10.5354/0719-5427.2021.65019>
- Mohammad A Y B., Abdelkader, M., Neseem, A., y Mustafá, A. (2022). Impact of the geometric form of the building envelopes on the efficiency of natural lighting in the office space. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 992(1), 012001. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/992/1/012001>
- Naranjo, Y. A., y Kuchen, E. (2021). Indicadores para evaluar el rendimiento de usuarios de oficina en clima templado cálido. *Informes de la Construcción*, 73(564), e420-e420. <https://doi.org/10.3989/ic.83476>
- Nazari, S., MirzaMohammadi, P. K., Sajadi, B., Ha, P. P., Talatahari, S., y Sareh, P. (2023). Designing energy-efficient and visually-thermally comfortable shading systems for office buildings in a cooling-dominant climate. *Energy Reports*, 10, 3863-3881. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2023.10.062>
- Ongkowiyo, J. O., Budianto, G. N. T., Armelia, E. F., Ongkowiyo, V. A., y Mediastika, C. E. (2024). The adaptive thermal comfort of individual performance working at home. *ARTEKS: Jurnal Teknik Arsitektur*, 9(2), 201-208. <https://doi.org/10.30822/arteks.v9i2.3261>

- Park, H. Y., Vigeant, M. C., y Dittberner, A. (2022). Assessing cognitive effects of transportation noise on office workers with electroencephalography and performance. *J. Acoust. Soc. Am.*, 152(4_Supplement), A210. <https://doi.org/10.1121/10.0016038>
- Pasau, R., Al Asy'Ary, M. F., y Sabudu, M. (2024). Optimizing the use of natural lighting. *Journal of Architecture and Human Experience*, 2(1), 17–22. <https://doi.org/10.59810/archimane.v2i1.35>
- Powell, K. (2010). Making sense of place: Mapping as a multisensory research method. *Qualitative Inquiry*, 16(7), 539-555. <https://doi.org/10.1177/1077800410372600>
- Ramos Sández, A. I. (2021). Satisfacción de habitabilidad durante el confinamiento por Covid-19. Estudio comparativo de dos tipologías de vivienda en Argentina. *CONTEXTO. Revista de la Facultad de Arquitectura de la Universidad Autónoma de Nuevo León*, 15(23), 28-44. <https://doi.org/10.29105/contexto15.23-281>
- Sáez, V., Quintana Gallardo, A., Garzón, B., y Guillén Guillamón, I. E. (2023). *The influence of acoustic standards in construction: a case study of social housing in Argentina*. Editorial Universitat Politècnica de València. <https://doi.org/10.4995/VIBRArch2022.2022.15204>
- Sturesson, L. (2002). The mis-match between suppliers and users in telework. En *Teleworking* (pp. 56-73). Routledge. <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9780203053089-29/mis-match-suppliers-users-telework-lennart-sturesson>
- Thayanithy, D., y Perera, N. (2023). Daylight and window view quality for visual comfort: the case of an office building in Jaffna. *Built-environment Sri Lanka*, 13(2), 5-22. <https://doi.org/10.4038/besl.v13i2.7680>
- Unidad de Innovación y Desarrollo Educativo (UNIDE). (2020). <https://geoportal.sanjuan.gob.ar/geoportal/#7/-30.916/-68.621>
- Uribe Olaya, L. y Evan López, J. (2021). *Aplicación de la ley 1221 de 2008 en tiempos de Sars-Covid 19*. Universidad Cooperativa de Colombia. <https://hdl.handle.net/20.500.12494/33428>
- Wegertseder-Martínez, P. (2023). The need for a paradigm shift toward an occupant-centered environmental control model. *Sustainability*, 15(7), 5980. <https://doi.org/10.3390/su15075980>
- Wu, Z., y Kim, C. (2020). Research on the application of natural daylighting system in office space. En *The 2nd International Conference on Architecture: Heritage, Traditions and Innovations (AHTI 2020)* (pp. 329-333). Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.200923.056>
- Yang, W., Lin, Y., y Fatourehchi, D. (2024). Thermal comfort. En *Routledge handbook of high-performance workplaces*. Routledge. <https://doi.org/10.1201/9781003328728-7>



¿Qué eligen quienes eligen la tierra?
Casas, estilos de vida y sentidos sociales
What Do Those Who Choose Earth Choose?
Houses, Lifestyles, and Social Meanings

Enviado: febrero 10 / 2024 • Evaluado: julio 5 / 2024 • Aceptado: diciembre 16 / 2024

CÓMO CITAR

Mostacero, A. L., Garcilazo, J., Cabrera, S. y Arnaudo, C. (2025). ¿Qué eligen quienes eligen la tierra? Casas, estilos de vida y sentidos sociales. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 27(2), 55-69. <http://doi.org/10.14718/RevArq.2025.27.3855>

Antonela Lucía Mostacero*
Universidad Nacional de La Pampa. Santa Rosa
(Argentina)
<https://ror.org/02c21vy68>

Josela Garcilazo**
Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe
(Argentina)
<https://ror.org/00pt8r998>

Santiago Cabrera***
Universidad Tecnológica Nacional. Santa Fe
(Argentina)

Celeste Arnaudo****
Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe
(Argentina)
<https://ror.org/00pt8r998>

RESUMEN

En un contexto de crecimiento de los espacios transicionales entre las ciudades y la ruralidad se observa un progresivo interés en las técnicas con tierra como opción material para la construcción de casas. La decisión de construir de esta manera es entendida como algo más que una mera decisión arquitectónica: evidencia sentidos sociales construidos alrededor de esta materialidad, maneras alternativas de habitar y resignificaciones de esta elección desde la posición social ocupada. El objetivo de este trabajo es contribuir a la comprensión acerca de qué están eligiendo las personas del área rururbana de la Región Metropolitana Santa Fe-Paraná cuando eligen vivir en una casa de tierra. A partir del uso de una metodología cualitativa de diseño flexible, el presente trabajo de carácter exploratorio permite evidenciar que la decisión de optar por esta materialidad constructiva forma parte de la elección de un estilo de vida más amplio, cuya búsqueda individual exhibe sentidos construidos en torno a la naturaleza, la ruralidad, el trabajo y lo urbano.

Palabras clave

construcción con tierra; estilos de vida; habitus; neorruralidad; sentidos sociales

ABSTRACT

In the context of the expanding transitional spaces between cities and rural areas, there is a growing interest in earth-based construction techniques as a material option for building homes. The decision to build in this way is understood as more than a mere architectural choice: it reflects social meanings constructed around this material, alternative ways of inhabiting space, and reinterpretations of this choice conditioned by the social position of those making the choice. The aim of this study is to contribute to the understanding of what people living in the rururban area of the Santa Fe-Paraná Metropolitan Region are choosing when they decide to live in an earth-built house. Using a qualitative methodology with a flexible design, this exploratory study reveals that the decision to opt for this construction material is part of a broader lifestyle choice, where the individual's pursuit reflects meanings associated with nature, rurality, work, and urban life.

Keywords

earthen construction; lifestyles; habitus; neo-rurality; social meanings

- * Arquitecta de la Universidad Nacional de Córdoba (Argentina)
Filiación institucional Universidad Nacional de La Pampa. Santa Rosa (Argentina), Facultad de Ciencias Humanas, Departamento de Geografía. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina
<https://scholar.google.com/citations?user=25nSnycAAAAJ&hl=es>
<https://orcid.org/0000-0001-9488-3876>
antonelamostacero@gmail.com
- ** Licenciada en Sociología de la Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe (Argentina).
Filiación institucional Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe (Argentina), Facultad de Sociología
<https://scholar.google.com.ar/citations?hl=en&user=qJjsEFUAAAAJ>
<https://orcid.org/0000-0003-0008-6951>
garcilazojosela@gmail.com
- *** Ingeniero Civil de la Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional. Santa Fe (Argentina)
Doctor en Ingeniería. Universidad Tecnológica Nacional, Facultad Regional. Santa Fe (Argentina)
Filiación institucional Universidad Tecnológica Nacional. Santa Fe (Argentina), Grupo de Investigación y Desarrollo en Técnicas de Construcción con Tierra. Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Técnicas de Argentina
<https://scholar.google.com.ar/citations?user=AFfpdrYAAAAJ&hl=es>
<https://orcid.org/0000-0003-1300-4927>
scabrera@frsf.utn.edu.ar
- **** Licenciada en Sociología en Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe (Argentina)
Filiación institucional Universidad Nacional del Litoral. Santa Fe (Argentina), Facultad de Sociología
<https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=FSjGZg8AAAAJ>
<https://orcid.org/0000-0002-8508-3591>
arnaudomc@gmail.com

INTRODUCCIÓN

Desde finales del siglo XIX y principios del siglo XX se observó en Argentina un reemplazo de los sistemas de construcción con tierra y entramados por materiales industrializados para la construcción de viviendas. Esto estuvo vinculado a los discursos sanitaristas y de carácter positivista que señalaron a la casa rural de tierra como un tipo de construcción por transformar en miras de acceder al progreso de la nación (Tomasí, 2021). Asimismo, este proceso estuvo acompañado por un incremento de patentes relacionadas con la industrialización de la vivienda y su ingreso en las lógicas de mercado (Liernur, 2014).

A pesar de ser un material cuyo uso se remonta a épocas antiguas y de que más de un tercio de la población mundial habita en casas de tierra, su utilización ha sido asociada frecuentemente con la pobreza y prácticas del pasado (Rael, 2009). En Argentina, el uso de la tierra como materialidad fue usualmente señalado como una causa directa de la propagación de la enfermedad de Chagas (Rolón et al., 2016). Desde finales de la década de 1980, se iniciaron los llamados Planes de erradicación de Ranchos, a partir de los cuales se reemplazaban las casas construidas con tierra por unidades construidas con materiales industrializados en el marco del Fondo Nacional de la Vivienda (FONAVI) y de los posteriores institutos de la vivienda de las provincias (Garay y Gómez López, 2018; Quevedo y Mandrini, 2019).

Sin embargo, desde inicios del siglo XXI se observa un resurgimiento en el mundo del interés en torno a la tierra por su asociación con la sostenibilidad, un bajo impacto ambiental y su capacidad expresiva (Bestraten et al., 2011). En este contexto, el presente estudio se propone investigar los sentidos y motivaciones que están detrás de este proceso, tomando el caso del área Metropolitana de Santa Fe-Paraná, donde en los últimos diez años se ha registrado un ascendente número de casas construidas con diversas técnicas de construcción con tierra, como el adobe, la quincha, el bloque de tierra comprimida (BTC) y la tapia, entre otras. Este incipiente, pero notable crecimiento en la zona ha permitido plantear algunas preguntas: ¿Quiénes son las personas que eligen construir sus casas con tierra? ¿Por qué lo hacen? ¿Cuáles son las motivaciones y los sentidos que acompañan esta elección?

Numerosos estudios han abordado las ventajas de los sistemas con tierra por su conveniencia en términos de sustentabilidad a lo largo de su ciclo de vida (Yepes González y Bedoya-Montoya, 2023; Hegyi et al., 2016; Cabrera et al., 2020). Se observan también trabajos vinculados al análisis bioclimático y estudio de las propiedades térmicas que afirman que las arquitecturas con tierra alcanzan un mayor confort

térmico (Wieser et al., 2020; Cuitiño Rosales et al., 2020; Arrigoni et al., 2017) y mayor higroscopicidad del muro (Cuitiño Rosales et al., 2022; Arrigoni et al., 2017).

Un campo de estudio que profundizó la investigación sobre casas de tierra es el de la arquitectura vernácula, con antecedentes que han intentado exponer el gran abanico de materialidades domésticas a lo largo del mundo y su relevancia social (Rapoport, 1969; Oliver, 2006; Viñuales, 2013). Sumado a estos estudios, se observa un interés en la divulgación de las resoluciones tecnológicas y de diseño de las arquitecturas resueltas en la práctica disciplinar (Rael, 2009).

En Argentina se observan estudios con abordaje social en espacios donde la producción de las arquitecturas con tierra posee una trayectoria de reproducción ancestral (Tomasí, 2010; Barada, 2014; Esteves, 2014). Sin embargo, son reducidos los antecedentes que indagan sobre la construcción con tierra en espacios donde la reproducción con este material de base se había reducido significativamente. Destacamos entre ellos, los que entienden este resurgimiento del interés por la construcción con tierra como cuestionamiento hacia el modelo de desarrollo actual y los modos de producción del hábitat industrializados (Aimino et al., 2015; Mandrini, 2017).

En este marco, el presente trabajo se sumerge en la complejidad de la elección de la tierra, explorando las motivaciones, los sentidos sociales asociados a ella y los elementos que configuran los estilos de vida de quienes optan por esta modalidad constructiva. Mediante este caso empírico, se realiza un aporte al conocimiento de los sentidos sociales de quienes habitan casas de tierra en la Región Metropolitana Santa Fe-Paraná. El objetivo general de esta publicación es contribuir a la comprensión de qué eligen las personas del área rururbana de la Región Metropolitana Santa Fe-Paraná cuando deciden construir su casa con tierra.

Por último, cabe considerar que el resurgimiento del interés en la tierra ocurre en un contexto demográfico en el cual Argentina ha experimentado cambios significativos en materia de residencia de su población. Después de años de creciente urbanización, a partir del siglo XXI, comenzó a detectarse un mayor crecimiento de centros urbanos intermedios en comparación con grandes urbes y un flujo de migración hacia centros urbanos intermedios y espacios rurales (Gómez Lende y Velázquez, 2014; Mikkelsen, 2009). Asimismo, algunos autores han identificado el poblamiento o repoblamiento de territorios que, desde un criterio censal, podrían ser clasificados como rurales, pero que se encuentran vinculados a la extensión territorial de ciudades o grandes conglomerados urbanos

(Mikkelsen, 2009). Este proceso se desarrolló de forma similar en la Región Metropolitana Santa Fe-Paraná, que también ha visto modificado su territorio y las dinámicas de movilidad de su población (Martínez de San Vicente et al., 2015). En el marco de estas heterogéneas formas de habitar lo rural, desde inicios de la década de 2010, se ha observado un interés creciente en la ejecución de una nueva vivienda o una segunda residencia construida con tierra en la región pampeana (D'Andrea, 2014).

Consideraciones teóricas

El concepto de sentido se utiliza para referir a la comprensión que los individuos tienen de sus propias acciones y de las acciones de otros (Weber, 1922). Mediante esta categoría es posible adentrarse en el mundo de las percepciones, las motivaciones e interpretaciones que los individuos atribuyen a sus propios modos de actuar, buscando interpretar el sentido social que subyace a toda acción social, en este caso la de construir y habitar en una casa de tierra.

Para este trabajo, se retoma el concepto de *habitus* de Bourdieu (2007), definido como el conjunto de disposiciones, preferencias y prácticas incorporadas por los sujetos a lo largo de sus vidas a través de su socialización y experiencia en el mundo, el cual influye fuertemente en sus elecciones de consumo. Desde esta perspectiva, las personas tienden a consumir y apreciar aquellas formas culturales que se alinean con su *habitus* y su capital

cultural (Bourdieu, 1988). Así, las preferencias de consumo no son individuales, sino que resultan en buena medida de la posición ocupada dentro de la estructura de clases. Para este autor, el estilo de vida se corresponde con el conjunto de prácticas llevadas a cabo por los agentes, incluidos sus hábitos, sus gustos y sus modos de usar el tiempo (Bourdieu, 1988). Con este marco conceptual, el sentido, el deseo y la decisión de construir y vivir en una casa de una determinada materialidad, en este caso la tierra, se entienden como elementos socialmente configurados y no como elecciones azarosas o personales y, por lo tanto, responden a disposiciones sociales que contribuyeron a que este material sea considerado una opción posible, razonable y deseable.

Por último, se recuperan los aportes de Giddens (1995), quien explica que el concepto de estilo de vida se estructura como una parte central de la identidad individual y se desarrolla en un contexto de cambios sociales y culturales de la sociedad moderna, caracterizada por una “modernidad reflexiva”. El estilo de vida es una forma de definir el “yo”, ejerciendo una serie de decisiones diarias de forma reflexiva, que se vinculan con valores, deseos y aspiraciones individuales en lugar de simplemente seguir las tradiciones o normas impuestas externamente. De esta manera, las personas utilizan sus elecciones de estilo de vida para definirse a sí mismas y para comunicar “coherentemente” su identidad a los demás mediante la narrativa de su propia vida.

METODOLOGÍA

Este trabajo se realizó con una metodología cualitativa de diseño flexible. Portó un carácter exploratorio, ya que constituye una primera aproximación a una temática poco estudiada y se posiciona desde un marco teórico-metodológico interpretativo que posibilitará contribuir a la comprensión del fenómeno social desde la perspectiva de los actores (Vasilachis de Gialdino, 1992). La principal técnica utilizada fue la entrevista en profundidad semiestructurada a personas que habitan y decidieron construir con tierra en localidades de la Región Metropolitana Santa Fe-Paraná.

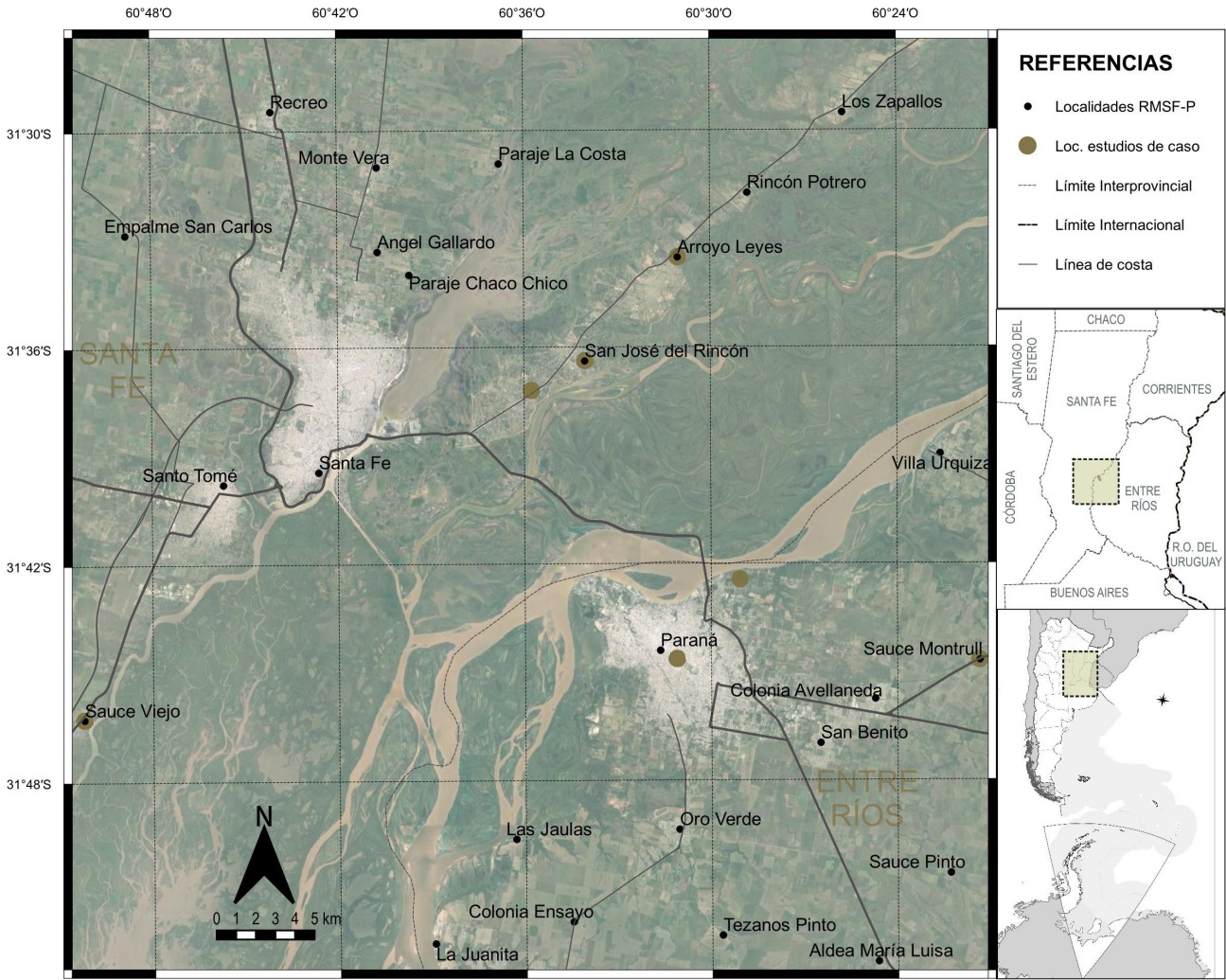
El recorte geográfico se corresponde con la Región Metropolitana de Santa Fe-Paraná (RMSF-P) que se observa en la Figura 1. Este comprende dos ciudades capitales, Santa Fe y Paraná, que funcionan como centros principales de núcleos urbanos aglomerados, ciudades

perimetrales y pequeñas localidades, todas ellas interconectadas en términos de infraestructuras, actividades económicas y espacios rurales y naturales (Soijet et al., 2017). Las casas visitadas se ubican a no más de 50 km de cada una de las capitales provinciales, respectivamente, en distintos barrios de la costa de Santa Fe (Colastiné y Colastiné Norte) y Paraná (Bajada Grande y La Toma Vieja), así como en algunos pueblos aledaños (Rincón, Arroyo Leyes, Sauce Viejo y Sauce Montrull).

Estas casas se encuentran en espacios con entornos rurales de gran predominio de vegetación, con paisaje ribereño cercano a distintos ríos de la zona. De las catorce casas estudiadas, once fueron construidas con técnicas mixtas¹ (Figura 2), mientras que las tres restantes fueron construidas con mampostería de adobes asentados en barro.

1 Las técnicas mixtas se componen de una estructura de madera rellena con una mezcla de barro y fibras vegetales y revocada con tierra (Viñuales, 1994; Neves y Borges Faría, 2011).

Figura 1. Recorte territorial de estudio. Región Metropolitana de Santa Fe-Paraná (Argentina)



Fuente: elaboración propia con información georreferenciada propia, del Instituto Geográfico Nacional, la Base de Asentamientos Humanos de la República Argentina y del software satelital de acceso libre Google Earth (2024). CC BY NC SA.

Figura 2. Casa construida con técnicas mixtas



Fuente: fotografía tomada en 2022 durante el trabajo de campo de investigación. CC BY NC ND.

Se realizaron catorce entrevistas a personas que decidieron construir sus casas con tierra y el total de personas entrevistadas ascendió finalmente a diecisiete, dado que en muchos casos en la entrevista participaba la pareja del contacto principal. La selección de la muestra se basó en la búsqueda de la mayor diversidad posible en términos de formas de producción, técnicas constructivas y ubicaciones geográficas dentro del área de análisis.

En general, el primer contacto con los habitantes se realizó a través de profesionales de la construcción con tierra, con quienes existía relación previa. En cambio, para el caso de las familias que autoconstruyeron se aplicó un muestreo en cadena, conocido como técnica

de “bola de nieve” (Taylor y Bogdan, 1992) y se llegó a ellas mediante personas entrevistadas previamente. Cabe destacar que todas las entrevistas se llevaron a cabo en los domicilios de los habitantes, por lo que se accedió a una importante fuente de información etnográfica valiosa.

Las entrevistas partieron de un cuestionario que indagaba sobre la situación económica del grupo, su vida cotidiana, las razones para elegir la tierra, el proceso de construcción de la obra y la experiencia de habitar sus casas. Esto permitió ordenar la conversación, pero solo actuó como disparador para que la entrevista se abriera a preguntas no planificadas emergentes de las circunstancias.

RESULTADOS

Características socioeconómicas de los habitantes de casa de tierra

En el transcurso de este trabajo se identificaron las principales características socioeconómicas compartidas entre las personas entrevistadas. La franja etaria predominante abarcaba desde los 35 a los 45 años de edad². Todas las personas contaban con estudios de nivel medio y la mayoría de ellas culminaron algún tipo de formación superior. En cuanto a las configuraciones familiares, predominaron las parejas jóvenes no parentales, pero también se hallaron parejas jóvenes con infantes de hasta 10 años y personas solteras.

Respecto al mundo laboral, se observaron ocupaciones relacionadas con: trabajos manuales, oficios, y/o al aire libre (herrería, carpintería, bioconstrucción, gastronomía, técnico agrónomo); relacionados con el arte y el diseño (música, arte circense, diseño gráfico); profesiones de índole académica (docencia e investigación en nivel secundario y universitario); trabajos relacionados con la salud y la medicina tradicional y/o alternativa (biosalud, yoga, terapias alternativas, enfermería y psicología); manufactura de productos a base de plantas (aceites y cosmética natural, sahumerios, otros).

La gran mayoría de las personas tenía un trabajo independiente³. Dentro de este grupo se hallan quienes realizan oficios de terapias medicinales alternativas, emprendedurismo o profesiones autónomas como psicología, arte, etc. Por otro lado, algunas ocupaban puestos fijos en instituciones públicas o privadas. No obstante, cabe señalar que muchas contaban

con dos o más trabajos, combinando ambos tipos de relaciones laborales.

Un elemento fundamental en la forma en que estas personas se relacionaban con el trabajo fue la flexibilidad para gestionar los horarios o definir el grado de productividad en cada momento. Todas valoraban la posibilidad de “maniobrar” estrategias que les permitieran flexibilizar los tiempos de trabajo para adaptarlos a sus necesidades personales. Sobre ello manifestaron que intentaban sostener un estilo de vida dentro del cual el trabajo “no es el aspecto central de la vida”, sino tan solo uno más. En la gran mayoría de los casos apareció muy presente la idea de que no es bueno “vivir para trabajar”, que el trabajo no debería ocupar todo el día, el deseo de vivir “el presente” y la importancia de disponer de “tiempo libre” para dedicarse a realizar actividades recreativas y de disfrute por fuera de su ocupación, entendiendo esto como una forma de mejorar su calidad de vida. Según se observó en las entrevistas, esto aparece vinculado con la preferencia de pasar mucho tiempo en la casa, realizando diversas actividades de recreación u ocio, compartiendo tiempo con seres queridos, manteniendo la huerta y/o el jardín o realizando alguna refacción hogareña, o recreativa.

Muchos testimonios otorgaban valor a la posibilidad de tener trabajos que aportaran un sentido de desarrollo personal y constituya un espacio de goce, en un fuerte y reflexivo intento de buscar alinear el proyecto laboral con su proyecto personal de vida y los propios

² En los extremos se observa que la edad máxima registrada en este grupo de entrevistas corresponde a una mujer de 58 años, y la de menor, una mujer de 29 años.

³ Se refiere a trabajo independiente siempre en referencia a la muestra explorada, mas no en un sentido universalizante.

intereses. Se detectó que muchas de las personas entrevistadas, en algún momento de su trayectoria vital adulta, sintieron que su actividad laboral entraba en tensión con ese “estilo de vida” deseado, marcado por la búsqueda de la tranquilidad, la conexión con la naturaleza y la cotidianidad con la familia. Por ello, llegaron a tomar decisiones que implicaron un cambio o sacrificio importante, como la disminución de los ingresos al dejar un empleo estable o incluso dejar de trabajar por un tiempo.

La mayoría manifestaba en su discurso cierta indiferencia o despreocupación hacia los bienes materiales o considerados de “lujo”. Sobre esto, una entrevistada decía: “Para nuestros conocidos fue toda una novedad. ¡Para mis amigas ‘una casa de barro’, qué sé yo... Yo iba a escuela de monjas... Ellas se construyeron ultra-mansiones, baños de granito! ¡Para mí eran la madera, el barro y ya está!”. En testimonios como estos se observó cómo se valora la idea de construir una casa sencilla, alineada con un estilo de vida austero y sin ostentación.

El encuentro personal con la tierra

Las aproximaciones a la tierra como material de construcción resultaron variadas. Muchas personas conocieron la tierra de forma indirecta cuando supieron de la existencia de este material constructivo. Esto despertó su curiosidad y deseo de profundizar sus conocimientos mediante diversas instancias formativas y/o participando de mingas para la construcción de casas de tierra⁴.

También hubo quienes tuvieron su primer contacto por pertenecer a círculos sociales donde la casa de tierra es un elemento cultural presente. En estos casos, el contacto ocurrió de

manera directa, por haber visitado viviendas de amistades o familiares.

Por último, debe mencionarse, que solo una de las entrevistadas conoció la tierra por haber tenido la experiencia propia de habitar un “rancho” durante su infancia.

La casa de tierra y la conexión con la naturaleza

Como elemento común en todas las entrevistas, se identificó que la decisión de habitar en una casa de tierra aparecía en íntima asociación con un deseo profundo de cambiar el estilo de vida. El hecho de empezar a vivir en un entorno alejado de la ciudad aparecía junto al interés por separarse del “humo”, el “estrés” y el “ruido” de la ciudad, en la búsqueda de conectar de forma cotidiana con “la naturaleza” y “escuchar vacas de fondo y mil pajaritos”, el “aire fresco en verano” y la posibilidad de tener árboles y plantas en los lugares que habitan.

En este marco, las personas manifestaban que desarrollar la vida en un entorno “más natural” era una razón para optar por una casa de tierra. En sus términos, la tierra como materialidad era una forma tangible de lograr esta “armonía total con la naturaleza” y sus “beneficios”. Al respecto, una de las personas entrevistadas expresaba: “Qué satisfacción también, poder disponer un lugar que pueda generar con recursos que te da la naturaleza y que sea un lugar más habitable, más amoroso para tu persona” (A.D.). En algunos casos, esta mirada sobre un habitar “armónico” iba acompañada por la presencia de huertas, árboles frutales, galerías con enredaderas, en algunos casos gallineros, tal como puede apreciarse en la Figura 3.

Figura 3. Entorno en el cual se emplazan las viviendas estudiadas



Fuente: fotografías tomadas por Josela Garcilazo en 2022. CC BY NC ND.

⁴ Las mingas son prácticas ancestrales de organización del trabajo y espacio de encuentro, conocimiento y fortalecimiento de la unidad de las comunidades (Blanco et al., 2022), en este caso aplicadas a la producción del hábitat.

La casa de tierra es vista como un modo de convivir cotidianamente con la naturaleza y experimentar, según los testimonios, la “tranquilidad”, el “silencio”, los “sonidos de las plantas y animales”, y fundamentalmente como algo que se contrapone con lo *urbano*. De esta manera, tener un hogar construido con tierra es asociado con una posible “comunidad” con el ambiente. “Nos da tranquilidad estar cerca de la naturaleza. Esto es estar cerca de la naturaleza, porque es de barro. O sea, a la arena la sacamos de acá, cuando abríamos los cimientos. [...] los recursos los dispones del lugar” (C.D.).

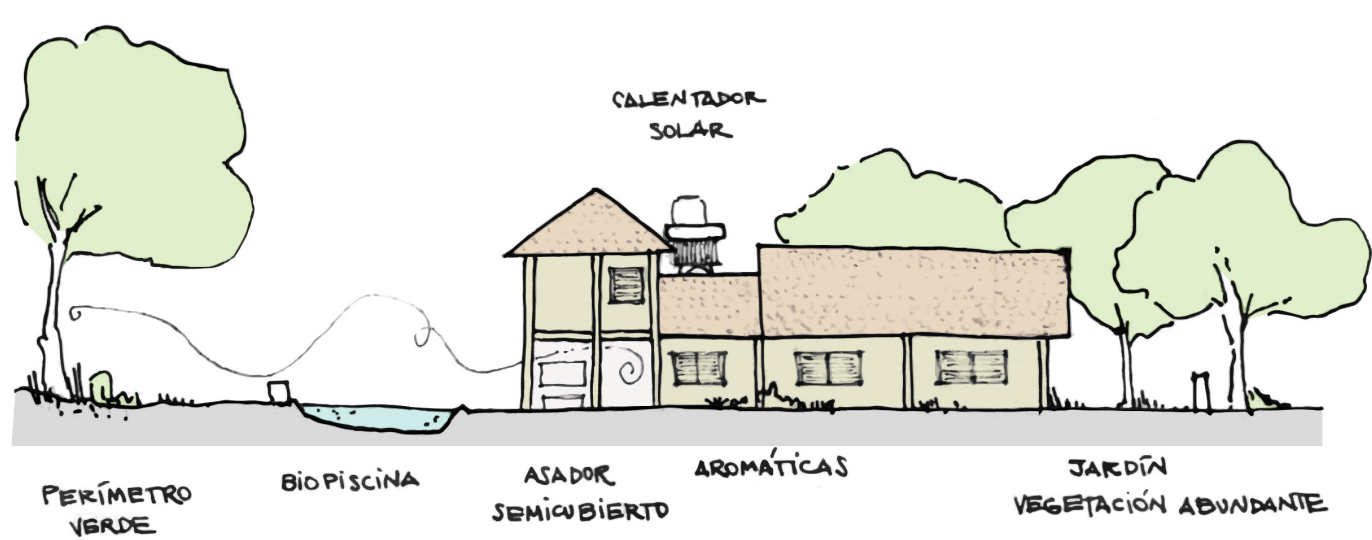
Cabe señalar que los patrones de tejido residencial muy bajo y periurbano manifiestan una imagen del paisaje rural o de campo relacionada con el verde, la vegetación abundante y el suelo fértil, que es posible de encontrar las localidades estudiadas de la RMSF-P y, al mismo tiempo, se benefician de las cercanías a centros urbanos mayores y la alta conectividad con ellas (Martínez de San Vicente et al., 2015).

De hecho, la evidencia es contundente al mostrar que la gran mayoría de las personas entrevistadas nacieron en ciudades, pero en determinado momento de su trayectoria decidieron trasladarse a estos espacios. Incluso, algunas de ellas que optaron por sostener sus puestos laborales en Santa Fe o Paraná realizaban —a menudo con disgusto— viajes diarios

o semanales a la “ciudad”. En este sentido, cabe recuperar el testimonio de una de las entrevistadas que expresaba: “A mí la ciudad me parece horrorosa. ¡No puedo entender cómo la gente vive allí! Incluso ahora que estoy armando mi consultorio allá en Santa Fe en el Centro, y digo no te la puedo creer, cada vez que tengo que ir para allá” (A.B.). Al igual que ella, la mayoría expone sentimientos de disgusto y hasta rechazo respecto a vivir en la ciudad asociándolo como una mala calidad de vida. “Uno empieza a querer tener otra calidad, digamos, mejorar la calidad de vida no solo desde la alimentación sino desde el hábitat también” (J.D.).

Sumado a esto, el deseo de comunidad con lo natural o lo rural, se relaciona con el modo en que las personas piensan el diseño de sus viviendas, que tiende a incluir los elementos preexistentes en el emplazamiento. Es frecuente que desde la propia instancia inicial del proyecto de las casas se contemplen directrices relacionadas con estrategias bioclimáticas, espacios transicionales entre el interior y el exterior, así como tecnologías relacionadas con el uso sustentable de las aguas, la eficiencia energética y los residuos orgánicos. A continuación, se presenta el esquema de una de las casas y el planteo proyectual de otra casa en desarrollo de la zona con un marco de producción similar (Figuras 4 y 5).

Figura 4. Croquis de una de las casas de tierra visitadas



Fuente: elaboración propia. CC BY NC ND.

Figura 5. Vista superior de un proyecto para una casa de tierra de similares características



Fuente: pieza gráfica gentileza de María Eugenia Germano. CC BY NC ND.

Los beneficios asociados a la tierra como material

Una mención común en gran parte de las entrevistas realizadas son los atributos positivos de la tierra como materialidad en relación con lograr mayor confort respecto de otras opciones tecnológicas. Unas de las referencias más destacadas son la “posibilidad de respirar” y la “falta de humedad” dentro de la casa. Sobre esto, M.A. decía: “Una de las características de la casa de barro es que no hay humedad básicamente, porque todo respira. En el baño se nota. Dejás una toalla colgada y se seca superrápido”. Los relatos señalaron ventajas respecto del confort térmico. En palabras de R.C: “Todos los beneficios que tiene el barro ¿Viste? Cuando hace frío se mantiene el calor acá adentro, que cuando hace calor se mantiene el fresco, no es tan brusco como cualquier otra construcción”.

Además, la tierra y las fibras vegetales suelen ser vistos como más amigables con el cuerpo humano. Muchas personas comentan que la casa de tierra es mejor para quienes sufren de alergias y destacan lo ventajoso de que durante la construcción no se utilicen materiales con químicos, lo cual, además, impacta positivamente luego en quienes la habiten.

Un último aspecto por destacar fue la aparición de la dimensión estética de la construcción. Las personas entrevistadas solían reafirmar su preferencia por la tierra considerando lo propiamente estético de este tipo de construcciones, al mismo tiempo que se distanciaban de ciertos discursos negativos ligados a este punto. Soste-

nían que la estética de la casa de tierra nunca fue algo que los desanimara a elegirla y expresaban “no tiene por qué ser desprolija o con malas terminaciones, como se tiende a creer”. Sumado a esto, algunas personas se mostraban contrariadas con la asociación frecuente de la casa de tierra con la pobreza o con “ser hippies”.

El aspecto económico de la elección

La construcción de una casa conlleva un costo económico que involucra el valor del suelo, la adquisición de insumos, su transporte y acopio, el trabajo humano para la edificación (comúnmente considerado mano de obra) y los tiempos que entran en juego. En relación con las fuentes económicas que les permitieron el acceso al terreno para la construcción de la vivienda, una mayoría significativa manifestó que provenía de herencias familiares o por donación familiar, algunos casos señalaron que la compra se realizó con ahorros personales y otros tuvieron acceso a líneas de crédito Procrear⁵.

En relación con el aspecto económico, las entrevistas exhiben dos miradas. Por un lado, y sobre todo en los casos en que la obra había sido tercerizada, la elección de la casa de tierra no dependió de una cuestión de costos. La mayoría reconoció, incluso, que no disponía inicialmente de demasiada información respecto de la diferencia económica que pudiera existir con sistemas constructivos convencionales. Sostenían: “Salió más barato en comparación de lo que yo pensé. Yo no fui

⁵ El Programa de Crédito Argentino del Bicentenario para la Vivienda Única Familiar (Procrear) fue un programa del Gobierno nacional de Argentina que otorgó créditos para la construcción y compra de viviendas y/o lotes con servicios.

con la idea ‘en esto vamos a ahorrar’ (J.C.)” o “Ni aunque tengamos que pagar de más... Lo hubiésemos hecho igual, digamos” (E.T.).

Por otro lado, en el caso de quienes autoconstruyeron, se observa que el aspecto económico sí pudo tener un peso mayor al momento de elegir este modo de construir, en tanto otorgaba la posibilidad de ahorrar el costo de mano de obra. “Económicamente también fue una de las cosas que nos llevó a la autoconstrucción en

barro”. Sin embargo, estas personas afirmaban que, de haber tenido más dinero habrían delegado a terceros el proceso constructivo, pero nunca poniendo en duda la elección de la tierra como material. “Por supuesto que si hubiésemos tenido la plata, hubiese sido todo más aliviado, decir ‘Bueno, tomá, traé, te pago y traé un equipo de gente y que haga todo para marzo’” (A.C.).

DISCUSIÓN

A partir de lo observado, indagamos sobre los sentidos sociales asociados a la elección de construir y habitar una casa de tierra. Para ello, iniciamos reconociendo algunas características relevantes para el análisis comparadas por estas personas. En principio, se trata de aspectos coincidentes con las dinámicas propias de la neorruralidad. En los estudios rurales se ha definido a la *neorruralidad* como un proceso social, más o menos contestatario al modelo de vida urbano, que promueve una alternativa de vida vinculada a la migración ciudad-campo (Méndez Sastoque, 2012; Mikkelsen, 2009; Muzlera, 2019). Los estudios de Trimano (2014; 2019) afirman que este tipo de movilidad residencial incluye un proyecto vital para el reencuentro con lo esencial, la contemplación de la naturaleza, la libertad y el mejor uso del tiempo personal. Además, Trimano y von Lücken (2019) amplían que estas personas presentan características similares a las registradas en la RMSF-P: pertenecen a una franja etaria de 30-60 años, provienen de estratos medios y medios altos, la mayoría poseen una profesión de educación superior y su migración a espacios rurales o rururbanos no está fundada en una necesidad socioeconómica, sino más bien en las atracciones positivas que estos grupos sociales encuentran en un entorno rural.

Coincidimos con Bourdieu (1988) cuando plantea que las disposiciones sociales que subyacen a las acciones de los individuos los inclinan hacia determinadas prácticas o consumo de bienes materiales. En este marco, toda elección de bienes culturales implica una sociología del gusto, el cual es construido socialmente, se encuentra en íntima relación con la posición social que ocupa un individuo en la estructura social de clases, objetivado en su *habitus* (Bourdieu, 1988). En diálogo con este autor, se avanza en el análisis acerca de las implicancias sociales de la elección de la casa de tierra para estas personas.

Cabe señalar que, por su carácter exploratorio, este trabajo no pretendió realizar un análisis exhaustivo en términos de clase social (lo cual constituía una investigación aparte); sin embargo, los resultados exhibidos sugieren la existencia de ciertas afinidades sociales y culturales o, en términos de Bourdieu, de *habitus*, entre las personas entrevistadas.

En principio, es posible evidenciar que las personas entrevistadas tienen rasgos compatibles con los sectores sociales medios de Argentina. Por un lado, todas demostraron contar con el capital necesario para construir una vivienda propia o para acceder a las líneas de crédito de la época. Más allá de los matices, todas poseían condiciones de acceso a un terreno rururbano —sea por herencia o por disponer del dinero para comprarlo— y de los medios económicos para avanzar autónomamente en el proceso constructivo de sus casas. Asimismo, disponían de trabajos con flexibilidad horaria que les permitía suspender o disminuir sensiblemente el tiempo dedicado al trabajo en pro de la construcción, sin que esto implicara poner en peligro su supervivencia o nivel de vida⁶. A su vez, se destaca que estas personas contaban con el capital cultural suficiente para desarrollar trabajos con cierto grado de especialización o profesionalización.

Ubicar a las personas entrevistadas en los sectores medios resulta útil para comprender e interpretar más cabalmente sus motivaciones a la hora de optar por una casa de tierra. En relación con esto, tiene sentido que el elemento económico no haya aparecido como un condicionante específico al momento de optar por este material o que su elección no se haya fundado en una dificultad para costear otras alternativas constructivas. Por el contrario, aun cuando otras formas constructivas aparecían en su horizonte de posibilidades, estas personas optaron *reflexivamente* por la casa de tierra. Esto es central para comprender el sentido con

⁶ Disponer de este tiempo es clave, ya que, según se pudo constatar en el trabajo, sea tercerizada o autoconstruida, la casa de tierra demanda una fuerte presencia personal a lo largo del proceso de construcción que muchas veces requiere disponer de un trabajo que permita objetivamente esta presencia.

el cual estos habitantes se expresan, ya que en muchos casos reconocieron haberse enfrentado a los “prejuicios” alrededor de esta forma constructiva y la “mirada” social por haber roto cierta expectativa socialmente esperable.

Bourdieu (1988) plantea que las razones por las cuales se elige una cosa y no otra, junto con las apreciaciones y valoraciones que acompañan esta justificación, revelan en cierto modo el *punto de vista* del individuo en un espacio social, en una estructura de clases. De acuerdo con esto, cabe señalar que los *habitus* de estas personas se construyeron principalmente en condiciones urbanas y, por lo tanto, que las resignificaciones que hicieron en relación con la “naturaleza”, “lo rural” y la “calidad de vida” no pueden entenderse separadamente de su propia experiencia previa en la ciudad.

Es posible pensar que esta búsqueda de *distanciamiento geográfico* va acompañada de un *distanciamiento simbólico* y que, más allá de elegir habitar una casa de tierra, en la decisión de vivir en un espacio rurubano, se están *diferenciando* de quienes prefieren un estilo de vida urbanizado. Entendido desde la mirada de Bourdieu, la valoración por cambiar de espacio de vida puede ser entendido como una forma de *distinción social*.

Se reconoce que la decisión de mudarse a espacios rurubanos de la RMSF-P muchas veces puede responder a restricciones para conseguir un lote urbano en Santa Fe y Paraná, donde los precios del suelo resultan elevados para las clases medias y bajas de la zona (Szupiany et al., 2019). Así, los espacios rurubanos permiten la disponibilidad de conseguir terrenos de mayores tamaños e incluso, como mencionamos, con belleza paisajística fluvial valorada regionalmente.

Los resultados exhibidos coinciden con lo que observa Muzlera (2019) en que para las personas con características de neorruralidad la migración a un entorno rural proviene de un profundo deseo de mejorar la calidad de vida. Por ello, la elección de la casa de tierra puede ser entendida como una estrategia de diferenciación simbólica por una búsqueda contracultural respecto del ritmo de vida urbano. Esta decisión lleva implícitos sentidos sociales contruidos sobre la ruralidad, la naturaleza y, especialmente, del estilo de vida que estas personas esperan tener allí.

Considerando la teoría de Bourdieu, la separación entre los diferentes gustos mediante los esquemas clasificatorios constituye una operación por la cual se diferencia y distingue, dando más valor a ciertas prácticas y bienes que a otros. Por lo tanto, se puede entender que los sentidos asociados a la elección de mudarse a un espacio rurubano y a la búsqueda de un cambio de vida llevan implícitos una diferenciación respecto a un estilo de vida urbano y

lo que esto representa para los sujetos. Estas decisiones disputan los sentidos asociados con otras formas de vivir, de habitar y de obtener mejor calidad de vida.

Lo que parece estar en disputa simbólica es, precisamente, lo que implica para estas personas la propia noción de “calidad de vida”. Esta mejor “calidad de vida” parece vincularse a lo que Trimano (2014) refiere como dimensiones introspectivas: el escape de la ciudad, la búsqueda de conocimiento personal, la búsqueda de una vida más feliz y sana y la elección de caminos opuestos a lo instituido. También se observa en los relatos de estos individuos cierto rechazo hacia la posesión excesiva de bienes materiales, lo cual puede entenderse como una forma de diferenciación de quienes entienden el consumo como forma de mejorar la calidad de vida. Asimismo, estas personas otorgan gran valor al tiempo de ocio en la vida cotidiana, estableciendo así la diferenciación con quienes priorizan, sobre todo, la actividad laboral. Por último, aparece la contraposición de los sentidos asociados a la naturaleza y a la ciudad, respectivamente, donde a la vida “tranquila” del entorno rural se opone la vida “estresante” y/o “ruidosa” del estilo de vida urbanizado.

En este marco, las personas que habitan estas casas, aunque cuentan con capitales económicos, culturales y sociales que les permitirían construir casas con materiales convencionales en la ciudad, *eligen* hacerlo con tierra, en una zona más rural, con un nuevo estilo de vida, marcando una *distancia* no solo con formas constructivas hegemónicas, sino también, con ciertas prácticas y sentidos asociados a ellas. Como plantea Bourdieu (1990): “Los gustos son inseparables de las repulsiones, la aversión por estilos de vida diferentes es probablemente una de las más poderosas barreras entre las clases” (p. 176).

En este sentido, la casa de tierra no puede ser entendida como elección aislada, sino como una pieza que forma parte de un estilo de vida más amplio que incluye otros elementos. Giddens (1995) sostiene que la construcción del estilo de vida se da en un contexto de hiperrreflexividad social en torno a las decisiones personales, en miras a ajustarlas a los valores y aspiraciones propias. Como ya se dijo, esta elección va de la mano con un estilo de vida más alineado con cierta forma de vincularse con el ambiente, relegar ciertos hábitos convencionales de consumo y de usos del tiempo, etc. En este mismo sentido, también se debe interpretar la pretensión de estas personas por desarrollar trabajos alineados con sus valores, intereses y objetivos personales, ya que el tipo de trabajo que una persona realiza y la organización de su tiempo laboral pueden configurar activamente sus hábitos cotidianos y el modo de interpretarlos (Giddens, 1995). Se podría

decir que, mediante la decisión de construir con tierra, a la par de muchas otras elecciones, estos sujetos edifican un “proyecto del yo” (Giddens, 1995) que conecta de forma más o menos coherente, más o menos consonante, con la identidad que construyen sobre quiénes son y quiénes desean llegar a ser.

El estilo de vida que incluye la elección de la casa de tierra se erige en sí mismo como un bien

CONCLUSIONES

Este trabajo contribuye al conocimiento de los sentidos sociales que intervienen en la elección de la tierra, y su relación con los estilos de vida que desarrollan los habitantes dentro del área estudiada. Así, la valoración del encuentro individual con la tierra como tecnología posible, la búsqueda de una mayor conexión con el entorno natural y las ventajas comparativas que se observan en términos de calidad de vida fueron identificadas como las motivaciones más recurrentes. En dicho sentido, una de las conclusiones más importantes del trabajo ha sido la de complejizar el análisis para comprender que la elección que muchas personas hacen de construir su casa propia con la tierra como materialidad predominante forma parte de un abanico de elecciones que configuran un estilo de vida más amplio, alineado con valores, deseos y aspiraciones individuales.

En este trabajo se demostró que resulta imposible comprender la elección de la tierra solo por racionalidad económica, y que las motivaciones para elegir construir y habitar una casa de tierra en la Región Metropolitana Santa Fe-Paraná se vincula con la necesidad que tienen estas

cultural capaz de operar en términos de distinción social, en tanto la decisión de construir una casa de tierra produce efectos simbólicos socialmente significativos. La tierra forma parte de una elección reflexiva dentro de un estilo de vida perseguido en pro de mejorar la “calidad de vida”, por aquellos que, disputando los sentidos históricamente asociados a la tierra, resignifican su elección por este material, convirtiéndolo en un bien cultural deseable y elegible.

personas de optar por formas alineadas con el estilo de vida que buscan desarrollar: una mayor conexión y cercanía cotidiana con la naturaleza, en las afueras de la ciudad. Se evidenció cómo estos grupos neorrurales canalizan su disconformidad con las lógicas del modo de vida de la ciudad decidiendo mudarse a una localización “más rural”, en busca de una mejor calidad de vida. Esta última es asociada frecuentemente con la posibilidad de gestionar sus tiempos de trabajo, disponer de tiempo de ocio en sus hogares para realizar tareas recreativas o pasar tiempo con la familia.

En adelante, se espera profundizar en la complejidad de los resultados obtenidos a la luz de las trayectorias de vida individuales de los sujetos y del proceso de toma de decisiones que involucró la efectiva materialización de las casas. Como deuda pendiente, este trabajo abre preguntas acerca de cómo estos sentidos sociales operan en la elección de las técnicas constructivas (adobe, quincha, BTC, otras) y las formas de producción de las casas de tierra (selección de saberes, tiempos, normativas, métodos de administración y gestión de las obras, obtención de insumos, etc.).

CONTRIBUCIONES Y AGRADECIMIENTOS

Este trabajo fue desarrollado en el marco del Proyecto de Investigación Homologado “Técnicas de construcción con tierra para procesos de remigración adecuadas a las regiones de la República Argentina (MSTCAFE0008109TC)”, financiado por la Universidad Tecnológica Nacional (Argentina) y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas.

Un agradecimiento muy especial para el ingeniero Ariel González, quien con su pasión por la docencia y el compromiso social ha impulsado muchísimas instancias de producción e intercambio de conocimiento científico sobre la construcción con tierra.

Los autores de este trabajo han realizado las siguientes contribuciones: Antonela Mostacero: formulación, diseño, redacción y elaboración de cartografía. Josela Garcilazo: recolección, análisis, interpretación de datos y resultados, y edición. Santiago Cabrera: formulación y diseño, búsqueda de financiamiento, coordinación de datos y redacción. Celeste Arnaudo: recolección, análisis, interpretación de datos y resultados. Los autores declaran que no tienen conflictos de interés relevantes en relación con la investigación presentada.

REFERENCIAS

- Aimino, M., Prono, M. I., y Gonzalo, A. (2015). *Racionalidad, elección teórica y evaluación de tecnologías* [Tesis doctoral]. <https://catalogo.biblio.unc.edu.ar/Record/ffyh.86539/Description>
- Arrigoni, A., Grillet, A. C., Pelosato, R., Dotelli, G., Beckett, C. T. S., Woloszyn, M., y Ciancio, D. (2017). Reduction of framed earth's hygroscopic performance under stabilisation: an experimental investigation. *Building and Environment*, 115, 358-367. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.01.034>
- Barada, J. (2014). Transformaciones vernáculas: Cambios y continuidades en las arquitecturas locales de la Puna Argentina. *Arquitecturas del Sur*, 32(46), 6-17. <https://revistas.ubiobio.cl/index.php/AS/article/view/738>
- Bestraten, S., Hormías, E., y Altemir, A. (2011). Construcción con tierra en el siglo XXI. Earthen construction in the 21st century. *Informes de la Construcción* (63), 5-20. <https://doi.org/10.3989/ic.10.046>
- Blanco, V., D'Angelo, A. C., y Gil, G. J. (2022). Producción social de hábitats. El caso de las "mingas de bioconstrucción" en dos zonas costeras de la provincia de Buenos Aires. *Sociedad y Ambiente*, 25, 1-22. <https://doi.org/10.31840/sya.vi25.2542>
- Bourdieu, P. (1988). *La distinción: Criterios y bases sociales del gusto*. Grupo Santillana Ediciones S.A.
- Bourdieu, P. (1990). *Sociología y cultura*. Editorial Grijalbo-CNCA.
- Bourdieu, P. (2007). *El sentido práctico*. Siglo XXI. <https://archive.org/details/bourdieu-pierre.-el-sentido-practico-ocr-2007/page/5/mode/2up>
- Cabrera, S., Aranda Jiménez, Y., Suárez Domínguez, E., y Rotondaro, R. (2020). Bloques de Tierra Comprimida (BTC) estabilizados con cal y cemento. Evaluación de su impacto ambiental y su resistencia a compresión. *Hábitat Sustentable*, 10(2), 70-81. <https://doi.org/10.22320/07190700.2020.10.02.05>
- Cuitiño-Rosales, M. G., Esteves-Miramont, A., y Najar, L. E. (2022). Respuesta de los muros de quincha al riesgo de condensación. *Hábitat Sustentable*, 12(2), 84-97. <https://doi.org/10.22320/07190700.2022.12.02.06>
- Cuitiño-Rosales, M. G., Rotondaro, R., y Esteves, A. (2020). Análisis comparativo de aspectos térmicos y resistencias mecánicas de los materiales y los elementos de la construcción con tierra. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 22(1), 138-151. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.2348>
- D'Andrea, S. (2014). Transferencia y autoconstrucción asistida en tierra. *Construcción con Tierra*, 7(6), 45-50. <https://publicacionescientificas.fadu.uba.ar/index.php/construccioncontierra/article/view/765>
- Esteves, M. J. (2014). Territorio y arquitectura: La vivienda vernácula del noreste de Mendoza (Argentina). *Zonas Áridas*, 15(2), 244-259. <https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/25619/CONICET-DIGITAL-ESTEVES.pdf?sequence=5>
- Garay, A., y Gómez López, C. F. (2018). *Hábitat rural y condiciones de vida en Tucumán* [Tesis doctoral]. <http://hdl.handle.net/11336/78933>
- Giddens, A. (1995). *Modernidad e identidad del Yo. El Yo y la sociedad en la época contemporánea* (1.ª edición en español). Península. <https://archive.org/details/giddens-a.-modernidad-e-identidad-del-yo-ocr-1997>
- Gómez Lende, S., y Velázquez, G. Á. (2014). Metropolización y desmetropolización: Tendencias y cambios en el sistema urbano argentino (2001-2010). *Ra'e Ga - O Espaço Geográfico em Análise*, 32, 7-39. <https://doi.org/10.5380/raega.v32i0.34787>
- Google Earth (2024, febrero). <https://earth.google.com/web/>
- Hegyi, A., Dico, C., y Catalán, G. (2016). Construction sustainability with adobe bricks type element. Urbanism. Architecture. *Constructii*, 7(2), 147-156. <https://www.proquest.com/scholarly-journals/construction-sustainability-with-adobe-bricks/docview/1771406207/se-2>

- Liernur, F. (2014). Radicar y controlar. La estrategia de la casa autoconstruida. En A. Ballent y F. Liernur, *La casa y la multitud. Vivienda, política y cultura en la Argentina moderna* (pp. 173-193). Fondo de Cultura Económica.
- Mandrini, M. R. (2017). *Reinterpretación del hábitat construido en tierra, a partir de experiencias colectivas en el marco de un paradigma cognitivo alternativo* [Tesis doctoral]. Facultad de Arquitectura, Urbanismo y Diseño - Universidad Nacional de San Juan.
- Martínez de San Vicente, I., Soijet, M., Cicchini, A., y Baglione, G. (2015, junio). *Patrimonio rural y paisaje. Los espacios de transición urbano-rural, un llamado de atención*. VII Seminario Internacional de Investigación en Urbanismo, Barcelona-Montevideo, junio 2015. Montevideo, Uruguay. <https://doi.org/10.5821/siiu.6180>
- Méndez Sastoque, M. J. (2012). El neorruralismo como práctica configurante de dinámicas sociales alternativas: Un estudio de caso. *Luna Azul*, 34. <https://doi.org/10.17151/luaz.2012.34.8>
- Mikkelsen, C. A. (2009). *Movilidad territorial y calidad de vida en los espacios rurales del partido de General Pueyrredón* [Tesis doctoral]. Universidad Nacional del Sur. <https://library.co/document/y6jorvnq-movilidad-territorial-calidad-espacios-rurales-partido-general-pueyrredon.html>
- Muzlera, J. (2019). Neorruralidad en el sudeste bonaerense. Uso del espacio y sociabilidades. *Contemporânea*, 9(2), 563-588. <https://doi.org/10.4322/2316-1329.104>
- Neves, C., y Borges Faría, O. (Orgs). (2011). *Técnicas de construcción con tierra*. Faculdade de Engenharia de Bauru, UNESP y Red Iberoamericana PROTERRA.
- Oliver, P. (2006). *Built to meet needs: Cultural issues in vernacular architecture* (1st ed.). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780080476308>
- Quevedo, C., y Mandrini, M. R. (Coords). (2019). *Debates sobre el hábitat: Una aproximación interdisciplinaria*. Conicet. https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/126538/CONICET_Digital_Nro.bc908f15-3a6d-4aaa-bd84-0f7999b9a0b3_A.pdf?sequence=2
- Rael, R. (2009). *Earth architecture*. Princeton Architectural Press.
- Rapoport, A. (1969). *House, form and culture*. Prentice Hall Inc.
- Rolón, G., Olivarez, J., Dorado, P., y Varela Freire, G. S. (2016). Las construcciones del espacio domiciliar y peridomiciliar rural como factores de riesgo de la enfermedad de Chagas. *Construcción con Tierra*, 1(7), 67-78. <https://publicacionescientificas.fadu.uba.ar/index.php/construccioncon-tierra/article/view/992>.
- Soijet, M., Gramaglia, V., García, V., Santiago, J., Poeta, P., y Aranovich, E. (2017). La complementariedad de procesos opuestos. Santa Fe-Paraná en el inicio de la consolidación metropolitana. *Pampa*, 15, 83-106. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2314-02082017000100004
- Szupiany, E. B., Floriani, H. D., y Fedele Abatidaga, J. (2019). *La traza y la mancha: Los corredores viales en los procesos de expansión y complejización de la estructura urbana de la ciudad de Santa Fe* [Tesis doctoral]. Universidad Nacional de Rosario. <http://hdl.handle.net/11336/80892>
- Taylor, S. J., y Bogdan, R. (1992). *Introducción a los métodos cualitativos de investigación: La búsqueda de significados* (1.ª reimpresión en España). Paidós Ibérica.
- Tomasi, J. (2010). *Geografías del pastoreo. Territorios, movilidades y espacio doméstico en Susques (provincia de Jujuy)* [Tesis Doctoral]. Facultad de Filosofía y Letras, Universidad de Buenos Aires.
- Tomasi, J. (2021). Vivienda rural campesino-indígena. En A. Salomón y J. Muzlera (Eds.), *Diccionario del agro iberoamericano* (pp. 1099-1105). Teseopress. <https://www.teseopress.com/diccionarioagro/>
- Trimano, L. G. (2014). *De la ciudad al campo. Tensiones entre culturas emergentes y preexistentes. El caso de Las Calles, Traslasierra, Córdoba* [Tesis doctoral, Universidad Nacional de Córdoba]. <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/4623>
- Trimano, L. G. (2019). ¿Qué es la neorruralidad? Reflexiones sobre la construcción de un objeto multidimensional. *Territorios*, 41, 119-142. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/territorios/a.6951>

- Trimano, L., y Von Lücken, M. (2019). Neorruralidad y comunidades espirituales. Una experiencia de ecoaldeas en las sierras de Córdoba, Argentina. *Aposta. Revista de Ciencias Sociales*, 81, 104-118. <https://apostadigital.com/revistav3/hemeroteca/trimano.pdf>
- Vasilachis de Gialdino, I. (1992). *Métodos cualitativos I. Los problemas teórico-epistemológicos*. Centro Editor de América Latina. <https://www.studocu.com/es-ar/document/universidad-nacional-de-villa-maria/metodologia-de-la-investigacion/irene-vasilachis-metodos-cualitativos/16354149>
- Viñuales, G. M. (Ed.). (2013). *Arquitectura vernácula iberoamericana*. Vol. 1. RedAVI. <http://hdl.handle.net/10433/5659>
- Viñuales, G. M. (Coord). (1994). *Arquitecturas de tierra en Iberoamérica* (1.ª edición). Subprograma XIV Viviendas de Interés Social HABYTED y Programa Iberoamericano de Ciencia y Tecnología para el Desarrollo-CYTED.
- Weber, M. (1922). *Economía y sociedad* (2.ª edición en español). Fondo de Cultura Económica.
- Wieser, M., Onnis, S., y Meli, G. (2020). Desempeño térmico de cerramientos de tierra alivianada: posibilidades de aplicación en el territorio peruano. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 22(1), 164-174. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2020.2633>
- Yepes González, A. M., y Bedoya-Montoya, C. M. (2023). La construcción sostenible en el ámbito de la educación superior en Medellín, Colombia. El caso de la construcción con tierra. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 25(2), 10-22. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2023.25.4603>



Identificación de barreras en la interacción entre Construcción Industrializada (CI) y Building Information Modeling (BIM)

Identifying Barriers in the Interaction Between Industrialized Construction (IC) and Building Information Modeling (BIM)

Enviado: agosto 16 / 2023 • Evaluado: febrero 19/ 2024 • Aceptado: febrero 2 / 2025

CÓMO CITAR

Sepulveda-Solari. I., Sarmiento-Herrera, S. y Peterssen-Soffia, G., (2025). Identificación de barreras en la interacción entre Construcción Industrializada (CI) y Building Information Modeling (BIM). *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 27(2), 71-82. <http://doi.org/10.14718/RevArq.2025.27.5448>

Ítalo Sepúlveda-Solari*
Universidad Autónoma de Chile
(Chile)
<https://ror.org/010r9dy59>

Sebastián Sarmiento-Herrera**
Universidad Autónoma de Chile
(Chile)
<https://ror.org/010r9dy59>

Gabriela Peterssen-Soffia***
Universidad Autónoma de Chile
(Chile)
<https://ror.org/010r9dy59>

RESUMEN

El presente artículo aborda el problema de las barreras que limitan la interacción efectiva entre la Construcción Industrializada (CI) y el Building Information Modeling (BIM), dos enfoques innovadores que prometen beneficios significativos en términos de eficiencia, sostenibilidad y calidad en la industria de la construcción. A pesar de sus ventajas, persisten obstáculos relacionados con factores económicos, culturales, tecnológicos, normativos y de gestión, que dificultan su adopción integrada. Este estudio identifica y analiza dichas barreras a partir de una revisión exhaustiva de la literatura y la experiencia profesional, evaluando su impacto en la implementación global de CI y BIM. Sin embargo, se detecta la ausencia de un método estándar para medir dicho impacto y proponer estrategias de solución. El artículo propone enfoques prácticos para superar estos desafíos, como la colaboración interdisciplinaria, la creación de estándares comunes, la formación profesional y la promoción de la investigación. Se concluye reflexionando sobre el potencial transformador de CI y BIM para el sector, siempre que se aborden eficazmente las barreras identificadas.

Palabras clave

building information modeling (BIM); construcción industrializada; digitalización; gestión; ingeniería de la construcción; productividad

ABSTRACT

This article addresses the issue of barriers that hinder effective interaction between Industrialized Construction (IC) and Building Information Modeling (BIM), two innovative approaches that promise significant benefits in terms of efficiency, sustainability, and quality in the construction industry. Despite their advantages, obstacles remain related to economic, cultural, technological, regulatory, and management factors, which limit their integrated adoption. This study identifies and analyzes these barriers through an extensive review of the literature and professional experience, assessing their impact on the global implementation of IC and BIM. However, the absence of a standard method for measuring this impact and proposing solution strategies is identified. The article proposes practical approaches to overcome these challenges, such as interdisciplinary collaboration, the development of common standards, professional training, and the promotion of research. The article concludes with a reflection on the transformative potential of IC and BIM for the sector, provided the identified barriers are effectively addressed.

Keywords

building information modeling (BIM); construction engineering; digitalization; industrialized construction; management; productivity

- Ingeniero en construcción, ingeniero civil, Universidad del Mar. Viña del Mar (Chile)
Magíster en Ingeniería en Construcción, mención Gestión de la Construcción, Pontificia Universidad Católica de Valparaíso. Valparaíso (Chile)
Doctorando en Departamento de Ingeniería y Gestión de la Construcción, Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago (Chile)
<https://scholar.google.com/citations?user=Pg9ylgoAAAAJ&hl=es>
<https://orcid.org/0000-0002-6019-9344>
italo.sepulveda@uautonoma.cl / i.sepulveda.solari@gmail.com
- Ingeniero en construcción, Universidad Autónoma de Chile. Santiago (Chile)
https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=-0dbQHIAAAAJ&view_op=list_works&gmla=AOv-ny_gDhSLJHlWzww9hHEC117QqbUbfo6WzR-bF4vGw-PNlWzLlhaqFYtILu1AkQu-Xq3BGuYAwLoECHST6vpxrO5pMe_5jOpwUcyopHY
<https://orcid.org/0000-0002-5160-9495>
sebastian.sarmiento@cloud.uautonoma.cl
- Arquitecta, Universidad Técnica de La Habana. La Habana (Cuba)
Doctora en ciencias técnicas, Instituto Superior José Antonio Echeverría. La Habana (Cuba)
<https://scholar.google.es/citations?user=u2O8n8AAAAJ&hl=es>
<https://orcid.org/0000-0002-3102-107X>
gabriela.peterssen@uautonoma.cl

INTRODUCCIÓN

La industria de la construcción es uno de los sectores más importantes y significativos para el desarrollo económico de un país. Contribuye a la economía con un promedio del 8% al 10% del PIB, promoviendo el crecimiento, generando empleo y actuando como enlace entre la economía y otras industrias (Dixit et al., 2019). A pesar de su relevancia, enfrenta desafíos significativos, como la baja productividad, que ha crecido solo un 1% anual en las últimas dos décadas, en comparación con el 2,8% de la economía mundial y el 3,6% de la industria manufacturera (Barbosa et al., 2017). Dicho estancamiento ha sido señalado como una de las principales barreras para la competitividad del sector, según informes como *The next normal in construction* (Ribeirinho et al., 2020).

La pandemia de COVID-19 puso de manifiesto la necesidad de innovación en la construcción, como lo evidencia la rápida edificación del hospital Wuhan Leishenshan mediante componentes modulares, lo que redujo significativamente los tiempos y la carga de trabajo en obra (Chen et al., 2021). En este contexto, metodologías como la Construcción Industrializada (CI) y el Building Information Modeling (BIM) emergen como estrategias clave para abordar los problemas de eficiencia, sostenibilidad y calidad en el sector (Lacey et al., 2020; Volk et al., 2014). La CI se basa en la fabricación en entornos controlados y el ensamblaje en sitio para mejorar la productividad, mientras que BIM ofrece una plataforma colaborativa para diseñar, construir y operar proyectos de forma más eficiente (Wu et al., 2021).

A pesar de los beneficios potenciales de estas metodologías, su integración efectiva

enfrenta múltiples barreras. En la literatura se identifican factores que dificultan la productividad en construcción, como la falta de coordinación, conflictos contractuales y la resistencia al cambio (Dixit, 2021). Además, las definiciones de CI y BIM varían ampliamente, lo que complica su implementación estandarizada. Por ejemplo, CI incluye elementos como la reducción de costos, la mejora de la calidad, la fabricación en entornos controlados y el uso de técnicas de producción avanzadas (Zabihi et al., 2013).

Para ello, se definieron como objetivos principales identificar las barreras que limitan la interacción entre CI y BIM, categorizarlas en factores clave y proponer estrategias para su abordaje. Este artículo aborda las brechas en esta interacción, enfocándose en barreras críticas relacionadas con factores económicos, culturales, tecnológicos, normativos y de gestión. Se utiliza la definición de BIM propuesta por Bilal Succar, que lo describe como un conjunto de metodologías, tecnologías y estándares para trabajar colaborativamente en un entorno virtual (Succar et al., 2012).

Asimismo, se discute cómo estas barreras afectan la capacidad del sector para adoptar estas metodologías, proponiendo estrategias basadas en la colaboración interdisciplinaria, la estandarización y la formación profesional. Finalmente, se presenta la estructura del artículo, que está organizado en las siguientes secciones: la metodología utilizada para el análisis, los resultados obtenidos, la discusión de hallazgos relevantes, y las conclusiones y recomendaciones para futuras investigaciones.

METODOLOGÍA

El presente estudio se enmarca en una revisión bibliográfica sistemática orientada a identificar las barreras en la interacción entre la Construcción Industrializada (CI) y el Building Information Modeling (BIM). Para la revisión bibliográfica se utilizaron tres bases de datos principales: Scopus, Web of Science y Google Scholar, seleccionadas por su amplia cobertura de revistas académicas y publicaciones científicas relevantes (Wu et al., 2021). Las palabras clave utilizadas incluyeron términos frecuentes en investigaciones relacionadas con CI y BIM, tales como: “IBS” (Industrialized Building System), “Industrialized Construction”, “Modularization”, “Building Information Modeling (BIM)”, “Barriers”, “Prefabrication” y “Offsite Building”. Para delimitar los resultados,

se aplicaron filtros temporales considerando publicaciones entre 2010 y 2023, y se incluyeron artículos en inglés y español.

El proceso de selección y filtrado comenzó con la recuperación inicial de 450 artículos. Estos fueron sometidos a un proceso de depuración en tres etapas: primera, revisión de títulos y resúmenes para evaluar la pertinencia, de la cual resultaron 250 artículos seleccionados; segunda, análisis del texto completo para confirmar su relación directa con el objeto de estudio, del cual quedaron 150 artículos, y tercera, la exclusión de duplicados y estudios que no abordaran específicamente las barreras en la interacción CI-BIM, con la cual la muestra final se redujo a 100 artículos.

Las barreras identificadas en la literatura se categorizaron en cinco factores principales: económicos, culturales, tecnológicos, normativos y de gestión. Para definir estas categorías se consideró el consenso, determinado en función de la frecuencia y convergencia de los temas señalados por distintos autores en los artículos revisados. Posteriormente, la información extraída fue organizada mediante técnicas de análisis cualitativo, utilizando herramientas como tablas comparativas y matrices de datos

para identificar patrones comunes y divergencias en los resultados informados en la literatura.

Para facilitar la comprensión del proceso, se elaboró un diagrama de flujo que describe de manera visual las fases de la metodología en la Figura 1, desde la búsqueda inicial hasta el análisis final. Este enfoque estructurado permite garantizar el rigor científico y la transparencia en la identificación y análisis de las barreras en la interacción entre CI y BIM.

Figura 1. Proceso metodológico para la identificación de barreras en la interacción entre CI y BIM



Fuente: elaboración propia (2023).

RESULTADOS

En el desarrollo del presente artículo, se aborda inicialmente la identificación de barreras que obstaculizan la interacción entre la CI y el BIM. Tras esta identificación, se procede a una profundización en cada una de estas barreras, categorizándolas en cinco dimensiones esenciales: factores económicos, culturales, tecnológicos, normativos y de gestión. Este enfoque se basa en un análisis de convergencia temática en la literatura revisada, permitiendo agrupar barreras específicas bajo categorías más generales que reflejan los aspectos clave de la interacción entre CI y BIM.

La identificación inicial de barreras parte de estudios como el de Rahman (2014), quien clasifica las barreras en siete principales: costo e inversión, experiencia y habilidades, estándares y herramientas, motivación y cultura, mercado de la industria, interfaz y flexibilidad, y proyectos. Otros estudios, como el de Hatem et al. (2021), destacan barreras financieras y de conocimiento, enfatizando en el papel de los actores de los sectores público y privado. Estos puntos en común permiten identificar barreras recurrentes que se organizan en un marco de análisis para facilitar su discusión en torno a CI y BIM.

La transición de las siete barreras iniciales a las cinco categorías se fundamenta en la convergencia de temas comunes. Por ejemplo, las barreras de “costo” y “entrenamiento del personal” se integran en la dimensión de “Factores económicos”, ya que ambas están relacionadas con la inversión y los costos asociados a la implementación. Del mismo modo, las barreras de

“motivación y cultura” se agrupan bajo “Factores culturales”, al abordar aspectos relacionados con la resistencia al cambio y las percepciones de los involucrados. Este proceso se detalla en la Tabla 1, donde se explicitan los factores y las referencias clave que los sustentan.

Factores comunes de barreras para la interacción CI-BIM

La literatura revisada indica cómo se relacionan la CI y la metodología BIM, por lo que sus barreras también se encuentran definidas para ambas tecnologías. Rahman (2014), respecto de la CI —categorizada como método moderno de construcción— adiciona como barrera las desventajas e identifica siete principales barreras en la implementación. Estas se relacionan con el costo e inversión, experiencia y habilidades, estándares y herramientas, motivación y cultura, mercado de la industria, interfaz y flexibilidad, y los proyectos (Rahman, 2014). En una perspectiva más práctica, el caso de estudio realizado por Hatem et al. (2021) identificó los elementos o barreras más significativos en la implementación de la CI, lo cuales, son el aspecto financiero y el conocimiento del sistema de construcción moderno, además destaca la importancia del rol de los actores de los sectores público y privado para la adopción de la CI. La revisión bibliográfica realizada converge en un común de barreras identificadas por distintos autores (Hatem et al., 2021; He et al., 2021; Ismail, 2021), como se muestra en la Tabla 1.

Tabla 1. Barreras comunes de CI

Barreras CI	Referencias
Costo	Ali et al., 2018; Al-Zwainy y Amer, 2016; Azhar, 2011; Feldmann et al., 2022; Hadi et al., 2017; Ibrahim et al., 2020; Jabar et al., 2015; Nawi et al., 2011; Nduka et al., 2019; Rahman, 2014 y Rashid et al., 2019.
Conciencia	Akmam Syed Zakaria et al., 2018; Ali et al., 2018; Al-Zwainy y Amer, 2016; Hadi et al., 2017; Ibrahim et al., 2020; Jabar et al., 2015; Mohd Amin et al., 2017; Nawi et al., 2011 y Rahman, 2014.
Conocimiento	Akmam Syed Zakaria et al., 2018; Ali et al., 2018; Al-Zwainy y Amer, 2016; Feldmann et al., 2022; Hadi et al., 2017; Ibrahim et al., 2020; Jabar et al., 2015; Mohd Amin et al., 2017; Nawi et al., 2011; Nduka et al., 2019; Rahman, 2014 y Rashid et al., 2019.
Actitud	Akmam Syed Zakaria et al., 2018; Ali et al., 2018; Feldmann et al., 2022; Ibrahim et al., 2020 y Rahman, 2014.
Entrega de proyecto	Akmam Syed Zakaria et al., 2018; Ali et al., 2018; Al-Zwainy y Amer, 2016; Ibrahim et al., 2020 y Jabar et al., 2015.
Trabajadores calificados	Ali et al., 2018; Al-Zwainy y Amer, 2016; Feldmann et al., 2022; Hadi et al., 2017; Ibrahim et al., 2020; Jabar et al., 2015; Ji et al., 2015; Nawi et al., 2011 y Nduka et al., 2019.
Diseño	Ali et al., 2018; Al-Zwainy y Amer, 2016; Feldmann et al., 2022; Hadi et al., 2017; Ibrahim et al., 2020; Jabar et al., 2015 y Nduka et al., 2019.

Fuente: elaboración propia (2023).

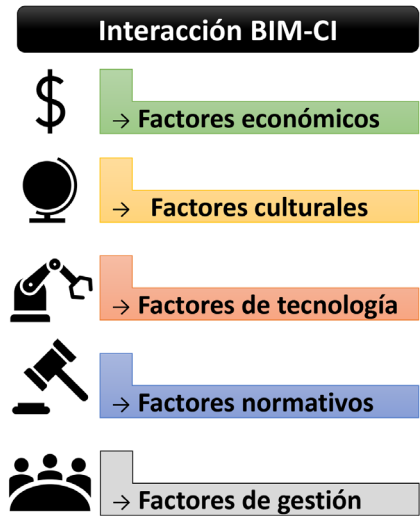
Las investigaciones realizadas coinciden en las barreras de implementación, las cuales tienden a tener puntos en común. Wu et al. (2021) señalan las barreras para implementar BIM en edificios industrializados, donde se identifican 23 barreras asociadas a 5 categorías: relación con las partes interesadas en el proyecto, relación con las fianzas, relación con los empleados, relación con el entorno exterior y relación con el *software*. En otro enfoque, el estudio realizado por Tan et al., (2019) en el cual se abordan barreras de implementación BIM en construcción prefabricada, estas son categorizadas en barreras técnicas, gestión, medio ambiente, financiamiento, normativa y gobernanza. Por otro lado, el estudio realizado por Wuni y Shen (2020) realza las barreras para la CI: de actitud, financieras, de proceso, de conocimiento, estéticas, de la industria, políticas y técnicas.

En otro estudio se identifican factores en función de: prácticas de cambio empresarial

para apoyar el BIM, sustitución de las tecnologías CAD por BIM, inversiones necesarias en *software*, formación y *hardware*, problemas legales relacionados con la fabricación y los diseños múltiples, dificultades para colaborar y compartir información entre los miembros del equipo de proyecto (Mostafa et al., 2020). Para Ahmed et al. (2014), los tres principales obstáculos para aplicar BIM son: disponibilidad del personal calificado, altos costos del *software* y alto costo de implementación de la tecnología BIM.

Es importante precisar que las barreras de implementación tienen un factor común para BIM y CI, con las cuales, según la literatura, se puede construir un marco para ordenar y profundizar la presente investigación. Estas barreras se agrupan en factores económicos, culturales, tecnológicos, normativos y de gestión, tal como se presenta en la Figura 2.

Figura 2. Factores comunes de barreras para la interacción BIM-CI



Fuente: elaboración propia (2023).

Factores económicos

La implementación de BIM y CI requiere una inversión inicial considerable, que incluye costos relacionados con la adquisición de *software* especializado, equipos tecnológicos avanzados y la capacitación del personal. Estas barreras económicas afectan principalmente a las pequeñas y medianas empresas, que suelen tener limitaciones presupuestarias significativas (Blismas y Wakefield, 2009; Xu et al., 2022). Además, los costos asociados a la contratación de expertos externos para asesorar o liderar la adopción de estas tecnologías pueden resultar prohibitivos, especialmente en mercados altamente competitivos (Tan et al., 2019). Otro aspecto crítico es el costo de oportunidad asociado a la transición de procesos tradicionales hacia metodologías industrializadas y digitalizadas, lo que requiere un compromiso financiero prolongado antes de percibir beneficios tangibles (Mostafa et al., 2020). Estudios recientes también señalan que en contextos donde la rentabilidad se basa en la licitación al menor costo, las empresas enfrentan dificultades para justificar inversiones iniciales significativas en tecnología, capacitación y recursos humanos especializados (Tan et al., 2019; Wuni y Shen, 2020; Xu et al., 2022).

Factores culturales

En la industria de la construcción, la resistencia al cambio cultural es una barrera profundamente arraigada que afecta la adopción de metodologías innovadoras como BIM y CI. Los profesionales suelen estar acostumbrados a métodos tradicionales y muestran escepticismo hacia las nuevas tecnologías, lo que genera una falta de demanda y aceptación en el sector (Arayici et al., 2012; Yan y Damian, 2008). Además, la falta de estrategias organizacionales claras para fomentar una cultura de cambio agrava este problema, ya que no se brinda suficiente apoyo de las empresas para generar confianza en los beneficios potenciales de estas tecnologías (Chen et al., 2022; Hatem et al., 2018; Lee y Yu, 2016; Wu et al., 2021). Este desafío es especialmente evidente en organizaciones pequeñas y medianas, donde la limitada capacidad de inversión y la falta de personal capacitado intensifican la resistencia cultural. Un estudio sobre la implementación de BIM en pequeñas y medianas empresas en Colombia destaca que la falta de planificación estratégica y recursos tecnológicos contribuye significativamente a esta problemática (Osorio-Gómez et al., 2024).

Además, se observa que los cambios culturales para adoptar BIM y CI deben incluir tanto el desarrollo de habilidades técnicas como una mentalidad colaborativa. Según una investigación reciente, las estrategias de cambio cultural en empresas del sector construcción deben considerar incentivos, capacitación

personalizada y programas de sensibilización que promuevan la confianza y la cooperación entre las partes interesadas (Osorio-Gómez et al., 2020). Superar estas barreras implica desarrollar programas estratégicos que incluyan incentivos, la implementación de mejores prácticas y el establecimiento de políticas claras que fomenten una cultura organizacional orientada al cambio tecnológico (Lee y Yu, 2016).

Factores de tecnología

La implementación de BIM y CI enfrenta desafíos significativos relacionados con la tecnología, y la interoperabilidad limitada entre *software* es una de las barreras más críticas. Esta dificultad genera pérdida de datos y falta de integración fluida entre diferentes plataformas tecnológicas, lo que afecta directamente la eficiencia del diseño y la construcción en entornos industrializados (Chan et al., 2019; Li et al., 2019). La interoperabilidad insuficiente no solo ralentiza los procesos, sino que también aumenta los costos operativos y reduce la eficacia en la toma de decisiones colaborativas (Siebelink et al., 2021).

Además, la falta de talento capacitado en el uso de herramientas tecnológicas modernas es otro desafío recurrente en la industria. La literatura señala que la ausencia de programas de formación específicos y la limitada disponibilidad de cursos de capacitación obstaculizan la transferencia de conocimientos y la adopción tecnológica en los niveles tanto operativos como directivos de las organizaciones (Ji et al., 2015; Wu et al., 2021). La necesidad de personal altamente especializado se combina con una baja oferta de formación en competencias digitales y manejo de *software* avanzado, lo que dificulta la implementación de estas metodologías en proyectos de CI (Leśniak et al., 2021).

Por otro lado, el costo asociado a la adquisición de *software* compatible y la actualización de sistemas existentes supone un obstáculo adicional, especialmente para pequeñas y medianas empresas con recursos limitados. Superar estas barreras tecnológicas requiere inversiones estratégicas en herramientas interoperables, programas de capacitación continua, y un enfoque colaborativo que fomente la estandarización de los procesos tecnológicos en toda la cadena de valor (Chan et al., 2019; Wu et al., 2021).

Factores normativos

La ausencia de estándares y regulaciones claras para la implementación de BIM y CI constituye una barrera significativa en la adopción de estas metodologías. La falta de políticas gubernamentales específicas que promuevan la estandarización y regulaciones claras sobre la propiedad intelectual, los seguros y los contratos dificulta su integración en proyectos de construcción (Chan et al., 2019;

Mohammad et al., 2014). En países donde no existen códigos normativos específicos, las empresas enfrentan mayores costos asociados al rediseño de proyectos y problemas relacionados con el mantenimiento y operación, lo que incrementa el costo total del proyecto (Tan et al., 2019; Wu et al., 2021). Este vacío normativo también limita la colaboración entre los actores del sector, ya que no se establecen directrices claras que faciliten el intercambio de información y la interoperabilidad tecnológica.

Por otro lado, se observa que en países con regulaciones avanzadas, como Inglaterra y Estados Unidos, se han logrado avances significativos en la implementación de BIM y CI gracias a la existencia de estándares obligatorios y bien definidos (Olanrewaju et al., 2020). Estos estándares no solo proporcionan un marco técnico, sino que también generan confianza en los actores del sector, lo que incentiva su adopción. En contextos donde las normativas son débiles, es fundamental el desarrollo de códigos y regulaciones adaptados a las realidades locales para garantizar una implementación efectiva y sostenible de estas metodologías.

Factores de gestión

La gestión inadecuada dentro de las organizaciones representa una barrera crítica para la implementación efectiva de BIM y CI. Una de

las principales dificultades es la falta de apoyo de la alta dirección, lo que impide asignar los recursos necesarios para capacitar al personal, adoptar tecnologías innovadoras y reorganizar los procesos internos (Méndez Álvarez, 2019; Wu et al., 2021). Este problema se agrava cuando las estructuras organizacionales no están diseñadas para soportar la integración de estas metodologías, como la inexistencia de departamentos específicos encargados de liderar su implementación o coordinar los esfuerzos entre las diferentes áreas de la empresa (Chan et al., 2019).

Además, la baja motivación de los actores involucrados es otra barrera significativa, ya que la falta de incentivos y la resistencia a cambiar las prácticas tradicionales inhiben las actitudes positivas hacia BIM y CI (Tan et al., 2019). En muchos casos, las partes interesadas no comprenden los beneficios a largo plazo de estas metodologías, lo que reduce su disposición a adoptar nuevas prácticas y dificulta la alineación de los objetivos del proyecto con los principios de BIM y CI. Superar estas barreras requiere un compromiso claro de la alta dirección, junto con la creación de estructuras organizacionales adecuadas y la implementación de estrategias de motivación que incluyan incentivos económicos y no económicos, capacitaciones periódicas y la promoción de una cultura organizacional orientada al cambio tecnológico (Lee y Yu, 2016).

DISCUSIÓN

Las barreras comunes para la incorporación de BIM y CI, en general, se manifiestan como factores interrelacionados que deben tratarse como variables dependientes en el análisis de su impacto en proyectos de construcción. Estas variables están influenciadas por factores como los costos asociados al *hardware* y *software*, la resistencia cultural al cambio y la falta de conocimientos técnicos, lo que las convierte en indicadores clave para evaluar la efectividad de estrategias de adopción (Mishra et al., 2024; Alverinaldo et al., 2024). La literatura señala que estos factores están profundamente vinculados al contexto económico y cultural de los países, lo que justifica la necesidad de abordar las barreras con una perspectiva adaptativa y contextualizada (Roseli et al., 2024).

La resistencia al cambio emerge como una de las barreras prevalentes en la adopción de las tecnologías BIM y CI. Esto se debe, en parte, a la falta de conocimiento sobre los beneficios tangibles de estas tecnologías y a la dificultad de modificar prácticas tradicionales de trabajo (Alverinaldo et al., 2024). Para superar este obstáculo es imperativo no solo formar profesionales capacitados, sino también promover

programas de sensibilización que expliquen claramente los beneficios y las oportunidades que BIM y CI ofrecen en términos de eficiencia, sostenibilidad y calidad del proyecto. Adicionalmente, las colaboraciones entre el ámbito académico y las empresas se presentan como una estrategia clave para generar beneficios mutuos. Estas colaboraciones pueden incluir la creación de estándares comunes, el desarrollo de programas de capacitación conjuntos y la realización de proyectos piloto que permitan demostrar la viabilidad y efectividad de estas metodologías (Mishra et al., 2024).

En cuanto a los factores de gestión, se destaca que la falta de apoyo de la dirección de las organizaciones limita significativamente la integración de BIM y CI. Esta problemática se ve exacerbada por la baja adopción tecnológica en la cadena de suministro y la falta de estandarización en las regulaciones gubernamentales, como se evidencia en estudios realizados en Malasia e India (Roseli et al., 2024; Mishra et al., 2024). La gestión reactiva y restrictiva, en lugar de proactiva y colaborativa, inhibe el potencial de estas metodologías para transformar la industria. Es crucial fomentar una integración

temprana de todos los actores involucrados en el proyecto, asegurando que los objetivos y beneficios de BIM y CI sean comprendidos y compartidos desde las primeras etapas del diseño y la planificación.

Las estrategias para abordar estas barreras deben ser holísticas e incluir: la reducción de

costos tecnológicos mediante subsidios o programas de financiación; la promoción de una cultura organizacional orientada a la innovación, y la mejora de la colaboración intersectorial. Solo mediante un enfoque integrado se podrán superar las barreras y maximizar los beneficios de BIM y CI en la industria de la construcción.

CONCLUSIONES

BIM y CI se posicionan como metodologías clave para abordar los retos de la industria de la construcción, caracterizada por proyectos fragmentados, logísticas complejas y constantes modificaciones en obra que generan retrasos y sobrecostos. La transformación hacia una modalidad constructiva más eficiente y sostenible depende de la superación de barreras identificadas en este estudio, destacando la importancia de los factores normativos y de gestión como pilares para impulsar su adopción.

La colaboración entre los diferentes actores del sector se presenta como una estrategia esencial para facilitar la implementación de estas metodologías. El desarrollo de normativas claras, la estandarización de procesos y el fortalecimiento de la gestión organizacional son elementos que deben abordarse de manera prioritaria. Además, la validación de los beneficios asociados a BIM y CI es crucial para generar confianza tanto en las empresas como en los organismos gubernamentales. Este punto puede ser impulsado mediante colaboraciones entre el ámbito académico y empresarial, promoviendo investigaciones prácticas y demostrativas que evidencien los beneficios en productividad, sostenibilidad y eficiencia.

Sin embargo, este estudio tiene limitaciones que deben ser consideradas. Primero, se centra

principalmente en una revisión bibliográfica, lo que implica que las barreras identificadas reflejan un análisis general y no están contextualizadas en un caso específico. Segundo, no se realiza una evaluación cuantitativa de los impactos de estas barreras en proyectos reales, lo que sería un enfoque valioso para futuras investigaciones.

En futuras líneas de trabajo, será esencial analizar cómo interactúan los diferentes factores que albergan las barreras, evitando abordarlos de forma aislada. Además, será importante considerar estudios empíricos que permitan validar sistemáticamente la capacidad de BIM y CI para mejorar la productividad y otros indicadores clave de desempeño en la industria de la construcción.

Este estudio proporciona un marco inicial para comprender los desafíos y factores que influyen en la adopción de BIM y CI, y constituye un insumo para planificar estrategias de implementación que eviten que estas barreras se conviertan en obstáculos insuperables. La persistencia y la colaboración son esenciales para que la industria de la construcción evolucione y alcance niveles de productividad comparables con los de otros sectores que han logrado innovar exitosamente.

CONTRIBUCIONES Y AGRADECIMIENTOS

Este artículo se origina en una investigación realizada en la Facultad de Arquitectura, Construcción y Medio Ambiente, de la Universidad Autónoma de Chile.

Las contribuciones de los autores a este trabajo se distribuyen de la siguiente manera: Ítalo Sepúlveda-Solari, concepción del estudio, recolección y análisis de datos; Sebastián Sarmiento-Herrera, recolección y análisis de datos, y Gabriela Peterssen-Soffia,

interpretación de los resultados y revisión. Los autores declaran no tener conflictos de interés relevantes en relación con la investigación aquí presentada.

Se extienden agradecimientos a las estudiantes de Ingeniería en Construcción de la Universidad Autónoma de Chile, Danae Sepúlveda y Francisca Peña, por su invaluable apoyo y asistencia en el desarrollo de este estudio.

REFERENCIAS

- Ahmed, S., Heman, H., y Farrell, P. (2014). *Barriers to BIM/4D implementation in Qatar*. 1st Int'l Conference on Smart, Sustainable and Healthy Cities (pp. 533-547). <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.1.4990.4164>
- Akmam Syed Zakaria, S., Gajendran, T., Rose, T., y Brewer, G. (2018). Contextual, structural and behavioural factors influencing the adoption of industrialised building systems: a review. *Architectural Engineering and Design Management*, 14(1-2), 3-26. <https://doi.org/10.1080/17452007.2017.1291410>
- Ali, M., Haslinda Abas, N., Mohd Affandi, H., y Ain Abas, N. (2018). Factors impeding the industrialized building system (IBS) implementation of building construction in Malaysia. *International Journal of Engineering & Technology*, 7(4), 2209. <https://doi.org/10.14419/ijet.v7i4.17863>
- Alverinaldo, M., Setiawan, A., Nugroho, B., Teoritis, J., Bidang, T., Sipil, R., y Alverinaldo, A. (2024). Analysis of factors inhibiting the implementation of Building Information Modeling (BIM) in construction projects. *Bentang: Jurnal Teoritis dan Terapan Bidang Rekayasa Sipil*, 12(2), 7984. <https://doi.org/10.33558/bentang.v12i2.7984>
- Al-Zwainy, F. M., y Amer, R. (2016). Investigation cost deviation of highway project. *Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology*, 11, 843-855. <https://doi.org/10.19026/rjaset.13.3426>
- Arayici, Y., Egbu, C., y Coates, P. (2012). Building Information Modelling (BIM) implementation and remote construction projects: issues, challenges, and critiques. *Journal of Information Technology in Construction*, 17, 75-92. http://www.itcon.org/cgi-bin/works/Show?2012_5
- Azhar, S. (2011). Building Information Modeling (BIM): Trends, benefits, risks, and challenges for the AEC Industry. *Leadership and Management in Engineering*, 11(3), 241-252. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)LM.1943-5630.0000127](https://doi.org/10.1061/(ASCE)LM.1943-5630.0000127)
- Barbosa, F., Woetzel, J., Mischke, J., Ribeirinho, M. J., Sridhar, M., Parsons, M., Bertram, N., y Brown, S. (2017). *Reinventing construction: A route to higher productivity*. McKinsey Global Institute. <https://www.mckinsey.com/~media/mckinsey/business%20functions/operations/our%20insights/reinventing%20construction%20through%20a%20productivity%20revolution/mgi-reinventing-construction-a-route-to-higher-productivity-full-report.pdf>
- Blismas, N., y Wakefield, R. (2009). Drivers, constraints and the future of offsite manufacture in Australia. *Construction Innovation*, 9(1), 72-83. <https://doi.org/10.1108/14714170910931552>
- Chan, D. W. M., Olawumi, T. O., y Ho, A. M. L. (2019). Perceived benefits of and barriers to Building Information Modelling (BIM) implementation in construction: The case of Hong Kong. *Journal of Building Engineering*, 25, 100764. <https://doi.org/10.1016/j.jobbe.2019.100764>
- Chen, L. K., Yuan, R. P., Ji, X. J., Lu, X. Y., Xiao, J., Tao, J. B., Kang, X., Li, X., He, Z. H., Quan, S., y Jiang, L. Z. (2021). Modular composite building in urgent emergency engineering projects: A case study of accelerated design and construction of Wuhan Thunder God Mountain/Leishenshan hospital to COVID-19 pandemic. *Automation in Construction*, 124. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103555>
- Chen, Y., Cai, X., Li, J., Zhang, W., y Liu, Z. (2022). The values and barriers of Building Information Modeling (BIM) implementation combination evaluation in smart building energy and efficiency. *Energy Reports*, 8, 96-111. <https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.03.075>
- Dixit, S. (2021). Impact of management practices on construction productivity in Indian building construction projects: An empirical study. *Organization, Technology and Management in Construction*, 13(1), 2383-2390. <https://doi.org/10.2478/otmcj-2021-0007>
- Dixit, S., Mandal, S. N., Thanikal, J. v., y Saurabh, K. (2019). Evolution of studies in construction productivity: A systematic literature review (2006-2017). *Ain Shams Engineering Journal*, 10(3), 555-564. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2018.10.010>
- Feldmann, F. G., Birkel, H., y Hartmann, E. (2022). Exploring barriers towards modular construction – A developer perspective using fuzzy DEMATEL. *Journal of Cleaner Production*, 367, 133023. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2022.133023>

- Hadi, N. A., Muhamad, W. M. N. W., y Othman, M. K. F. (2017). Critical factors of implementing Industrialised Building System in Sarawak: A research on SMEs. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 67, 012006. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/67/1/012006>
- Hatem, W. A., Abd, A. M., y Abbas, N. N. (2018). Barriers of adoption Building Information Modeling (BIM) in construction projects of Iraq. *Engineering Journal*, 22(2), 59-81. <https://doi.org/10.4186/ej.2018.22.2.59>
- Hatem, Z. M., Alsamarraie, M. M., Flaih, A.Y., y Oda, A. M. (2021). Barriers to the adoption of Industrialized Building System in Iraqi Construction Industry. *Zanco Journal of Pure and Applied Sciences*, 33(3), 30-42. <https://doi.org/10.21271/ZJPAS.33.3.4>
- He, R., Li, M., Gan, V. J. L., y Ma, J. (2021). BIM-enabled computerized design and digital fabrication of industrialized buildings: A case study. *Journal of Cleaner Production*, 278. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123505>
- Ibrahim, M. N. I., Hamid, A. R. A., y Mohammed, Z. (2020). Welfare facilities implementation at construction sites in Malaysia. *Proceeding of Civil Engineering UTM*, 5(1), 81-93. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.11747.17440>
- Ismail, Z. A. (2021). Implementation of BIM technology for knowledge transfer in IBS building maintenance projects. *International Journal of Building Pathology and Adaptation*, 39(1), 115-134. <https://doi.org/10.1108/IJBPA-02-2018-0022>
- Jabar, I. I., Ismail, F., y Aziz, A. R. A. (2015). Public Participation: Enhancing Public Perception towards IBS Implementation. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 168, 61-69. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.10.210>
- Ji, Y. B., Wang, X. S., Qi, Y., Yao, F. Y., y Wang, Y. W. (2015). Research on the technology integration of Building Industrialization Based on BIM Technology. En M. Xu y G. Wang (Eds.), *Proceedings of the 2015 International conference on Applied Science and Engineering Innovation* (pp. 364-371). <https://doi.org/10.2991/asei-15.2015.77>
- Lacey, A. W., Chen, W., Hao, H., y Bi, K. (2020). Effect of inter-module connection stiffness on structural response of a modular steel building subjected to wind and earthquake load. *Engineering Structures*, 213. <https://doi.org/10.1016/j.engstruct.2020.110628>
- Lee, S., y Yu, J. (2016). Comparative Study of BIM Acceptance between Korea and the United States. *Journal of Construction Engineering and Management*, 142(3), 05015016. [https://doi.org/10.1061/\(asce\)co.1943-7862.0001076](https://doi.org/10.1061/(asce)co.1943-7862.0001076)
- Leśniak, A., Górka, M., y Skrzypczak, I. (2021). Barriers to bim implementation in architecture, construction, and engineering projects—the Polish study. *Energies*, 14(8). <https://doi.org/10.3390/en14082090>
- Li, X., Shen, G. Q., Wu, P., y Yue, T. (2019). Integrating Building information modeling and prefabrication housing production. *Automation in Construction*, 100, 46-60. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2018.12.024>
- Méndez Álvarez, C. E. (2019). Elementos para la relación entre cultura organizacional y estrategia. *Universidad & Empresa*, 21(37), 136. <https://doi.org/10.12804/revistas.urosario.edu.co/empresa/a.7681>
- Mishra, A., Hasan, A., y Jha, K. (2024). A holistic evaluation of BIM implementation barriers in the Indian construction industry: Pre- and post-adoption perspectives. *International Journal of Construction Education and Research*, 20, 358-380. <https://doi.org/10.1080/15578771.2024.2320108>
- Mohammad, M. F., Shukor, A. S. A., Mahbub, R., y Halil, F. M. (2014). Challenges in the integration of supply chains in IBS project environment in Malaysia. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 153, 44-54. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2014.10.039>
- Mohd Amin, M. A., Abas, N. H., Shahidan, S., Rahmat, M. H., Suhaini, N. A., Nagapan, S., y Abdul Rahim, R. (2017). A review on the current issues and barriers of Industrialised Building System (IBS) adoption in Malaysia's construction industry. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 271, 012031. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/271/1/012031>

- Mostafa, S., Kim, K. P., Tam, V. W. Y., y Rahnamayiezekavat, P. (2020). Exploring the status, benefits, barriers and opportunities of using BIM for advancing prefabrication practice. *International Journal of Construction Management*, 20(2), 146-156. <https://doi.org/10.1080/15623599.2018.1484555>
- Nawi, M. M., Lee, A., y Nor, K. M. (2011). Barriers to implementation of the industrialised building system (IBS) in Malaysia. *The Built & Human Environment Review*, 4(2), 34-37. <https://repo.uum.edu.my/id/eprint/10230/>
- Nduka, D. O., Fagbenle, O. I., Ogunde, A., y Afolabi, A. (2019). Critical success factors (CSFs) influencing the implementation of industrialized building Systems (IBS) in Nigeria. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 640(1), 012012. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/640/1/012012>
- Olanrewaju, O. I., Chileshe, N., Babarinde, S. A., y Sandanayake, M. (2020). Investigating the barriers to building information modeling (BIM) implementation within the Nigerian construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 27(10), 2931-2958. <https://doi.org/10.1108/ECAM-01-2020-0042>
- Osorio-Gómez, C. C., Amariles-López, C. C., Herrera, R. F., y Pellicer, E. (2024). *BIM implementation in small and medium-sized companies in the Colombian construction sector*. Construction Research Congress 2024 (pp. 570-579). <https://doi.org/10.1061/9780784485286.057>
- Osorio-Gómez, C.-C., Moreno-Falla, M.-J., Ospina-Alvarado, A., y Ponz-Tienda, J.-L. (2020). Lean construction and BIM in the value chain of a construction company: A case study. En *Construction Research Congress 2020: Project Management and Controls, Materials, and Contracts* (pp. 79-86). American Society of Civil Engineers. <https://doi.org/10.1061/9780784482889.039>
- Rahman, M. M. (2014). Barriers of implementing modern methods of construction. *Journal of Management in Engineering*, 30(1), 69-77. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000173](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000173)
- Rashid, I. A., Hamid, A. R. A., Zainudin, A. M., y Hatem, Z. M. (2019). Unethical behaviour among professional in the Malaysian construction industry. *Proceeding of Civil Engineering UTM*, 4(1), 126-132. <http://dx.doi.org/10.13140/RG.2.2.26441.26722>
- Ribeirinho, M. J., Mischke, J., Strube, G., Sjödin, E., Blanco, J. L., Palter, R., Biörck, J., Rockhill, D., y Andersson, T. (2020). *The next normal in construction*. McKinsey & Company. https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Capital%20Projects%20and%20Infrastructure/Our%20Insights/The%20next%20normal%20in%20construction/executive-summary_the-next-normal-in-construction.pdf
- Roseli, F., Abas, N., Ibrahim, N., y Ta'at, N. (2024). Barriers of Building Information Modelling (BIM) implementation: Current perspectives of construction stakeholders in Johor, Malaysia. *Journal of Civil Engineering, Science and Technology*. <https://doi.org/10.33736/jcest.5771.2024>
- Siebelink, S., Voordijk, H., Endedijk, M., y Adriaanse, A. (2021). Understanding barriers to BIM implementation: Their impact across organizational levels in relation to BIM maturity. *Frontiers of Engineering Management*, 8(2), 236-257. <https://doi.org/10.1007/s42524-019-0088-2>
- Succar, B., Sher, W., y Williams, A. (2012). Measuring BIM performance: Five metrics. *Architectural Engineering and Design Management*, 8(2), 120-142. <https://doi.org/10.1080/17452007.2012.659506>
- Tan, T., Chen, K., Xue, F., y Lu, W. (2019). Barriers to Building Information Modeling (BIM) implementation in China's prefabricated construction: An interpretive structural modeling (ISM) approach. *Journal of Cleaner Production*, 219, 949-959. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.02.141>
- Volk, R., Stengel, J., y Schultmann, F. (2014). Building Information Modeling (BIM) for existing buildings - Literature review and future needs. *Automation in Construction*, 38, 109-127. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2013.10.023>
- Wu, P., Jin, R., Xu, Y., Lin, F., Dong, Y., y Pan, Z. (2021). The analysis of barriers to BIM implementation for industrialized building construction: A China study. *Journal of Civil Engineering and Management*, 27(1), 1-13. <https://doi.org/10.3846/jcem.2021.14105>
- Wuni, I. Y., y Shen, G. Q. (2020). Barriers to the adoption of modular integrated construction: Systematic review and meta-analysis, integrated conceptual framework, and strategies. *Journal of Cleaner Production*, 249, 119347. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119347>

- Xu, H., Chang, R., Dong, N., Zuo, J., y Webber, R. J. (2022). Interaction mechanism of BIM application barriers in prefabricated construction and driving strategies from stakeholders' perspectives. *Ain Shams Engineering Journal*, 101821. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2022.101821>
- Yan, H., y Damian, P. (2008). *Benefits and barriers of building information modelling*. 12th International Conference on Computing in Civil and Building Engineering. https://repository.lboro.ac.uk/articles/conference_contribution/Benefits_and_barriers_of_building_information_modelling/9437141?file=17058548
- Zabihi, H., Habib, F., y Mirsaeedie, L. (2013). Definitions, concepts and new directions in Industrialized Building Systems (IBS). *KSCE Journal of Civil Engineering*, 17(6), 1199-1205. <https://doi.org/10.1007/s12205-013-0020-y>





El patrimonio en la era de la globalización

Heritage in the Age of Globalization

Enviado: agosto 21 / 2023 • Evaluado: febrero 19 / 2024 • Aceptado: febrero 27 / 2025

CÓMO CITAR

Cedeño-Valdiviezo, A. (2025). El patrimonio en la era de la globalización. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 27(2), 83-102. <http://doi.org/10.14718/RevArq.2025.27.5468>

Alberto Cedeño-Valdiviezo*
Universidad Autónoma Metropolitana, Xochimilco
(México)
<https://ror.org/02kta5139>

RESUMEN

El propósito principal de esta investigación es revisar la situación actual que conserva el patrimonio cultural ante las limitaciones que impone el mundo globalizado. El trabajo está dividido en dos partes. La primera revisa el desarrollo histórico de este tema con base en autores clásicos, desde la aprobación de su protección en la Francia del siglo XIX, hasta hoy. La segunda parte de definir el concepto de patrimonio en la actualidad globalizada, para posteriormente entrar en un debate entre especialistas, debate que permite entender cuál ha sido el papel ideológico del patrimonio durante su historia, qué representa en la actualidad para la sociedad ante los temas polémicos de la modernización y de la globalización y, finalmente, qué se puede esperar en el futuro del patrimonio ante la limitación que le establece el modelo económico. Se concluye y se debate sobre el papel que históricamente ha desarrollado el Estado al manipular el patrimonio y buscar beneficiarse de este. En la actualidad, se pueden observar las diferentes maneras en las que se transforma y se divide este patrimonio, debido a la globalización, que además lo maneja con fines turísticos que representan, cada vez más, una gran cantidad de ingresos.

Palabras clave

cultura; globalización; identidad; monumento histórico; patrimonio cultural; valores

ABSTRACT

The main purpose of this research is to examine the current situation of cultural heritage in light of the constraints imposed by a globalized world. The study is divided into two parts. The first part reviews the historical development of this topic based on classical authors, from the approval of heritage protection in 19th -century France to the present day. The second part defines the concept of heritage in today's globalized world, and subsequently engages in a debate among specialists. This debate helps to understand the ideological role heritage has played throughout history, what it currently represents for society amid the controversial issues of modernization and globalization and, finally, what can be expected for the future of heritage in the face of limitations imposed by the economic model. The article concludes with a discussion on the role the State has historically played in manipulating heritage for its own benefit. Today, it is possible to observe the various ways in which heritage is transformed and divided due to globalization, which increasingly exploits it for tourism, generating substantial revenue.

Keywords

cultural heritage; culture; globalization; historic monument; identity; values

• Ingeniero arquitecto Instituto Politécnico Nacional (México)
Magíster en investigación y docencia Universidad Nacional Autónoma de México (México)
Doctor en urbanismo Universidad Nacional Autónoma de México (México)
Posdoctorado en Habitabilidad y protección ambiental Universidad de Buenos Aires (México)
• <http://orcid.org/0000-0002-1464-0100>
• https://scholar.google.es/citations?view_op=list_works&hl=es&hl=es&user=wkUUQN4AAAAJ
• alberto_cede@yahoo.com.mx / acedeno@correo.xoc.uam.mx

INTRODUCCIÓN

Han pasado más de 60 años desde la firma de la Carta de Venecia (ICOMOS, 1965), documento que sentó las bases para la protección y conservación del patrimonio histórico y, como comenta Choay en *Alegoría del patrimonio* (1992), desde la aprobación de las medidas que garantizaran la permanencia de dicha protección y conservación en la Francia del siglo XIX, poco se modificaron estos criterios hasta la convención de Venecia. Sin embargo, hoy la cuestión sobre el patrimonio es polémica y discutida como consecuencia de los impactos sociales y económicos que ha representado el modelo económico neoliberal que, junto a su brazo ejecutor, la globalización, ha buscado la internacionalización del patrimonio, fomentando el turismo de manera espectacular y, con esto, vulnerando la actividad cotidiana de varias comunidades poseedoras de este patrimonio, que hoy tienen que permitir y sufrir la llegada de muchos visitantes, la pérdida de su privacidad y de su identidad, y hasta la pérdida de su patrimonio, situación lejana y contraria a la visión romántica que establecía la Carta de Venecia.

También hoy se cuestiona el papel del patrimonio junto a la Modernidad/modernización, entendiendo que el primer concepto alude a un proyecto de racionalidad integradora y liberadora, en cambio, el segundo más bien se refiere a un reduccionismo económico e instrumental de la racionalidad moderna, que tiene muy poca relación con la “razón iluminista” (Rojas, 2015, pp. 146-147). Mauricio Rojas, en su texto *Dialéctica del Patrimonio* (2015), afirma que “en la actualidad debe ser el patrimonio el lugar en donde quizá con mayor intensidad se cruzan los intereses culturales con los económicos, por ende, los valores de la modernidad y de la modernización” (p. 141).

Surge, además, un conflicto entre cultura y globalización en tres ámbitos: identidades, patrimonio cultural y globalización, en primer término. “En segundo término, los medios de comunicación audiovisuales. Y finalmente, la cultura y los convenios comerciales, lo que vaticinaría un conflicto cultural” (Arizpe y Alonso, 2001, citados en Rojas, 2015, p. 159). Sin embargo, la cultura se ha extendido —como nunca se había visto en la historia— por una estrecha relación con el desarrollo económico, invocando lo cultural en ámbitos que antes eran exclusivos de la política y la economía, convirtiéndose así en un pretexto para el crecimiento económico, incluso como generadora de empleos, especialmente en las industrias culturales transnacionales (Yúdice, 2003, en Rojas, 2015, pp. 159-160).

Hernández (2008), coincidiendo con la visión anterior de Rojas, comenta cómo en las últimas décadas el patrimonio cultural ha sufrido una serie de transformaciones radicales, conse-

cuencia de la radicalización de la modernidad y de la aceleración del proceso secular de globalización. Estas transformaciones las enumera de la siguiente manera:

1. Del concepto restringido vinculado al monumento clásico de la alta cultura occidental, al concepto ampliado de bien cultural tomado en toda su extensión social y geográfica.
2. Del patrimonio tradicional, rural y preindustrial (propio de la concepción del patrimonio ‘nacional’ de la primera modernidad), al patrimonio que incluye formas modernas, mediáticas y urbanas, derivadas de la dinámica cultural de la modernidad avanzada y globalizada.
3. Del patrimonio mueble e inmueble de carácter tangible al patrimonio intangible e inmaterial, reconocido institucionalmente a escala global, nacional y local en los últimos años.
4. Del patrimonio nacional al patrimonio local y global, lo que implica la ampliación de los agentes activadores del patrimonio en función de diversos sistemas de pertenencia. Agrega que a los agentes tradicionales como fueron los Estados y los movimientos nacionalistas, hoy habría que contemplar a la Unesco la sociedad civil y las empresas con intereses comerciales (turismo, publicidad).
5. Del patrimonio cultural al patrimonio cultural-natural, que abarca el patrimonio histórico-artístico, arqueológico, paleontológico, científico-técnico, etnológico, natural, ambiental o ecológico, e implica la asunción conjunta de los riesgos que amenazan tanto el medio ambiente (patrimonio natural) como la cultura del pasado (patrimonio cultural) (Hernández, 2008).

Otro elemento que se podría agregar a los puntos argumentados por Hernández es que hoy el patrimonio aparece irremediabilmente ligado al paisaje y, de acuerdo con el Memorandum de Viena (Unesco, 2005), sería uno de los elementos principales que lo constituyen. Por ejemplo, la ciudad de Toledo, España (Figura 1), en la cual la integración del centro histórico al paisaje es parte muy importante de su valoración patrimonial.

Los cambios que ha sufrido el patrimonio cultural en los últimos años parecen apoyar la idea de cambios aún más radicales en el futuro. Así que como se mencionó, el objetivo del presente artículo de revisión es “partir del desarrollo histórico que ha tenido el patrimonio para conocer sus implicaciones reales actuales y sus limitaciones ante este mundo globalizado, y con esto, vislumbrar un posible futuro”.

Figura 1. El paisaje se convierte en un elemento esencial en casos como el de Toledo, en España



Fuente: elaboración propia (2019).

Sin embargo, la cuestión del patrimonio ha sufrido otro tipo de cambios debido a una “maduración” del concepto del *paisaje* y de entender la relación de este con el patrimonio. Unos de los cambios que ha sufrido recientemente, son el Convenio Europeo del Paisaje (Unesco, 2000) y el posterior Memorándum de Viena (Unesco, 2005), que vienen a redefinir esta relación de la siguiente manera:

1. Los conceptos de patrimonio cultural y natural por primera vez se fusionan en una visión integral del paisaje que contempla, tanto los aspectos naturales como los culturales. Además, se introduce la dimensión social del paisaje, otorgándose la consideración de elemento de bienestar, dando especial cobertura a la relación que se establece entre el ser humano y el medio ambiente que habita (Unesco, 2000, comentario introducción, s. p.).

Para Rafael Mata (2010), lo que limita el reto actual del patrimonio en el territorio y sus representaciones, es la separación que aún existe entre patrimonio cultural y patrimonio natural, separación que afecta las legislaciones, mientras que apoyando lo plasmado en el Convenio Europeo del Paisaje “El paisaje tendría otra dimensión, o carácter, con respecto al territorio” (p. 45).
2. Aparece el término *Paisaje Histórico Urbano* en el Memorándum de Viena, que a diferencia del Convenio Europeo que solo considera propuestas para el continente europeo, el Memorándum de Viena es internacional. Este Paisaje Histórico Urbano (o Paisaje Urbano Histórico como lo califican otros autores) se convierte en un paraguas que integra los conceptos patrimonio, planeación urbano-regional y el tema de la conservación de la naturaleza, así que como parte de esta idea integradora del paisaje, el patrimonio adquiere un rol más importante dentro de la planeación.
3. Surgen conceptos nuevos como el de la conservación urbana, que se preocupa por la conservación de la ciudad histórica, como parte fundamental de los valores culturales. Parten de que “la ciudad es un conjunto de capas de significado superpuestas cuyo origen se encuentra tanto en sus características naturales como artificiales”. Esta característica permite pensar en políticas de conservación que ponen fin a la separación conceptual y operativa que existe entre ciudad antigua y ciudad contemporánea (Bandarin y Van Oers, 2014, p. 117).

Estas ideas evidencian las complejidades actuales que enfrenta el patrimonio y, por tanto, la dificultad al abordarlo.

METODOLOGÍA

Para una revisión de lo que pasa con el patrimonio en la actualidad es importante iniciar con el aspecto histórico, que siempre permite conocer el origen del concepto y su evolución durante las diferentes épocas de la historia. Esta parte se fundamenta, principalmente, en dos autores que se consideran clásicos y, por tanto, con un bagaje muy amplio e indispensable en un trabajo de este tipo: Carlo Ceschi y Françoise Choay.

La discusión teórica (que corresponde a la segunda parte de este trabajo), se fundamenta en el discurso de Gil-Manuel Hernández, Mauricio Rojas y Gilberto Giménez, tres autores considerados importantes por sus posiciones radicales sobre este tema, y que se apoyan en diversos autores igualmente radicales. Esta investigación es de tipo descriptiva, historiográfica y explicativa; una revisión actual de la problemática.

RESULTADOS

Orígenes del patrimonio

Es definitivamente la Revolución francesa el evento que marca la intromisión pública “en bienes inclusive privados por considerárseles bienes públicos de carácter cultural, por ende, de todos los ciudadanos de la República, lo que sentaría las bases de lo que hoy se considera patrimonio moderno” (Rojas, 2015, p. 121). Choay (1992), ampliando la información de cómo sucedió esto, comenta que uno de los primeros actos revolucionarios de la Asamblea Constituyente del 2 de octubre de 1789 en la Francia posrevolucionaria fue poner los bienes eclesiásticos, los bienes de los emigrados y los de la corona a disposición de la Nación, transformando así las antigüedades en *valores de intercambio*, es decir, un primer valor del patrimonio de tipo económico debido a que eran posesiones que había que preservar y mantener “para evitar el riesgo de una pérdida financiera”. Posteriormente, y después de vencer una serie de dificultades político-económicas, se llegó a una primera clasificación, dividiéndolo en patrimonio mueble e inmueble; los primeros se enviaron a un almacén definitivo abierto al público que con el tiempo se llamaría museo, cuya función era servir a la instrucción de la Nación, es decir, enseñarían el civismo, la historia y los oficios artísticos y técnicos. Los bienes inmuebles, por su parte, plantearon un problema diferente: había que inventar nuevos usos para los edificios que habían perdido su destino original: “reutilización, cuya magnitud es comparable a la actual” (Choay, 1992, p. 87). Por ejemplo, surgían cuestiones como ¿qué hacer con una iglesia? Emergió la idea de que sistemáticamente se utilizaran como museos, y aquellas que habían perdido su cubierta, “fueron convertidas más bien en depósitos de municiones, de salitre o de sal, eventualmente en mercados, mientras que conventos y abadías eran transformadas en cárceles [...] o en cuarteles” (Choay, 1992, pp. 87-91).

Ante estas primeras propuestas que buscaban proteger el patrimonio, surgieron una serie de posiciones vandálicas que buscaban destruir todo ese patrimonio remanente de la guerra

revolucionaria por pertenecer a la clase social derrocada, posición que contrastaba con la del Comité d’Instruction Publique y el de las Commissions des Arts que buscaban la protección de dichos bienes. El valor que apoyaba estas posiciones era el *valor nacional* que inspira las medidas de conservación adoptadas. Finalmente, a partir del impulso de 1789,

[...] todos los elementos requeridos para una auténtica política de conservación del patrimonio histórico parecían haber sido reunidos: creación del término monumento histórico [...], corpus en curso de ser inventariado; y presencia de una administración encargada de su conservación que dispone de instrumentos jurídicos (incluyendo disposiciones penales) y técnicos hasta entonces sin equivalente. (Choay, 1992, pp. 92-101)

Conviene recordar lo que Di Battista escribe con relación a la historia de la reutilización.

A lo largo de la historia, el patrimonio es valorado simultáneamente como recurso y por su valor simbólico, aunque en ocasiones prevalece una u otra valoración. Como ocurre en épocas de guerra, hambre y epidemias —y como han promovido los movimientos por los grupos de población más pobres— al reutilizarse, el valor de las viejas estructuras como recurso prevalece sobre su valor simbólico. Esto ha ocurrido por ejemplo con estructuras religiosas, transformando templos paganos en basílicas cristianas o construyendo iglesias en el lugar de las termas romanas. (Di Battista, 1995, pp. 90-91)

Posteriormente, la Revolución Industrial le otorga al concepto de *monumento histórico* una acepción universal, y a partir de la década de 1850 la mayoría de países europeos consagró el monumento histórico; esta consagración tuvo su origen en 1820 en Francia y duraría hasta 1964 con la Carta de Venecia (Choay, 1992, pp. 113-115).

En el siglo XIX surgió la restauración —antes no existía y no era necesaria—; sin embargo, como resultado de la gran destrucción que sufrió el patrimonio debido a la Revolución

francesa, se hizo necesaria la reconstrucción y protección de estos edificios que posteriormente serían llamados “monumentos” (Di Battista, 1995, p. 92).

Es igualmente a partir de 1820 cuando se gestó la primera versión de lo que debería ser la restauración de monumentos. Con Ludovico Vitet, primer inspector general de monumentos históricos en Francia en 1837 y después con Prosper Mérimée, quien se apoyó en la figura del arquitecto Eugène Emmanuele Viollet-le-Duc, para la gran empresa de la reconstrucción del patrimonio afectado durante la Revolución

francesa (Ceschi, 1970). Las consecuencias de estas acciones de reconstrucción serían lamentables, no tanto por la actuación de le-Duc, sino por la de sus alumnos, que no llegaron a tener sus conocimientos y habilidades, ni a comprender su filosofía a la hora de intervenir los monumentos dañados. De acuerdo con Viollet-le-Duc, el restaurador debía posesionarse del espíritu del arquitecto creador, para después lograr la mejor interpretación de lo que él hubiera hecho. En Nuestra Señora de París, le-Duc colaboró con la aguja central y con la escultura de los “monstruos” que aparecían en la fachada (Figura 2).

Figura 2. La restauración según Viollet-le-Duc fue manifiesta en Nuestra Señora de París



Fuente: elaboración propia (1982).

John Ruskin, el gran crítico de arte inglés del siglo XIX, arremetió contra le-Duc con una posición contraria que establecía que no se deberían de llevar a cabo restauraciones sobre los monumentos en decadencia, asumiendo así más bien una posición casi de contemplación, argumentando que “la obra de arte, y por tanto el monumento, es una creación que pertenece únicamente a su creador, la podemos disfrutar, presenciar su decadencia. Admirar su ruina, pero no tenemos el derecho de tocarla, ya que no nos pertenece” (Ceschi, 1970, p. 88). Un ejemplo de este tipo de restauraciones en México se encuentra en el Museo Rafael Coronel en Zacatecas y la Catedral de Tecali de Herrera en Puebla (Figura 3).

Curiosamente, en esa misma época (entre 1852 y 1870) (Piccinato, 1978), el prefecto Georges-Eugène Haussmann arrasaba sectores completos del tejido antiguo de París en nombre de la

higiene, de la circulación y de la estética (Choay, 1992). Sobre la manera de conservar los monumentos históricos, surgió en Italia una posición intermedia entre Viollet-le-Duc y John Ruskin, representada por el italiano Camillo Boito, quien aceptó la intervención sobre dichos monumentos, pero siguiendo ocho principios que terminarían consolidándose como la primera “carta de restauración”, principios que presentó durante el III Congreso de Arquitectos e Ingenieros en 1883.

Su alumno y seguidor, Gustavo Giovannoni, llevó estos principios a la Conferencia de Atenas de 1931, dando particular importancia a la conservación del ambiente que rodea a los monumentos. “Algunas veces [las condiciones ambientales] tienen una importancia mayor, de modo que el dañar la perspectiva de un monumento puede casi equivaler a su completa destrucción” (Giovannoni, 1931, citado en Ceschi, 1970, pp. 112-113).

Figura 3. Ideas de J. Ruskin sobre cómo debería ser la restauración



Fuente: elaboración propia (2014).

A inicios del siglo XX apareció la figura del historiador de arte vienés Alois Riegl, quien trató de diferenciar los conceptos de *monumento histórico* y el de *monumento*. Los primeros, llamados de *rememoración*, están ligados al pasado y hacen intervenir la memoria, surgiendo así el *valor de antigüedad*. Los otros, llamados de *contemporaneidad*, pertenecen al presente y su *valor es de uso*, “referido a los condicionantes materiales de utilización práctica de los monumentos” (Choay, 1992, p. 143). Surgió así, un primer intento de “catalogar” el monumento a través del valor que posee. Agrega, además, que “el valor histórico de un monumento será tanto mayor cuanto menor sea la alteración sufrida en su estado cerrado originario, el que poseyó inmediatamente después de su génesis” (Riegl, 1903 [2017], p. 55).

En la misma época, es decir a principios del siglo XX, se trabajaba de manera importante con el *patrimonio arqueológico*, actividad interrumpida durante la Primera Guerra Mundial (1914-1918), pero que en Italia tuvo gran relevancia debido a los restos de arquitectura griega y romana existentes en el territorio (Figura 4). Este tipo de trabajos sobre el patrimonio arqueológico tiene su origen a principios del siglo XVIII con los descubrimientos

de Paestum y Ercolano, y con el trabajo del prusiano Giovanni Gioacchino Winckelmann en Roma, como especialista en catalogar los monumentos clásicos de diferentes colecciones, como la del Vaticano (Ceschi, 1970). “Los descubrimientos de la arqueología y el perfeccionamiento del proyecto memorial de las ciencias humanas han determinado, por su parte, la expansión del campo cronológico en el que se inscriben los monumentos históricos” (Choay, 1992, p. 192).

Después de 1920, y curiosamente siguiendo la teoría de Giovannoni sobre el “diradamento”, posición que proponía derrumbar algunos edificios históricos con el fin de brindar mejor asoleamiento, iluminación y ventilación a los vecinos, se llevaron a cabo una serie de intervenciones urbanas sobre los barrios históricos, apoyándose en planos urbanos que buscaban la modernización de las ciudades, como la obra de ampliación en Via della Conciliazione que llega a San Pedro en Roma (Ceschi, 1970). La especulación encontró la manera de manifestarse a través de burdas copias de los modelos de intervención haussmanianos (Piccinato, 1978), y que en la ciudad de México tendrán su ejemplo más notable en las obras de ampliación de la calle Pino Suárez en el centro de la ciudad.

En Atenas, en 1931, se realizó la Conferencia Internacional de Atenas. Mientras los arquitectos modernistas exponían sus ideas sobre lo que debería ser la arquitectura contemporánea,

los arquitectos restauradores se reunieron para tratar de establecer normas internacionales para conservación del patrimonio artístico y arqueológico.

Figura 4. Imagen del Teatro de Marcelo en Roma, Italia



Fuente: elaboración propia (2019).

Las dos guerras mundiales significaron un claro cuestionamiento sobre qué hacer con todo el patrimonio afectado por estos dos episodios bélicos. Después de la Segunda Guerra Mundial, el reto de reconstrucción de los centros históricos para los países europeos fue enorme:

En Polonia, en Checoslovaquia y Yugoslavia se instaura una norma de reconstrucción y salvaguarda generalizada. En Bélgica, en Francia y en Italia se saca provecho de las destrucciones bélicas para ampliar el stock de las zonas aptas para la edificación, sobre todo para llevar con decisión un definitivo proceso de sustitución de las funciones y, por consiguiente, de los edificios de la administración pública. (Piccinato, 1978, pp. 19-20)

En 1964 se llevó a cabo el Congreso Internacional de arquitectos y técnicos de los monumentos, que se conoció como la Carta de

Venecia, cuya introducción establece la idea de lo que es el *patrimonio*:

Las obras monumentales de los pueblos, portadoras de un mensaje espiritual del pasado, representan en la vida actual el testimonio vivo de sus tradiciones seculares. La humanidad, que cada día toma conciencia de los valores humanos, las considera patrimonio común reconociéndose responsable de su salvaguardia frente a las generaciones futuras. Estima que es su deber transmitir las en su completa autenticidad. (ICOMOS, 1965, Introducción)

Más adelante define *monumento histórico*:

La noción de monumento histórico comprende tanto la creación arquitectónica aislada, como el ambiente urbano o paisajístico que constituya el testimonio de una civilización particular, de una evolución significativa o de un acontecimiento

histórico. Esta noción se aplica no solo a las grandes obras, sino también a las obras modestas que con el tiempo hayan adquirido un significado cultural. (ICOMOS, 1965, art. 1)

Y durante su desarrollo se enfatizó en la importancia de la conservación y restauración de los monumentos, así como la conservación y protección de los lugares monumentales (conjuntos histórico-artísticos).

A manera de contraste surge el tema de la renovación urbana como

[...] un proceso de transformación de las áreas degradadas que se caracteriza mediante algunas constantes: la terciarización de la zona y la sustitución, en partes todavía destinadas a la vivienda, de los habitantes de antes por otras categorías sociales con mayor poder adquisitivo. (Piccinato, 1978, p. 27)

En Estados Unidos y París es donde ha alcanzado el mayor grado de eficacia (Piccinato, 1978, p. 27). Ante esto surgen voces como la de la ambientalista Rachel Carson que buscan frenar estos procesos apoyándose en estudios sociológicos (Carson, 1960).

Como consecuencia de los movimientos ciudadanos de 1968, en Italia apareció el modelo de Bolonia, un proyecto de intervención sobre el centro histórico promovido por la administración pública de la ciudad a cargo del Partido Comunista Italiano, con temas ligados a la vivienda popular y a la empresa constructiva menor. Esta política buscaba efectos para las áreas centrales contrarios a los producidos por las renovaciones urbanas, es decir, el mantenimiento de los residentes originales, frenar los procesos de terciarización (gentrificación) y una política de servicios (Ferracuti, 1978). Para que esto fuera posible, se tuvieron que adecuar e implementar una serie de instrumentos legislativos que aún se encuentran vigentes, como la Ley 457 del 5 de agosto de 1978 (Cedeño, 1989). Surgió así, la llamada *política del riuso* o política de la reutilización, que en Italia ha permanecido vigente hasta ahora.

Por su parte, la Unesco, organizó el 16 de noviembre de 1972 la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural, a la cual se adhirieron 191 países y cuyo objetivo principal era promover la identificación, protección y preservación del patrimonio cultural y natural considerado especialmente valioso para la humanidad. Por primera vez, los principios debatidos pasaron a ser objeto de un sistema legal internacional (Bandarin y Van Oers, 2014). México se unió el 23 de febrero de 1984. La importancia de esta convención radica en la mundialización de los valores que han contribuido a la expansión ecuménica de las

prácticas patrimoniales. También se ingresa a la valorización del patrimonio histórico edificado y, con esto, a la dualidad que implica el reconocimiento de los valores del patrimonio, así como también a la noción de plusvalía y de su obvia connotación económica. Entre los ejemplos más recientes tendientes a valorizar el monumento histórico y, eventualmente, a transformarlo en un producto económico está el paso de la restauración a la reutilización adaptativa. Así “la valoración del patrimonio histórico presenta múltiples formas, de contornos imprecisos que, a menudo, se confunden y se asocian” (Choay, 1992, pp. 194-195).

Como complemento de este tratado, la Unesco aprobó el 7 de octubre de 2003, la Convención para la Salvaguarda del Patrimonio Cultural Inmaterial, que definía patrimonio como “el conjunto de creaciones basadas en la tradición de una comunidad cultural expresada por un grupo” y, particularmente, definía como patrimonio cultural inmaterial:

Se entiende por “patrimonio cultural inmaterial” los usos, representaciones, expresiones, conocimientos y técnicas —junto con los instrumentos, objetos, artefactos y espacios culturales que les son inherentes— que las comunidades, los grupos y en algunos casos los individuos reconozcan como parte integrante de su patrimonio cultural. (Unesco, 2003, “Definiciones”)

México cuenta en la actualidad con ocho patrimonios culturales inmateriales, entre los que se encuentran los bailables y fiestas tradicionales indígenas (Figura 5).

Entre los temas de actualidad se encuentran la reutilización adaptativa y el reurbanismo como formas de intervenir el patrimonio cultural que implican reciclar viejas estructuras abandonadas —los autores que apoyan estas disciplinas afirman que es siguiendo los principios de la economía circular—, con el propósito de reducir el daño al ambiente con nuevas construcciones. Estas disciplinas están de moda y están teniendo un importante impulso en revistas de arquitectura de algunos países, principalmente, en Estados Unidos (Cedeño, 2023). Como un modelo opositor está la reutilización surgida de la intervención en Bolonia en los años setenta, y promovida por la izquierda italiana, que busca el beneficio de las clases marginadas. Así nos encontramos ante dos claras posiciones. Una cuyo origen se remonta a siglos y la otra que responde al modelo neoliberal, es decir, el modelo italiano proveniente de la izquierda y la reutilización adaptativa promovida por el neoliberalismo. Esta dualidad presenta una de las contradicciones a las que se enfrenta en la actualidad el tema del patrimonio.

Figura 5. Imagen de festividad a las afueras del Templo de Santo Domingo, Oaxaca



Fuente: elaboración propia (2007).

Definiciones y debates actuales sobre el patrimonio

De acuerdo con Choay (1992), la palabra *patrimonio* inicialmente “enlazaba a las estructuras familiares, económicas y jurídicas de una sociedad estable, arraigada en el espacio y con el tiempo” (p. 7). Pero los bienes no están dados por la naturaleza, sino “son creaciones humanas a través de los recursos tecnológicos que lo constituyen en un bien cultural” (Rojas, 2015, p. 113), bien cultural que Josep Ballart define como “aquel depósito de objetos heredados, especialmente designados, que procuran satisfacciones intelectuales y espirituales y hasta incluso físicas, porque son testimonios del conocimiento acumulado de la humanidad o del ingenio o sensibilidad de alguna persona o colectivo” (Ballart, 2003, citado en Rojas, 2015, p. 113).

Es importante aclarar que al día de hoy, la Unesco divide al patrimonio en patrimonio natural y patrimonio cultural. Dentro del patrimonio cultural se tienen el patrimonio tangible y el patrimonio intangible o inmaterial, este último se refiere a aspectos culturales de los pueblos como música, bailes, tradiciones, comida, etc. Dentro del patrimonio material o tangible se encuentran el patrimonio mueble y el patrimonio inmueble. El patrimonio inmueble se clasifica en arqueológico, histórico y artístico (según la Ley Federal de Monumentos de 1972 de México), aunque falta incluir el patrimonio

construido o edificado, que lo abordan legislaciones locales como la Ley de Salvaguarda.

Para Hernández (2010),

[...] el patrimonio no es algo natural [...] no es ‘dado’ ni es ‘neutro’ lo que significa que es inestable; varía no solo temporalmente [...], sino también en las distintas prácticas culturales, pues puede no existir en determinadas épocas o sociedades como también aparecer en algún momento dado. (Hernández, 2010, p. 1)

Este mismo autor, refiriéndose específicamente al patrimonio cultural, comenta que “es un producto de la modernidad que implica la invención (o intervención) de la tradición”. En este sentido, el patrimonio es “una modernización de la tradición” (Hernández, 2010, p. 1), lo que explicaría la gran cantidad de patrimonio inmaterial reconocido en los últimos años por la Unesco. Hernández, en un texto anterior titulado *Un zombi de la modernidad: el patrimonio cultural y sus límites* (2008), agrega que el patrimonio cultural

[...] puede ser definido como una construcción social, entendida esta como la selección simbólica, subjetiva, procesual y reflexiva de elementos culturales (del pasado) que, mediante mecanismos de mediación, conflicto, diálogo y negociación donde participan diversos agentes sociales, son reciclados, adaptados, refuncionalizados, redituados, revitalizados, reconstruidos

o reinventados en un contexto de modernidad. (Hernández, 2008, p. 27)

Es decir, es la opinión general la que concede a una obra el calificativo de patrimonio, pudiendo variar esta opinión de una época a otra. Propone igualmente que “es una respuesta al desencantamiento del mundo tradicional y el advenimiento de la modernidad, que genera un reencantamiento del mundo a través de la razón, la ciencia y el progreso (nacionalismo y romanticismo)”, y que al mismo tiempo, “genera un nuevo desencantamiento que tiene como consecuencia un retorno a un nuevo encantamiento compensatorio, basado en el culto moderno a la tradición, los rituales, el pasado, el espectáculo, el patrimonio” (Hernández, 2010, p. 1). Termina su argumentación expresando que estos elementos culturales se concretan en un bien cultural valioso que “expresa la identidad histórico-cultural de una comunidad, sirve a la legitimación de las estructuras de poder y permite la reproducción de los mecanismos de mercado” (Hernández, 2008, p. 27). En pocas palabras, el patrimonio es un producto de la modernidad que selecciona elementos culturales del pasado, que se apoya en el argumento de la tradición, que ha servido para la legitimación de las estructuras de poder y, más recientemente, reproduce los mecanismos de mercado.

Aquí es interesante citar algunos párrafos de Carlo Ceschi sobre la obra de arte, que vienen a reforzar estas ideas de Hernández:

Una introducción al estudio de la restauración presupone una primera definición de las relaciones entre el hombre y la obra de arte. La obra de arte se realiza a veces inconscientemente, como obra del hombre, de un solo hombre o de muchos hombres, en cualquier momento de su vida o en un periodo largo de la comunidad, como sucede para la arquitectura, siempre ligada a su época históricamente definida [...]. Celebrada por los contemporáneos y olvidada posteriormente, desapercibida en su época y redescubierta siglos después, valorada y devaluada, incluida o ignorada, en los escudos o abandonada, es aquella siempre la misma, así como fue terminada. ¿Qué ha cambiado entonces si la obra de arte no cambia? Han cambiado los hombres que han venido después de ella y ha cambiado su modo de sentir, de valorar, de obrar. Esto resulta determinante en las comparaciones de las obras del pasado. (Ceschi, 1970, p. 9)

Así que se puede concluir que cada época marca su relación con el patrimonio y con las obras que se incluirán dentro de este. Sin embargo, el desarrollo histórico de este patrimonio señala a determinados autores-arquitectos que por propia vocación se han preocupado por la protección de este, no siendo determinante la participación del Estado hasta en una segunda etapa, es decir, cuando el trabajo principal teórico ha sido terminado. Mauricio Rojas (2015) comenta

que, desde luego, la idea del Estado moderno está imbricada con la idea de patrimonio,

[...] consagrándose la responsabilidad de este en su protección jurídica de acuerdo con el interés social, económico y simbólico de las sociedades y sus épocas, asegurando incluso el acceso a las personas y la comunidad al goce de los bienes culturales. (p. 122)

Es decir, para Hernández y para Ceschi el patrimonio cultural es una decisión y selección de las personas de una determinada época, y que el poder en turno aprovecha esta inclinación popular para su legitimización, mientras que Rojas no ve mal esta función de protección del Estado, e incluso considera una de sus obligaciones principales la salvaguarda de este patrimonio; aunque, se debe subrayar que no han sido los Estados quienes han desarrollado los documentos internacionales de protección, es decir, “las cartas”; los Estados han retomado estas iniciativas y han adaptado su legislación.

De acuerdo con Gilberto Giménez (2007), apoyándose en Hugues de Varine (1976), el concepto de patrimonio cultural implica “la revalorización de un sector de los bienes culturales del pasado y del presente como antídoto frente a la presión deshumanizante de la técnica y de la complejidad organizacional moderna” (Giménez, 2007, p. 231). “El patrimonio estaría ligado a la memoria colectiva y, por ende, a la construcción de la identidad de un grupo o de una sociedad” (Ricoeur, 2000, en Giménez, 2007, p. 231). En este sentido, el patrimonio cultural es un recurso necesario para abordar las penurias de la época actual y estaría firmemente ligado a la construcción de la identidad de una sociedad. Ante esta opinión de Giménez, el patrimonio sería un lazo importante de identidad que debería colaborar en el control de la globalización y no convertirse en una herramienta de esta. Agrega Giménez basándose en Candau (1998), que el proceso de patrimonialización depende de una demanda social de la memoria “en búsqueda de los orígenes y de la continuidad en el tiempo, lo que conduce a un gigantesco esfuerzo de inventario, de conservación y de valorización de vestigios, reliquias, monumentos y expresiones culturales del pasado” (Candau, 1998, citado en Giménez, 2007, p. 231). Para Giménez (2007) la memoria es generadora y nutriente de identidad, así que “responde también a la necesidad de crear o mantener una identidad colectiva mediante la escenificación de pasado en el presente” (p. 231). Lo que no aclara Giménez es a quién corresponde construir esa identidad, dando por hecho que el grupo en el poder asumirá esa tarea sin buscar beneficios de esto. Es importante recalcar el papel de la Historia como la disciplina que conserva esa memoria que, aunque es igualmente manipulada por el Estado, siempre existirán voces de la sociedad que orienten hacia una historia verdadera.

Para Rojas (2015) esta aparente contradicción en la percepción del patrimonio cultural “se debe sin duda al tránsito que experimenta actualmente el campo del patrimonio desde una perspectiva tangible a una intangible” (p. 114), y que ocurrió en la 32.^a reunión de la Conferencia General de la Unesco en 2003 (Giménez, 2007, p. 234). Esta doble percepción sería entonces muy actual y propia de los momentos que vive hoy el patrimonio, cuando las representaciones sociales llegan a tener un peso igual a los monumentos (sean arqueológicos, históricos o artísticos). Sin embargo, Hernández considera que el problema es más profundo y se origina en el mismo momento en que surge la idea de patrimonio cultural (es decir, después de la Revolución francesa), cuestión que se ha afirmado en las últimas décadas debido a esa radicalización de la modernidad y la aparición cada vez mayor de la globalización. Coincide y amplía la idea de Rojas en que en los últimos años

Del patrimonio identificado estrictamente con la cultura culta se ha pasado al patrimonio que incluye la cultura en sentido amplio; del patrimonio tradicional, rural y preindustrial al patrimonio que incluye formas modernas, mediáticas y urbanas; del patrimonio mueble e inmueble de carácter tangible al patrimonio intangible e inmaterial; del patrimonio nacional al patrimonio local y global y del patrimonio cultural al patrimonio cultural-natural. (Hernández, 2010, pp.1 y 2)

Agrega además que el patrimonio cultural es una especie de híbrido entre cultura muerta del pasado y vivificación cultural moderna, un *zombi cultural*, y que

[...] la extraña hibridación de cultura muerta y política cultural es aquello que convierte en más atractivo al patrimonio cultural, y aquello que le confiere una mejor salud [...] con la patrimonialización de la cultura se puede recrear, clonar o resucitar viejos trozos de historia, convenientemente pasados por el filtro de las necesidades culturales de la contemporaneidad. (Hernández, 2010, p. 3)

Considera que con el patrimonio natural sucede lo mismo por el papel que en la naturaleza tiene la sociedad del riesgo, que “deshace o arruina los viejos paisajes para crear espacios hipermodernos que despiertan rápidamente la nostalgia de lo perdido, cuando no el proyecto de su rehabilitación en términos museísticos o patrimoniales” (Hernández, 2010, p.3). Así que estaríamos en un momento histórico que afecta al patrimonio en dos sentidos: por un lado, la urgente necesidad de integrar nuevos esquemas de patrimonio, donde la incorporación del patrimonio intangible y de otras categorías causa debates entre los especialistas, y además es necesario integrar al patrimonio cultural con el patrimonio natural (Consejo de Europa, 2000, s. p.), y por el otro, la categoría de *paisaje histórico urbano* surgido del Memorándum de Viena en el 2005 es ya

un elemento integrador de estas dos categorías. Todos estos cambios suceden cuando la globalización domina al mundo capitalista generando a su vez, respuestas sociales importantes.

Hernández (2010), refiriéndose a la patrimonialización de la cultura, comenta que esta “se puede entender como un nuevo culto civil al pasado, que se articula en rituales patrimonializadores y en una producción de sentido ligada a la memoria y al recuerdo” (p.2), y agrega que “la patrimonialización de la cultura es inseparable del modernismo, entendido este como un discurso, una ideología y una identidad al servicio de la destrucción creativa del presente, a su vez cercana a las imágenes del evolucionismo y a los grandes relatos desarrollistas” (p. 4). Giménez (2007), por su parte, comenta que la patrimonialización selectiva del pasado,

[...] cuya expresión institucional son los museos de diferentes tipos, los archivos, los monumentos históricos o arqueológicos, la demarcación de “lugares de memoria”, las declaratorias oficiales de excepcionalidad histórica o estética de determinados sitios, de ciudades enteras o de áreas de espacio público urbano, desempeña las siguientes funciones: alimenta la memoria colectiva y la identidad de los grupos sociales; realza, de cara al exterior, la excelencia de la producción cultural del pasado acrecentando su prestigio; y adquiere un valor económico al convertirse en bienes de consumo turística que atraen a visitantes de diferentes latitudes. (p. 232)

Giménez, al mismo tiempo que critica fuertemente a la globalización, se identifica con estas acciones que se llevan a cabo a fin de proteger los bienes patrimoniales y que finalmente son aprovechadas por el turismo internacional.

Para Hernández, en el seno del patrimonio cultural y del proceso de patrimonialización, la tradición aparece como un mecanismo discursivo que sirve lo mismo a las definiciones sociales de la identidad,

[...] del ejercicio del poder o de los mecanismos de mercado, consistiendo en una reinterpretación selectiva del pasado tradicional con la finalidad de legitimar históricamente los proyectos de un presente extrañado del pasado, todo lo cual se traduce en un constructo social reflexivo, multi-forme, flexible, plural y en constante transformación. Como se demuestra en la patrimonialización de la cultura, la contraparte de la modernidad es el deseo social de “restaurar” la tradición como fuente de sentido y paraguas legitimador. (Hernández, 2010, pp. 4-5)

De esta manera, cuestiona a la tradición y a la identidad como los valores principales del patrimonio, que además funcionan como legitimadores del grupo en el poder, y que, por otra parte, se entendería que se transforman

también en mecanismos que usan esos mismos grupos en el poder para generar un “nacionalismo” entre las personas que gobiernan. Así que ante esto surge la duda de hasta qué punto esta idea del patrimonio corresponde a la idea de Nación que en la actualidad domina el mundo. Aquí se debe reflexionar sobre lo que ha representado para México esta “dirección” del Estado en cuanto a la patrimonialización de los bienes nacionales. Es importante recordar cómo tradicionalmente se le ha dado más importancia al patrimonio arqueológico que al patrimonio histórico, mientras que el patrimonio artístico es poco valorado y no existen criterios claros para su inclusión en un catálogo, ni la institución encargada del mismo (INBAL), ha trabajado correctamente (Cedeño y Torres, 2019). Entre otros episodios, hay que recordar el descubrimiento del relieve de la diosa Coyolxauhqui en 1978, que determinó la demolición de varios edificios coloniales a fin de sacar a la luz las ruinas del Templo Mayor, decisión que hasta el día de hoy causa debate porque se derribaron edificios que tenían un valor de uso para dejar expuestas ruinas prehispánicas con un valor simbólico, que además ya se sabía que estaban en ese lugar (Escalante, 2011). Pero parece que esta preferencia por lo prehispánico viene desde el siglo XVI, poco después de la conquista española, como un rechazo de los criollos hacia el origen peninsular, y que sería retomado por los criollos insurgentes que “lo recuperaron en su estrategia para legitimar la Independencia” (López, 2011, p. 141).

Rojas se cuestiona si ya no es el pasado el criterio validador del patrimonio. Afirma que definitivamente ha cambiado la mirada moderna sobre el pasado buscando romper con la sociedad de producción y de consumo: “Buscamos identidad en esos intersticios a los que la globalización desenfrenada no puede alcanzar, porque están al resguardo de nuestra propia memoria” (Rojas, 2015, p. 119).

Sobre la importancia de la memoria, Hernández comenta que esta no se puede entender sin su contraparte, es decir, el olvido, de modo que “hablar de memoria es hacerlo de olvidos y manipulaciones, conscientes o inconscientes, deliberados u obligados” (Vila, 2005, citado en Hernández, 2010, p. 7). Hacer memoria “significa realizar un esfuerzo por recordar algo sucedido entre todos los sucesos y fenómenos que conforman el devenir histórico o historia en su conjunto”, lo que implica un acto de selección u olvido, que “acaban institucionalizados en las propias operaciones patrimonializadoras vinculadas al ejercicio colectivo de la memoria”, por lo que junto a la memoria vinculada al patrimonio cultural o histórico

[...] existe siempre una memoria no evocada, una memoria oscura, no activada, que corresponde a la historia que se prefiere —consciente o inconscientemente— no recordar. El proceso de patri-

monialización cultural implica siempre un juego selectivo con la memoria, pues hacer memoria implica dejar cosas en el olvido, que en el fondo es pura memoria potencial hasta que se convierte en memoria real [...] el olvido aparece para tratar con hechos considerados “innobles” o imposibles de explicar dada su naturaleza desmesurada y desbordante. (Hernández, 2010, p. 7)

Sobre la memoria colectiva, Hernández explica que la historia se diferenciaría claramente de la memoria colectiva de dos formas: la memoria colectiva solo retiene el pasado, lo que de él aún queda vivo o es capaz de vivir en la conciencia del grupo que lo mantiene. Además, solo existe una historia, mientras que hay varias memorias colectivas. Puede existir la historia universal, pero no existe una memoria universal, pues toda memoria colectiva está fijada en el tiempo y en el espacio (Hernández, 2010, p. 7). Por otra parte, los medios de comunicación, cada vez más volcados con el pasado, “limpian de tiempo nuestros recuerdos, los desactivan a base de hacerlos indiferenciables de los objetos del presente” (Cruz, 2005, citado en Hernández, 2010, p. 8). Huyssen (2002) establece que muchas de estas memorias masivamente comercializadas —y se debería añadir que patrimonializadas— son una suerte de “memorias imaginadas” (sobre materiales arqueológicos o de archivo) que se olvidan más fácilmente que las vividas o experimentadas (Huyssen, 2002, citado en Hernández, 2010, p. 9). De modo que se ven a una serie de “convulsiones mnemónicas” causadas por el virus de la amnesia, que llega incluso a amenazar a la memoria misma (Hernández, 2010, p. 9). Con base en estos comentarios se puede inferir que los seres humanos han sido manipulados desde siempre por las fuerzas en el poder y, la memoria colectiva lo mismo que la historia, son una invención o una selección de lo que a las estructuras en el poder les conviene que “se recuerde”, todo esto apoyado en la actualidad por los medios de comunicación. El patrimonio basado en la memoria colectiva o incluso en la historia, sería el recuerdo de aquello que quienes ostentan el poder, quieren que la gente recuerde. Y en este sentido, la memoria que el Estado mexicano ha impuesto después de la Revolución mexicana es un fiel reflejo.

Y agregando a esta memoria “impuesta” por las fuerzas en el poder, se debería considerar que existen bienes patrimoniales “incómodos” para estos mismos que detentan el poder y, por tanto, son excluidos del patrimonio “oficial”. Hernández (2010) apoya esto agregando que:

La valoración patrimonial suele dejar en la sombra una serie de referentes, objetos, artefactos y productos culturales que en el momento histórico de la activación pueden aparecer como “incómodos” y por lo tanto, susceptibles de no ser valorados como potencialmente patrimonializables. (p. 10)

Agrega Hernández que se trata del “patrimonio incómodo” de Llorenç Prats, “activaciones patrimoniales que existen y que no se pueden extinguir a causa de su legitimación simbólica, pero que nadie los quiere, ni sabe qué hacer con ellos” (Prats, 1997, citado en Hernández, 2010, p. 10) y que son “objetos, sites o manifestaciones cuya existencia no resulta de ‘utilidad pública’ o de ‘interés social’, y que puede llegar incluso a ser molesta, al no encajar o ser contradictoria con los razonamientos culturales del momento” (Reventós, 2007, citado en Hernández, 2010, p. 10). Las causas de la “incomodidad patrimonial” pueden ser variadas, desde las más inocentes, que se refieren a criterios estéticos obsoletos, hasta otras basadas en conflictos de intereses económicos o políticos, de modo que

en la construcción identitaria de los patrimonios culturales siempre existen una serie de patrimonios socialmente incómodos por su dificultad de encaje con la versión institucionalmente constituida de la misma (Hernández, 2010, p. 10). En este sentido, cabe recordar el conocido caso en México con los vitrales de Mathias Goeritz, los cuales no han recibido el reconocimiento correspondiente sin existir una causa justificada para ello y, todo indica que el motivo de este rechazo sería el origen extranjero de su autor (Cedeño y Torres, 2019) (Figura 6). Hernández (2010) llama a esto la “memoria oscura” de la sombra patrimonial de aquello “abandonado sumergido, oculto, consciente o inconscientemente, al creer que su negatividad sería de crudo impacto en el presente” (p. 13).

Figura 6. Los vitrales de Goeritz en la Catedral Metropolitana de la Ciudad de México



Fuente: elaboración propia (2014).

La globalización, la modernidad, la modernización y el patrimonio

Otro de los problemas graves a los que se enfrenta hoy el patrimonio es el modelo económico que domina este mundo capitalista, es decir, el neoliberalismo, que desde finales de los años setenta impusieron las potencias capitalistas hegemónicas y los organismos financieros y comerciales multi-

nacionales. De acuerdo con Pradilla (2009), los países de América Latina no fueron la excepción. Las conclusiones y consecuencias de la aplicación de este modelo económico se pueden resumir en:

- El crecimiento económico de la región ha sido muy inferior desde 1982 al logrado desde sus últimos días por el patrón de acumulación de capital con intervención estatal.

- Las potencias neoliberales no han logrado asegurar una acumulación capitalista sostenida, y los países se han debatido entre continuas desaceleraciones y recesiones periódicas.
- En muchos casos, las recesiones y la apertura comercial han llevado a un retroceso en su aparato productivo a las economías liberales. (Pradilla, 2009, p. 9)

Agrega Pradilla que “Los indicadores de las condiciones de vida de la mayoría de la población latinoamericana no han mejorado significativamente, y hoy más de la mitad de la población económicamente activa se mantiene en el desempleo, la informalidad y la pobreza” (Pradilla, 2009, p. 9). Un claro ejemplo de lo que representa la globalización en América Latina se tiene con el concepto de espacio público que “ha sido acaparado en el nuevo orden neoliberal y se ha convertido en una fuente inagotable de un sinfín de pragmatismos ideológicos”, tema que no escapa de los discursos políticos de gobiernos progresistas, y en el que se debería entender a toda la ciudad como espacio público (Filipe, 2022, p. 155).

Centrados en el problema que está representando la globalización para la cultura, Ulrich Beck destaca dos modalidades. “La primera con el Estado-nación como protagonista y una segunda modernidad —que asimilo a modernización de la modernidad— que da cuenta del debilitamiento de esta institución moderna lo cual sería el síntoma esencial de la globalización” (Beck, 1997, citado en Rojas, 2015, pp. 156). Para Joaquín Brünner (2002) “la globalización vehiculizada por el mercado, la expansión capitalista y la revolución de las comunicaciones, junto al surgimiento del orden postradicional, que basa su capacidad innovativa en el constante avance, ha producido un quiebre en la línea de desarrollo de la modernidad” (Brünner, 2002, citado en Rojas, 2015, p. 157).

De acuerdo con Arizpe y Alonso (2001), el conflicto entre cultura y globalización se da en tres ámbitos: “primero, identidades, patrimonio cultural y justicia cultural. En segundo término, los medios de comunicación audiovisuales y finalmente la cultura y los convenios comerciales” (Arizpe y Alonso, 2001, citados en Rojas, 2015, p. 159). George Yúrice (2002), dando respuesta a la posible relación conflictiva entre el patrimonio cultural y estrategias de globalización señala “que actualmente la cultura se ha extendido como nunca antes se había visto en la historia, fundamentalmente por una estrecha relación con el desarrollo económico” y agrega: “de modo que en la cultura prevalece la gestión, el acceso, y la inversión, y depende cada vez más del capital privado. De esta manera, el concepto tradicional de cultura ha sido vaciado (¿modernizado?) para convertirse en un pretexto para el crecimiento económico, incluso como generador de empleos, espe-

cialmente en las industrias culturales transnacionales”. Y sobre el patrimonio agrega “que el patrimonio produce valor y el desafío sería analizar los retornos locales y nacionales para realizar inversiones” (Yúrice, 2002, citado en Rojas, 2015, pp. 159-160). Lo que muestra el papel económico que en la actualidad está teniendo el patrimonio y, por tanto, aparece cada vez más bien como una fuente de ingresos para los inversionistas, que como una forma en que las poblaciones en general alcancen una identidad y una cultura que los haga prosperar.

Se entiende, de esta manera, que la globalización al igual que la modernización se potencia a sí misma con cada destrucción, y el derrumbe de fronteras, lejos de ser la utopía multiculturalista ha significado el multiculturalismo de mercado, en el que el capitalismo obtiene beneficios monetarios de las nuevas mercancías de la diversidad incluyendo el patrimonio cultural (Rojas, 2015, p. 160).

De acuerdo con Renato Ortiz (1998) y retomado por Rojas (2015), “la globalización no es un proceso ahistórico, no nació con la posmodernidad [...], sino que tiene una raíz anterior, es producto de una continuidad no interrumpida” (Ortiz, 1998, citado en Rojas, 2015, p. 162). A lo cual Rojas agrega que se puede reafirmar “la profunda relación existente entre globalización y modernización como una segunda modernidad o modernización de la modernidad [...]”, por lo que Rojas propone el término: *globadernización* (Rojas, 2015, p. 162).

De acuerdo con Hernández, la trayectoria del proceso conjunto de modernización y globalización, acentuado a partir del siglo XVIII, y muy especialmente a partir de la segunda mitad del siglo XX, contiene como potentes vectores tres cruciales dialécticas cuyos campos de fuerza atraviesan completamente la patrimonialización de la cultura y de la naturaleza. “La primera dialéctica alude a la relación entre desencantamiento y reencantamiento del mundo”, caracterizado por una religiosidad sobrenatural omniabarcante y que “solo puede ser logrado a través de mecanismos en última instancia desencantadores, como son la administración burocrática, la tecnología o la planificación del espectáculo para el consumo de masas” (Hernández, 2008, pp. 28-29). “La segunda dialéctica se refiere a la relación entre destradicionalización y retradicionalización”. Con la revolución burguesa, la revolución industrial, la revolución científico-técnica y la secularización, la tradición va desapareciendo del centro de la escena social para retirarse a un discreto segundo plano. “La retradicionalización no recupera la tradición perdida, sino que se inspira en ella para proporcionar sentido a la vertiginosidad del presente moderno” (Hernández, 2008, pp. 28-29). La tercera dialéctica es la que se plantea entre desterritorialización y reterritorialización. “La desterritorialización, como rasgo central de la globalización, implica la creciente

aparición de formas de contacto y de vinculación social que van más allá de los límites de un territorio concreto, a modo de un ‘desanclaje’” (Hernández, 2008, pp. 28-29).

Completando esta hipótesis, Hernández comenta que en la medida en que el patrimonio cultural, tanto el nacional como el mundial, es transmitido por los diversos medios a públicos heterogéneos ubicados en localidades muy diferentes, dichos medios consiguen crear una identificación emocional, moral o turística entre los bienes patrimoniales expuestos y una comunidad mediática compleja, lo que no hace sino generar nuevas oportunidades de acción a distancia sobre el patrimonio. Con la creación de un patrimonio mundial en los últimos treinta años los medios de comunicación (radio, televisión, revistas, periódicos, internet), han procedido a su difusión masiva, a una expansión potencial universal para la demanda de consumo cultural, de la mano precisamente del llamado “turismo cultural”. De este modo, un bien patrimonial local acaba proyectándose en el ámbito global, retraduciéndose como patrimonio mundial (Hernández, 2008, p. 30).

La Organización Mundial del Turismo señala que desde los años cincuenta el turismo no ha dejado de crecer y se ha convertido en uno de los sectores económicos más importantes y de más rápido crecimiento del mundo. Se ha pasado de 25 millones en 1950, a 988 millones en el 2008, y se calculaba que para el 2020 alcanzaría los 1.600 millones, dato que se modificó debido a la pandemia por el virus COVID-19. La llegada de turistas a países en desarrollo ha aumentado del 31% en 1990 al 45% en el 2008. Los ingresos por este turismo alcanzaron los 944.000 millones de dólares en el 2008. Este hecho se ha fortalecido por la declaración de lugares icónicos como Patrimonio de la Humanidad. El turismo implica tres puntos conflictivos principales:

En primer lugar, el turismo es un típico exponente de la globalización [...]. En segundo lugar, por un lado, depende fuertemente del sector público para la creación de infraestructuras, y por otra parte, se basa en un gran número de pequeñas y medianas empresas fragmentadas, de propiedad y gestión privadas, lo que dificulta su coordinación y legislación [...]. En tercer lugar, se encuentra la capacidad del turismo para generar importantes beneficios, en términos de ingresos y empleo directos, al mismo tiempo que genera presiones y problemas asociados al enorme número de visitantes que invaden las poblaciones locales, alterando o destruyendo su entorno y su modo de vida tradicional. (Bandarin y Van Oers, 2014, pp. 154-158)

Para Gilberto Giménez, la amenaza mayor sobre el patrimonio cultural en estos tiempos de globalización

[...] es su devaluación paulatina en cuanto expresión de una cultura particular fuertemente terri-

torializada, debido a que resulta disfuncional para la lógica homogeneizante y desterritorializada de los mercados globales [...] que necesitan de consumidores estandarizados, flexibles e intercambiables que no estén limitados por lealtades nacionales, regionales o locales muy fuertes. (Giménez, 2007, p. 251)

Ante esto, Giménez plantea tres escenarios posibles:

1. Su depreciación paulatina como repertorio inerte y frío de un pasado cultural premoderno, radicalmente incompatible con la dinámica de la globalización y de la posmodernidad;
2. o su recreación y revitalización a través de prácticas de resistencia que contrabalanceen la ofensiva neoliberal contra las culturas de identidad y de memoria;
3. o su transformación en mercancía de consumo a través de procesos de mercantilización que lo disocien de la memoria y de la identidad, subordinándolo a la lógica del valor de cambio. (Giménez, 2007, p. 252)

Considerando un punto de vista neoliberal, dice Giménez que solo este último escenario “podría ‘salvar’ a la cultura patrimonial, sobre todo en tiempos de adelgazamiento y crisis fiscal del Estado”. Para Giménez es necesario contrarrestar estas políticas con una contrapolítica de identidad basada en la firme convicción de que el patrimonio es una cuestión de fidelidad y de memoria, y no de rentabilidad y de mercado (Giménez, 2007, p. 251).

Para Rojas, el debilitamiento de la relación Estado-Patrimonio ha permitido el ingreso de dos nuevos actores: por un lado, los capitales globales y, por el otro, las comunidades locales. El Estado está siendo superado por el interés de la inversión económica global en culturas locales (turismo cultural), “pero a la vez las culturas locales tratan de defender su identidad frente a los nuevos intereses económicos, auspiciados y soslayados por las autoridades estatales” (Rojas, 2015, p. 164), así que propone que el Estado vuelva a recuperar el sentido de interés público.

Agrega Rojas apoyándose en Bonfil (1994) y en García Canclini (1994), que en los últimos decenios la idea de patrimonio ha evolucionado pasando a ocuparse de procesos de producción y circulación social, tanto como de los significados que diferentes receptores les atribuyen (Bonfil, 1994 citado en Rojas, 2015), y pasando a nuevas dimensiones como “patrimonio vivo”, “patrimonio como uso social” y “patrimonio popular” (García Canclini, 1994 en Rojas, 2015, p. 127). Estas son algunas de las variantes actuales que caracterizan al patrimonio, a las que podríamos sumar el patrimonio biocultural y los estudios actuales sobre su relación con el paisaje.

DISCUSIÓN

En este texto se ha abordado el debate sobre la cuestión actual del patrimonio, debate en el cual se han incluido, principalmente, la opinión de tres especialistas, con los autores que ellos mismos citan. Autores como Manuel-Gil Hernández, Mauricio Rojas y Gilberto Giménez plantean situaciones radicales sobre lo que ellos consideran que es el patrimonio hoy en día y lo que se podría esperar para el futuro.

Manuel-Gil Hernández concluye que el patrimonio es un producto de la modernidad y, por tanto, es “la modernización de la tradición” es “el desencantamiento del mundo tradicional [...] que genera un reencantamiento del mundo a través de la razón, la ciencia y el progreso (nacionalismo y romanticismo)”, y sirve a la legitimación de las estructuras de poder y permite la reproducción de los mecanismos de mercado, como la contraparte de la modernidad. La patrimonialización de la cultura es el deseo social de “restaurar” la tradición como fuente de sentido y paraguas legitimador. Así pues cuestiona a la tradición y a la identidad como los valores principales del patrimonio (¿y acaso del nacionalismo?). Considera al patrimonio cultural como una especie de híbrido entre cultura muerta del pasado y vivificación cultural moderna, un *zombi cultural*. Critica la memoria, ya que al hablar de ella se debe hablar de su contraparte, es decir, los olvidos y las manipulaciones, conscientes o inconscientes, deliberadas u obligadas. Y tratándose de una memoria impuesta, existen bienes patrimoniales “incómodos” para estos mismos que detentan el poder y, por tanto, son excluidos del patrimonio “oficial”. La posición de Hernández parece muy radical; sin embargo, si se revisa la manera en que el Estado mexicano ha manejado esta cuestión del patrimonio durante su historia, y principalmente después de la Revolución mexicana, se encuentran coincidencias que le darían la razón a este autor.

Mauricio Rojas, por su parte, se cuestiona el papel del patrimonio junto a la Modernidad/modernización y es en esta modernización que aparece la intervención del neoliberalismo y de la globalización, por lo que considera que es en el patrimonio el lugar donde en la actualidad con mayor intensidad se cruzan los intereses culturales con los económicos.

A diferencia de Hernández, considera muy importante la figura del Estado como un custodio de los bienes culturales, asegurando así, el acceso a los mismos a todas las personas.

Se refiere a la cultura y a la relación de esta con el desarrollo económico, dependiendo cada vez más del capital privado, de modo que el patrimonio produce valor y el desafío sería analizar el regreso del capital a los entornos locales y nacionales, a fin de analizar el beneficio de la intervención del capital. Concluye que

[...] la globalización al igual que la modernización se potencia a sí misma con cada destrucción, y el derrumbe de fronteras, lejos de ser la utopía multiculturalista ha significado el multiculturalismo de mercado, en donde el capitalismo obtiene beneficios monetarios de las nuevas mercancías de la diversidad incluyendo el patrimonio cultural. (Rojas, 2015, p. 160)

Esta posición presenta un punto de discusión con Hernández en torno al papel que debe jugar el Estado con relación al patrimonio. Mientras que para Hernández el patrimonio se convierte solo en una manera de manipular a las masas, para Rojas el Estado es una guía necesaria en la protección y difusión de este patrimonio, aunque la opinión sobre la globalización no cambia mucho en ambos autores.

Gilberto Giménez, con una posición más institucional y, por tanto, más favorable a la función que el Estado desarrolla con el patrimonio, define el concepto de patrimonio cultural como “la revalorización de un sector de los bienes culturales del pasado y del presente como antídoto frente a la presión deshumanizante de la técnica y de la complejidad organizacional moderna” (Giménez, 2007, p. 231). Apoya la patrimonialización de la cultura argumentando que depende de una demanda social de la memoria en búsqueda de los orígenes y de la continuidad en el tiempo, y que alimenta la memoria colectiva y la identidad de los grupos sociales. Apoya, igualmente, el beneficio de la idea de la “memoria”, a la que considera como generadora y nutriente de identidad, así que “responde también a la necesidad de crear o mantener una identidad colectiva mediante la escenificación de pasado en el presente” (Giménez, 2007, p. 231). La preocupación principal de Giménez se centra en la globalización, ya que considera que, con ella, el patrimonio corre el riesgo de una devaluación paulatina en cuanto a expresión de una cultura.

Un factor determinante de dicha globalización del patrimonio es el turismo internacional, tanto por el valor económico que representa como por la cantidad de personas que participen de este turismo y, que incluye países que antes no lo hacían. ¿Cómo se podría regular este turismo que hace prácticamente imposible visitar ciudades como Roma o Venecia durante los meses estivos? ¿Podrá el interés económico reflexionar y crearse normas para la visita a los sitios patrimoniales? ¿Podrán los gobiernos retomar el control perdido ante el neoliberalismo?, o como opina Filipe, “ha habido una apropiación de la izquierda para legitimar desde una construcción ideológica autoritaria u ‘supuesto’ proceso democratizador, que en su práctica real no ha hecho más que aumentar las desigualdades sociales” (Filipe, 2022, p. 176). Del futuro de la política económica dependerá el futuro del patrimonio.

Existen dentro del patrimonio otros debates que deberán irse resolviendo con el tiempo, y se refieren a la unión del Patrimonio Natural con el Patrimonio Cultural, a la creciente importancia del patrimonio Inmaterial y a la incorporación de otros tipos de patrimonio que la ley no considera actualmente. La Ley Federal Sobre Monumentos y Zonas Arqueológicas, Artísticos e Históricos de 1972 de México, que determina qué es un patrimonio no ha sido modificada desde entonces, y cada vez que existe una iniciativa para hacerlo, los partidos políticos contrarios se oponen a cualquier modificación, cuestión hace aún más difícil el poder establecer políticas de protección adecuadas.

A los debates mencionados sobre el patrimonio, se debe sumar, además, lo planteado por el Convenio Europeo del Paisaje y el Memorandum de Viena sobre el papel actual que deben ejercer tanto el paisaje como el patri-

monio, ya que convirtiéndose el patrimonio en uno de sus componentes principales del paisaje, obliga a los países a que consideren al paisaje y al patrimonio como elementos principales dentro de los futuros planes urbano-territoriales.

Santacana y Serrat (2009) concluyen que los paisajes al ser “históricos” adquieren una gran dimensión patrimonial, y agregan que el estudio de la evolución del paisaje urbano antrópico es uno de los elementos fundamentales de la dimensión patrimonial del paisaje debido a que:

- a. La ciudad es la creación histórica más relevante de la humanidad.
- b. La mayor parte del patrimonio histórico humano se aloja en las ciudades.
- c. Las ciudades suelen concentrar los elementos más dinámicos de la historia.

CONCLUSIONES

El debate sobre lo que ha sido y en lo que se está convirtiendo el patrimonio hacen reflexionar sobre el futuro que quieren los seres humanos. La contaminación, la sobrepoblación, la pobreza y posible falta de agua y alimentos son problemas mayores que aquejan al mundo en la actualidad y, ante estos, el problema del patrimonio parece menor; sin embargo, en el fondo está la pregunta ¿qué queremos y qué esperamos los seres humanos para el futuro? ¿Continuaremos viviendo a través de modelos económicos que solo benefician a unos cuantos? La respuesta afectará definitivamente el futuro del patrimonio.

La historia, como afirma Hernández, ha sido manipulada por las fuerzas en el poder. Sin embargo, como se pudo evidenciar a lo largo del recorrido histórico con el que se inicia este artículo, han surgido posiciones muy importantes que no han sido producto de las fuerzas en el poder, sino de una serie de especialistas preocupados por la protección y conservación de ese patrimonio. Entonces la pregunta es ¿hasta qué punto los Estados intervienen en el destino del patrimonio?

Por otra parte, no se deben olvidar los comentarios de Rafael Mata quien escribe que “el paisaje se está convirtiendo en un tipo particular de patrimonio”; de hecho, se puede entender el paisaje desde el punto de vista histórico-geográfico como patrimonio “y en su potencialidad como recurso para el desarrollo territorial y la mejora de la democracia” (Mata, 2010, p. 32). Para Mata, la tarea principal debiera ser recuperar el sentido semántico del patrimonio como herencia, como legado de cultura y de vida que se recibe y se debe transmitir en condiciones aceptables, renueva y fortalece su significado en el debate de la sostenibilidad (Mata, 2010, p. 39).

La aparición de la globalización coincide con la Convención sobre la Protección del Patrimonio Mundial Cultural y Natural que organizó la Unesco en 1972. A partir de entonces las condiciones del patrimonio han cambiado, convirtiéndose en un instrumento más del poder económico capitalista. La gran pregunta es ¿se podrá revertir esta situación?

CONTRIBUCIONES Y AGRADECIMIENTOS

Este artículo de revisión forma parte de la investigación titulada: *Ecourbanismo, ecobarrios, resiliencia urbana y paisaje histórico urbano. La nueva forma de entender la planeación de la ciudad y el territorio*, investigación que fue aprobada por el Consejo Divisional de la División CyAD de la Universidad Autónoma

Metropolitana Xochimilco en sesión ordinaria 4 del 24 de junio del 2019, y aprobada una prórroga en sesión 20/2022 celebrada el 20 de octubre de 2022, así que recibe financiamiento de la Universidad Autónoma Metropolitana y del Sistema Nacional de Investigadores del Conachyt.

REFERENCIAS

- Arizpe, L., y Alonso, G. (2001). *Cultura, comercio y globalización en transformaciones sociales en tiempos de globalización*. Clacso.
- Ballart, J. (2003). *El patrimonio histórico y arqueológico: valor y uso*. Ariel.
- Bandarin, F., y Van Oers, R. (2014). *El paisaje urbano histórico. La gestión del patrimonio en un siglo urbano*. Abada editores, S.L.
- Beck, U. (1997). La invención de lo político: Para una teoría de la modernización Reflexiva. En U. Beck, A. Giddens y S. Lash (Eds.), *Modernización reflexiva: política, tradición y estética en el orden social moderno* (s. p.). Alianza Editorial.
- Bonfil, G. (1994) Nuestro patrimonio cultural: un laberinto de significados. En J. Cama Villafranca, R. Witker Barra y el Instituto Nacional de Antropología e Historia (México) (Eds.), *Memoria del simposio patrimonio y política cultural para el siglo XXI* (p. 40). INAH.
- Brünner, J. (2002). *Globalización cultural y posmodernidad*. Fondo de Cultura Económica.
- Candau, J. (1998). *Mémoire et identité*. Presses Universitaires de France.
- Carson, R. (1960). *Primavera silenciosa*. Ediciones Culturales Paidós S. A.
- Cedeño, A. (1989). Centros históricos italianos. *Revista Vivienda*, 14.
- Cedeño-Valdiviezo, A., y 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>
- Cedeño, A. (2023). Reutilización adaptativa: su potencial papel en la arquitectura sostenible y su relación con la restauración y la rehabilitación. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 25(1), 173-186. <https://doi.org/10.14718/RevArq.2023.25.4520>
- Ceschi, C. (1970). *Teoria e storia del restauro*. Mario Bulzoni Editore.
- Consejo de Europa. (2000, 20 de octubre) *Convenio Europeo del Paisaje*. Florencia, Italia.
- Cruz, M. (2005). *Las malas pasadas del pasado. Identidad, responsabilidad, historia*. Anagrama.
- Choay, F. (1992). *Alegoría del patrimonio*. Gustavo Gili SL.
- De Varine, H. (1976) *La culture des autres*. Seuil.
- Di Battista, V. (1995). Il riuso: casistica, problematiche, potenzialità. En V. Battista, C. Fontana, y M. R. Pinto (Eds.), *Flessibilità e riuso* (s. p.). Alinea Editrice.
- Escalante, P. (2011). Introducción. En P. Escalante (Ed.), *La idea de nuestro patrimonio histórico y cultural* (s. p.). Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.
- Ferracuti, G. (1978). Aspectos económicos, productivos y de coste de la recuperación de edificios. En F. Ciardini y P. Falini (Eds.), *Los centros históricos* (s. p.). Gustavo Gili.
- Filipe, C. (2022). Gobiernos progresistas y el giro a la izquierda: la producción discursiva del espacio público y las contradicciones socioterritoriales de la despolitización teórica en América Latina. En E. Pradilla (Ed.), *La producción de la ciudad latinoamericana durante el neoliberalismo* (s. p.). Universidad Autónoma Metropolitana. http://www.emiliopradillacobos.com/LibrosPDF/La-produccion_de_la_ciudad_latinoamerica.pdf
- Hernández, G. M. (2008). *Un zombi de la modernidad: el patrimonio cultural y sus límites*. Universidad de Valencia. https://core.ac.uk/outputs/70990155/?utm_source=pdf&utm_medium=banner&utm_campaign=pdf-decoration-v1
- Hernández, G. M. (2010). *La memoria oscura. El patrimonio cultural y su sombra*. Universidad de Valencia. <https://images.app.goo.gl/mLREhUWwHR58LDJ57>
- Huyssen, A. (2002). *En busca del futuro perdido. Cultura y memoria en tiempos de globalización*. FCE.
- ICOMOS. (1965). *Carta internacional sobre la conservación y la restauración de monumentos y sitios*. <https://www.icomos.org/ar/wp-content/uploads/2009/08/15.pdf>

- García Canclini, N. (1994). ¿Quiénes usan el patrimonio? Políticas culturales y participación social. En R. Witker Barra y J. Cama Villafranca (Eds.), *Memoria del simposio patrimonio y política cultural para el siglo XXI* (p. 40). INAH.
- Giménez, G. (2007). *Estudios sobre la cultura y las identidades sociales*. Instituto Coahuense de Cultura.
- Giovannoni, G. (1931). *Vecchie città ed edilizia nuova*. Unione Tipografico-Editrice Torinese.
- Gobierno de México. (1972). *Ley federal sobre monumentos y zonas arqueológicas, artísticas e históricos*. Cámara de Diputados del H. Congreso de la Unión.
- López, P. (2011). De cómo el pasado prehispánico se volvió el pasado de todos los mexicanos. En P. Escalante (Ed.), *La idea de nuestro patrimonio histórico y cultural* (s. p.). Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.
- Mata, R. (2010). La dimensión patrimonial del paisaje. Una mirada desde los espacios rurales. En J. Maderuelo (Ed.), *Paisaje y territorio*. Abada Editores, S.L.
- Ortiz, R. (1998). *Otro territorio*. Convenio Andrés Bello.
- Piccinato, G. (1978). El problema del centro histórico. En F. Ciardini, & P. Falini (Eds.), *Los centros históricos* (s. p.). Gustavo Gili.
- Pradilla, E. (2009). *Los territorios del neoliberalismo en América Latina*. UAM Miguel Angel Porrúa. http://www.emiliopradillacobos.com/LibrosPDF/La_produccion_de_la_ciudad_latinoamerica.pdf
- Prats, L. (1997). *El patrimonio como construcción social*. Ariel Antropología.
- Reventós, A. (2007). Patrimonio incómodo para la imagen que Barcelona ofrece al mundo. *Revista de Turismo y Patrimonio Cultural*, 5(3), 32.
- Ricoeur, P. (2000). *La memoria, la historia y el olvido*. Trotta.
- Riegl, A. (1903-2017). *El culto moderno a los monumentos*. Antonio Machado Libros.
- Rojas, M. (2015). *Dialéctica del patrimonio. Modernizaciones y cultura activa en disputa*. UAM Ediciones del Lirio.
- Santacana, J., y Serrat, N. (2009). La dimensión patrimonial del paisaje. En J. Busquets, y A. Cortina. (2009). *Gestión del paisaje* (s. p.). Editorial Ariel, S. A.
- Unesco. (2003, 7 de octubre). *Convención para la Salvaguarda del Patrimonio Cultural Inmaterial*. París, Francia. https://ich.unesco.org/doc/src/2003_Convention_Basic_Texts-_2018_version-SP.pdf
- Unesco. (2005). *Memorándum de Viena sobre el Patrimonio Mundial y la Arquitectura Contemporánea. Gestión del Paisaje Histórico Urbano*. Viena, Austria. <http://mec-edupaz.unam.mx/index.php/mecedupaz/article/view/57157>
- Vila, S. (2005). *Elogi de la memoria. Records, silencis, oblitis i reinvincions*. Tres i Quatre.
- Yúdice, G. (2002). *El recurso de la cultura*. Gedisa.

Sustainable Construction as Getting Dressed of Place: Two Experiences in the Tropics

La construcción sostenible como vestirse de lugar:
dos experiencias en el trópico

Submitted: febrero 18 / 2025 • Evaluated: marzo 04 / 2025 • Accepted: marzo 25 / 2025

HOW TO CITE

Bedoya, C. M., Mejía C. A., & Cano Restrepo, E. (2025). Sustainable Construction as Getting Dressed of Place: Two Experiences in the Tropics. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 27(2), 103-122. <http://doi.org/10.14718/RevArq.2025.27.6802>

Carlos Mauricio Bedoya*

Universidad Nacional de Colombia. Medellín
(Colombia)

<https://ror.org/059yx9a68>

Carlos Alberto Mejía**

Universidad Nacional de Colombia. Medellín
(Colombia)

<https://ror.org/059yx9a68>

Édgar Cano Restrepo***

Universidad Nacional de Colombia. Medellín
(Colombia)

<https://ror.org/059yx9a68>

ABSTRACT

This article addresses the environmental impact of building materials resulting from construction and demolition waste and debris. It presents the potential of material resurrection through recycling and reuse, which enable the production of optimally performing and affordable building supplies. In addition to the production of materials with a lower CO2 footprint, such practices allow for the integral management of sustainable construction processes that optimize resources and minimize the waste of energy, water and material inputs such as prefabricated structures or concrete. The study aims to apply research results to present the concept of sustainable construction and architecture as "getting dressed of place", i.e. recognizing contextual variables to determine the aesthetic and technical guidelines that must be considered for the materialization of a project. It also shows how contextualized design of buildings can promote comfort and efficiency through bioclimatic strategies, as well as how the people involved in building activities must have decent working conditions, which includes everything from formal hiring to the provision of protection and industrial safety elements, an often neglected precaution in Latin American countries. Finally, relevant reflections are considered throughout the article, including the thoughtful use of water, the promotion of rainwater harvesting systems in buildings, and the understanding of sustainable construction activities as holistic issues, which recognize the integrality of the trade.

Keywords

context; contextualized design; housing; materials; sustainable construction

RESUMEN

El presente artículo aborda el tópico de los materiales y su impacto al generar escombros y otros residuos de construcción y demolición, pero también expone el potencial de resurrección matérica que les corresponde a través del reciclaje y la reutilización, confeccionando elementos de óptimo desempeño y costo asequible. A la producción de materiales con menores huellas de CO2 se suma la gestión integral mediante procesos constructivos sostenibles, que optimizan los recursos y minimizan los desperdicios de energía, agua e insumos tales como prefabricados y materiales como el concreto. Es una investigación aplicada que muestra el concepto de la construcción y la arquitectura sostenibles como aquello que se “viste de lugar”, es decir, que reconoce las variables del contexto para determinar los lineamientos estéticos y técnicos que se tendrán en cuenta para la materialización de un proyecto. Así mismo, muestra cómo desde el diseño contextualizado una edificación puede propiciar confort y eficiencia mediante estrategias bioclimáticas. También se muestra cómo las personas involucradas en la actividad edificadora deben tener condiciones dignas de trabajo, lo que incluye desde una contratación formal hasta la disposición de elementos de protección y seguridad industrial, que en países latinoamericanos suele ser un aspecto descuidado. Por último, la reflexión también abarca un uso reflexivo del agua, propiciando sistemas de aprovechamiento de aguas lluvia en edificaciones. Una actividad constructora sostenible es un asunto holístico, que reconoce la integralidad.

Palabras clave

construcción sostenible; contexto; diseño contextualizado; materiales; vivienda.

- ★ Design-build Architect, Universidad Nacional de Colombia. Medellín (Colombia)
Magister in Habitat and PhD. in Human and Social Sciences, Universidad Nacional de Colombia, Medellín (Colombia)
PhD. In Project Management, Universidad Internacional Iberoamericana. Campeche (México)
Professor at Universidad Nacional de Colombia, Architecture, Member of Grupo de Investigación en Construcción
🔗 <https://scholar.google.es/citations?hl=es&user=vUYHN2wAAAAJ>
🆔 <https://orcid.org/0000-0001-9702-5076>
✉ cmbedoya@unal.edu.co
- ★★ Architect, Universidad Nacional de Colombia. Medellín (Colombia)
Magister in Building, Universidad Nacional de Colombia. Medellín (Colombia)
Professor at Universidad Nacional de Colombia, Architecture, Member of Grupo de Investigación en Construcción
🔗 <https://scholar.google.com/citations?user=QRp94g0AAAAJ&hl=es>
🆔 <https://orcid.org/0000-0002-3125-1588>
✉ camejiab@unal.edu.co
- ★★★ Design-build Architect, Universidad Nacional de Colombia. Medellín (Colombia)
Magister in Building, Universidad Nacional de Colombia. Medellín (Colombia)
Professor at Universidad Nacional de Colombia, Architecture, Member of Grupo de Investigación en Construcción
🔗 https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=BxFLj_oAAAAJ
🆔 <https://orcid.org/0009-0003-8128-2264>
✉ ecanores@unal.edu.co

INTRODUCTION

A growing debate has recently arisen in architectural research regarding the negative environmental impact caused by the construction of buildings and civil infrastructure, as these degrade territories due to the extraction of non-renewable materials through open-pit mining and the final disposal of waste generated by construction and demolition processes, known as Construction and Demolition Waste (CDW), which includes debris (Acosta, 2009). For example, more than seven thousand tons of CDW are generated daily in Medellín and its metropolitan area, and twenty thousand in Bogotá, three times more than the ordinary solid waste taken to sanitary landfills (AMVA, 2024).

In his book *Qué significa construir: claves conceptuales sobre la ingeniería civil* (What It Means to Build: Conceptual Keys to Civil Engineering), Miguel Aguiló outlines the functional and cultural reasons for constructing bridges, roads, or buildings (2013), raising questions such as why a country like Spain has more than twenty international airports while Germany, by far Europe's dominant economic power, has far fewer (even though Germany nearly doubles Spain's population). This invites reflection on the environmental, economic, and social pertinence of the scale at which we build (Rahim et al., 2023), considering that the global population has grown from 2.5 billion to 8 billion people in the last fifty years (Fernández, 2023). This increase implies greater demand for food, energy, water, and construction materials for housing, which in turn generates more emissions into the atmosphere, more discharges into water bodies, and more waste on the Earth's surface. Furthermore, the world's prevailing economic model is based on the linear consumption of resources and the disposal of products that, while still physically

and functionally viable, become waste due to planned and perceived obsolescence.

Thus, while housing provides shelter and a sense of belonging, it carries a dramatic ecological footprint due to the embodied energy in its materials—from the extraction of raw materials, mostly through open-pit mining, to the manufacturing of components for columns, slabs, beams, walls, doors, and windows. These processes require the transformation of minerals at high temperatures, involving fossil fuel consumption and CO2 emissions into the atmosphere. For example, producing one ton of cement emits an average of one ton of CO2 (Pedroza Pallares & Arenas Páez, 2019). In Colombia alone, approximately thirteen million tons of cement are produced and sold annually. Additionally, the environmental impact of buildings can be even more critical during their lifespan if they are not designed in harmony with contextual variables to create energy-efficient spaces, such as solar radiation, winds, rainfall, and relative humidity (Stagno, 2006). This can reduce expenses for residents by lowering utility costs, positively impacting household sustainability.

So, is the alternative to stop building? Perhaps this is a fundamentalist principle since the thinking biped species continues to grow and demand materiality. Is there another way to build? Yes. Construction can become a reciprocal exercise between society and nature. Examples of such an articulation can already be seen in academia, neighborhoods, country homes, and parks. If construction and engineering can "do it all", they should acknowledge that it is time to move beyond quantifying the cosmetics of works to rescuing the poetics of the built environment.

METHODOLOGY

The casuistic method was chosen for this study, focusing on two design and construction cases in different climatic zones: one in a temperate climate and another in a cool climate. However, this method does not disregard theoretical principles (philosophical and cultural); on the contrary, it relies on what has already been built under sustainability premises to foster discussions around reflective construction and infrastructure practices. Before presenting each case, a contextualization rooted in utopia is provided, as a scenario to strive towards through comprehensive professional performance. Materials, water,

energy, and comfort are variables addressed transversally, connecting functionality and the optimal technical and economic performance of the analyzed spaces, which include:

- An urban hotel (Medellín)
- A countryside home (Eastern Antioquia)

In both cases, the goal was the same: ecological sustainability and project viability. However, the design and materialization premises differed in response to the conditions of the context (Mustika et al., 2025).

RESULTS

Utopia: Language and “Idiom”

Language is music, and Argentina responds to it with the tango, Mexico with the corrido, Colombia with the cumbia, and Spain with Flamenco. Similarly, sustainability is the language, and its indicators must reflect the context. Oral and written language evolves into distinct idioms, with guttural tones influenced by relative humidity, altitude above sea level, and air currents specific to each site. In the same way, sustainable construction is a complex matter that "dresses itself in place". It serves as the language, while the strategies to achieve a sustainable built environment are its idioms, each pertinent to its specific site, though sometimes reflecting universal tendencies when socio-cultural appropriation recognizes their adaptability.

Colombia boasts construction methods recognized worldwide for their technical and environmental relevance. One notable example is the CINVA-RAM (Figure 1), a simple yet remarkable tool that allows residual soil and debris to be reclaimed from neglect and transformed into materials with excellent performance, affordable costs, and cultural significance (Peña Rodríguez, 2008). This tool produces soil-cement blocks (SCB), both solid and perforated, suitable for partially confined structures with reinforced concrete beams and columns. These elements integrate seamlessly into modern construction systems, maintaining seismic resistance and aesthetic durability, allowing interaction with consolidated materials like concrete, steel, and glass (Vásquez et al., 2015).

Figure 1. CINVA-RAM



Source: Bedoya, C. (2024).

Concrete, the most widely produced material globally and the second most consumed after water (Sakai & Naguchi, 2012), can be manufactured by substituting almost 100% of its non-renewable components with recycled

materials, meeting national technical standards and current seismic resistance codes (Bedoya & Dzul, 2015). An example of this is Building 19a at the Universidad Nacional de Colombia, Medellín campus (Figure 2).

Figure 2. Block 19a in the Universidad Nacional de Colombia Campus Medellín; recycled concrete block walls



Source: Bedoya, C. (2024).

In crafting eco-materials such as soil-cement blocks and recycled concrete, we find a significant part of the answer to Colombia's and Latin America's housing deficit. Sustainable Social and Priority Housing (SSPH)

has been a developing initiative since 2006 (Bedoya, 2011). Implementing recycling plants for debris and residual soil recovery can enable dignified and sustainable housing projects (Figure 3).

Figure 3. Soil-cement blocks manufactured using the CINVA-RAM



Source: Bedoya, C. (2024).

This requires rethinking how buildings are designed and constructed, shifting the paradigm from extraction and final disposal to Reverse Mining—a fair practice where all involved stakeholders benefit equitably. Additionally, projects should routinely incorporate solar energy for climate control and water heating, as well as rain-water harvesting systems (Aguilar, 2024).

Recycled materials not only comply with quality and seismic resistance standards but also offer costs comparable to or lower than conventional materials. They contribute to urban

and rural ecosystems by reducing the environmental liabilities generated by open-pit mining and waste disposal. In other words, sustainable construction, which views waste as a new material through Inverse Mining, can foster solidarity-based economic models in which the State, constructors, and communities collaborate to create built urban environments that elevate the human spirit (Girardet, 2001) and foster a more humble and, therefore, perhaps more effective relationship with Nature to achieve the biological and social goal of preserving the species.

Figure 4. Housing built with SCB, guadua, wattle and daub and reinforced concrete



Source: Bedoya, C. (2024).

Figure 4 shows a house designed and built in Antioquia by architects Gloria Isabel Correa and Jorge Andrés Moreno, following sustainability principles from the design phase. This house integrates various materials and construction systems, utilizes thermal and photovoltaic solar energy, achieves comfort through bioclimatic strategies, and harvests rainwater for non-potable uses, which account for approximately 55% of total water consumption (Cano Restrepo, 2016).

The climate tells a story

To illustrate this aspect, an analogy can be used: humans choose their clothing according

to the location they will be in. For instance, someone invited to spend a few days in Bogotá, Colombia, should at the very least understand the conditions they will encounter to choose the right attire. It’s important to know that this Colombian city is located at 2600 meters above sea level in an area prone to rain. Additionally, being situated in the tropics and in an equatorial country, its climate is determined by altitude rather than seasons. Thus, its temperatures are cool during the day, cold at night, and almost freezing at dawn, with occasional morning frosts. Clothing must align with Bogotá’s contextual variables: medium to heavy fabrics, sweaters or jackets, and synthetic or leather

shoes to resist water from the frequent drizzles or breezes. An umbrella or raincoat should also be included, depending on whether sun or rain is more dominant. Upon returning to a residence at a lower altitude of around 1500 meters above sea level, lighter clothing, preferably cotton, would be more appropriate. Unlike in Bogotá, footwear could consist of breathable mesh to cool the feet and regulate body temperature.

Close to the city of Medellín is an area known as "Eastern Antioquia", situated at 2300

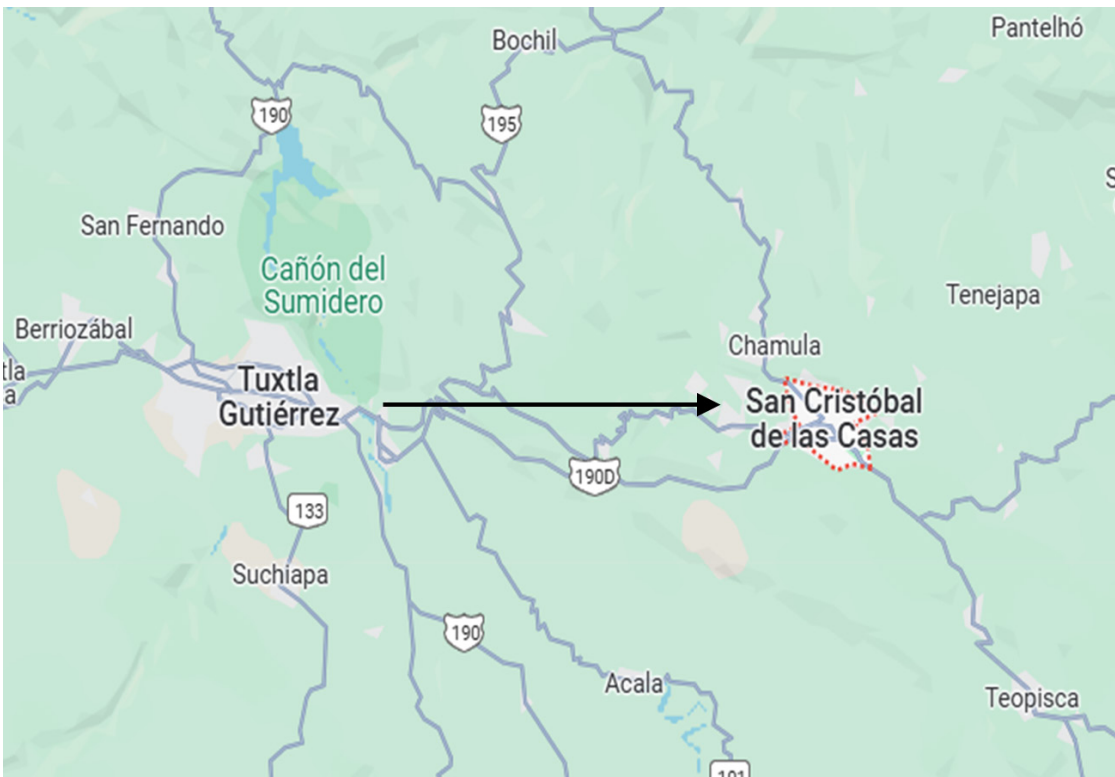
meters above sea level, while Medellín's valley area lies at 1450 meters above sea level. In just 30 minutes, one can ascend or descend 800 meters. A similar phenomenon occurs in southern Mexico, where one can climb from 600 meters above sea level in Tuxtla Gutiérrez to 2100 meters in San Cristóbal de las Casas in just a few minutes. Despite the minor differences in altitude, the situations are quite comparable in terms of thermal zones and travel time. Both cases are located along the tropical belt, where climate is determined more by altitude than by seasons or periods of the year.

Figure 5. Medellín and eastern Antioquia



Source: authors' comments on google maps.

Figure 6. Map of Tuxtla Gutiérrez and San Cristóbal de las Casas



Source: authors' comments on google maps.

Dressing or Designing for Heat: Terra Biohotel

First and foremost, regardless of the climate, it's important to recognize that there are variables over which we have no control. One of these is the sun, or the energy radiated from this star. Keeping this in mind, the Terra Biohotel project, located in Medellín at 1450 meters above sea level, has two of its façades facing west, which means they receive solar radiation for most of the day, accumulating heat on their walls. Traditionally, air conditioning systems are used to combat rising temperatures rising to uncomfortable levels, along with blackout curtains or screens to block sunlight from entering rooms and heating surfaces such as floors, walls, and furniture in indoor spaces like rooms, lounges, and offices.

This was the approach of the initial design. However, the project developers sought sustain-

ability consultancy to explore the feasibility of implementing strategies to minimize energy and water consumption in the building. The consultancy team proposed expanding the report to include a preliminary review of the project in terms of design, execution, and logistics, which yielded positive responses. This review revealed several key issues:

- A design that did not align with the site's conditions: glass façades for a warm-temperate climate.
- Demolition and construction processes lacking reuse or recycling initiatives.
- Unsafe working conditions for personnel.

Below are some images illustrating these factors, which unfortunately are normalized in Latin American countries but should not be allowed to endure.

Figure 7. Unsafe and unsightly enclosure.



Source: Pineda, E. (2024).

Figure 8. Inadequate disposal of CDW at the construction site.



Source: Pineda, E. (2024).

Figure 9. Workers without occupational health and safety conditions.



Source: Pineda, E. (2024).

Once these conditions were presented, it was decided that sustainability should not only focus on economic aspects but also environmental and social dimensions. The contractor and their team were offered training and required to meet Colombian labor regulations. However, no

agreement was reached due to cultural clashes. As a result, a different construction company was hired that could meet construction and labor demands and was open to training with consultants and advisors throughout the execution of the project.

Figure 10. New temporary site enclosure.



Source: Bedoya, C. (2024).

Figure 11. Compliance with safety and occupational health conditions.



Source: Bedoya, C. (2024).

After establishing these improved working conditions, the building was architecturally redesigned, retaining its eleven superstructure levels and a basement for parking, technical rooms, and waste management. The glass façades were replaced with alternative materials to minimize direct solar radiation while allowing

diffuse light, thereby utilizing natural daylight without overheating the interior surfaces of floors, walls, furniture, and equipment. The new design incorporated wooden louvers mixed with polymer, direct ventilation and lighting for rooms and bathrooms, and vertical gardens in humid areas. These strategies are shown below.

Figure 12. Façade with sunbreaks and landscaped walls.

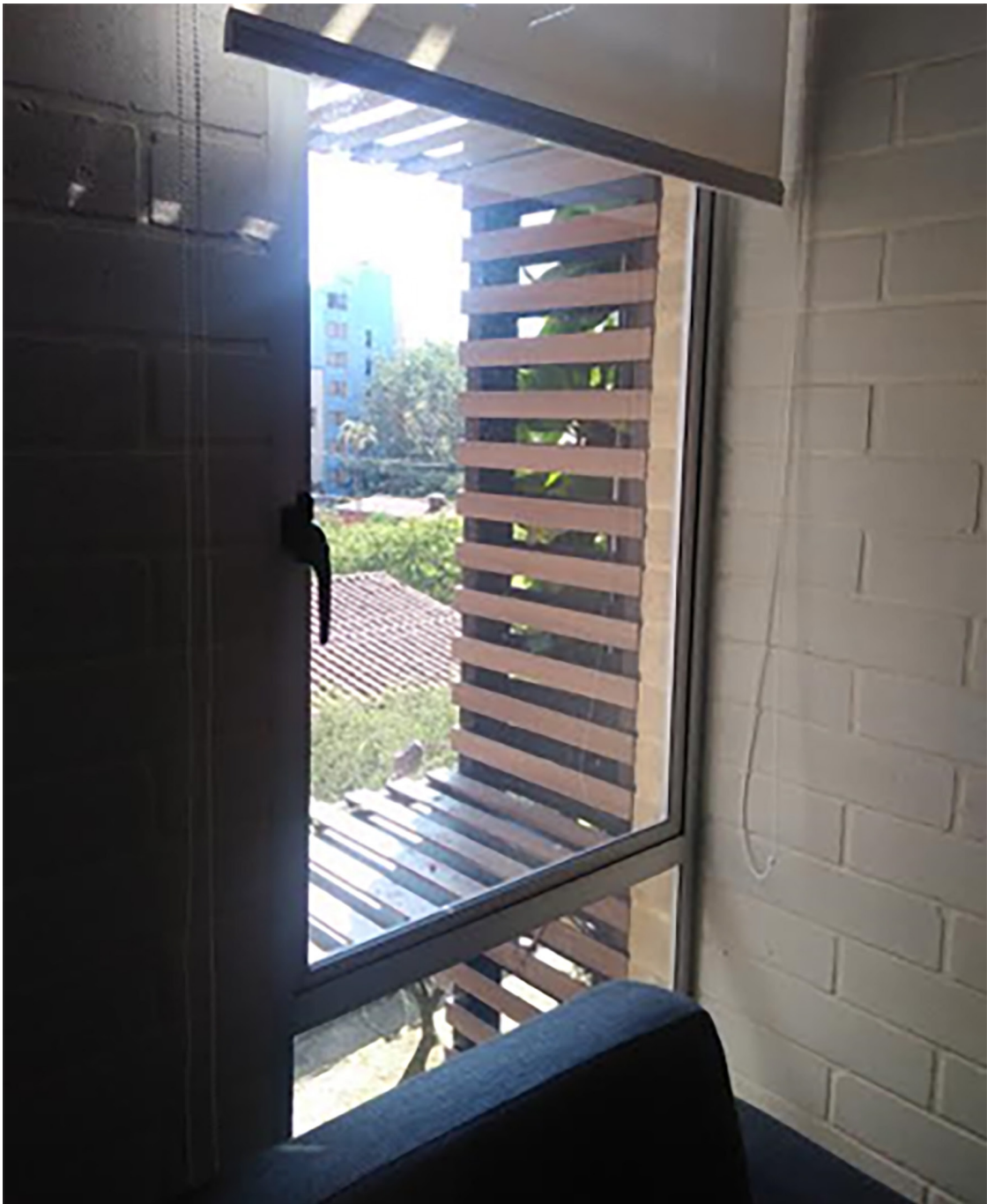


Source: Bedoya, C. (2024).

Figure 12 demonstrates a passive strategy to minimize direct solar radiation (Arango et al., 2019). These louvers eliminate the need

for blackout curtains in hotel rooms, allowing clear views from the inside out, as evidenced below.

Figure 13. Façade sunshades for diffused light.



Source: Bedoya, C. (2024).

By implementing these passive design strategies, the interior maintained a comfortable temperature range for Medellín, between 22°C and 25°C (Soto-Estrada et al., 2019).

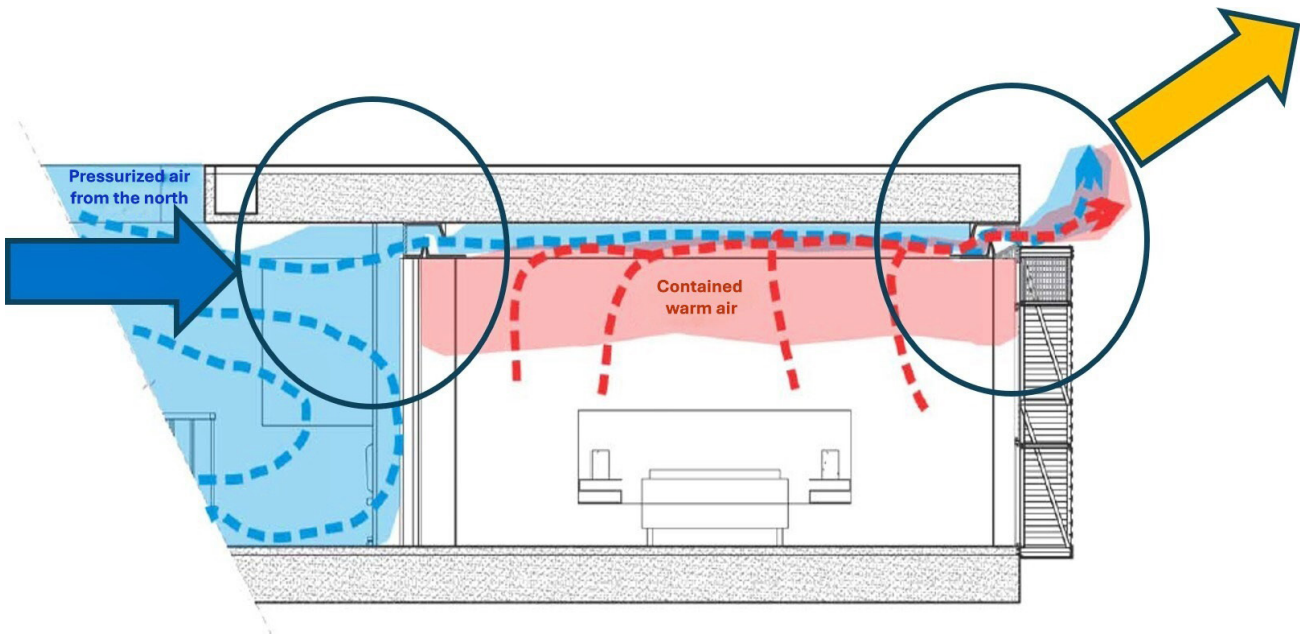
This prevented the need for air conditioning systems, resulting in significant savings in operational costs throughout the building's lifecycle.

Figure 14. Solar controlled room with natural ventilation.



Source: Bedoya, C. (2024).

Figure 15. Section: Air flow in room.



Source: Isaza, J.; Arenas, C.; Bedoya, C. (2024),

Figures 13, 14 and 15 summarize the implementation of premises designed for the tropical context of the project. The sunshade devices installed on the façade were particularly well received, having blocked the entry of direct radiation while keeping the view from the interior unobstructed, thus allowing a permanent connection with the exterior environment. Figure 14 shows that on the surface of

the false ceiling there is a grille that, although it looks like a decorative element, it purposefully connects the interior environment with the exterior of the room, allowing the contained air, which has increased temperatures and generates hot and uncomfortable living conditions, to flow towards that carefully designed weak point to be exchanged with cooler interior air coming from the hotel's patio (See Figure 16).

Figure 16. Courtyard for fresh air renewal.



Source: Bedoya, C. (2024).

These architectural decisions, dressed of place, make more sense for the builder given that he is also the hotel's manager and must ensure its usufruct.

Dressing or Designing for Cold: Refugio Nasua

This case involves a house located in a semi-rural area in Eastern Antioquia, at an altitude

of 2300 meters above sea level. The region enjoys a pleasant, cool climate, although nighttime temperatures can drop below 16°C and reach as low as 14°C in the mornings. In the Antioquian context, this is considered a cold climate. Unlike the previous case, the architectural design here seeks to allow solar rays to penetrate the façades and, where appropriate, the roof. Rather than aiming for maximum shading of walls and floors, the goal is to allow

direct radiation to enter the spaces and heat wall surfaces and other radiant elements.

The design included façades with a balance between glass and opaque surface, such as glazed doors and windows, as well as a Trombe

wall to store heat during the day and release it into the interior at night (Sacht et al., 2013). This wall was built with soil-cement blocks and clad in black slate stone, ensuring an aesthetic harmony with the site while achieving optimal bioclimatic performance.

Figure 17. Trombe Wall.



Source: Bedoya, C. (2024).

As shown above, the wall, initially built with soil-cement blocks (SCB), is clad in dark slate stone to absorb the sun's rays from the west and gain heat. The glass chamber creates a greenhouse effect designed to retain heat stored by the dark material. Instead of quickly transferring this heat to the surrounding air,

the system gradually releases it into the interior through convection. For this purpose, vents are placed at the bottom and top of the wall, allowing heat transfer from the wall to the air. This convection process uses the air's lower density to circulate warm air into the interior space (Borbón et al., 2010).

Figure 18. Room orifices receiving warm air through Trombe wall.



Source: Bedoya, C. (2024).

In addition to achieving thermal comfort through passive strategies, the project's material properties included combinations of reinforced concrete for seismic-resistant structural confinement with soil-cement blocks made from residual soil sourced on-site. The reuse of this construction and demolition

waste (CDW) reached 100%, as the residual material was repurposed as high-performing building material, avoiding its disposal in landfills (Bedoya, 2015). Over 3000 ceramic or concrete blocks were replaced by those made on-site, eliminating the need for energy-intensive kiln firing.

Figure 19. SCB made on site.



Source: Cano, E. (2024).

Figure 20. SCB and reinforced concrete beams.

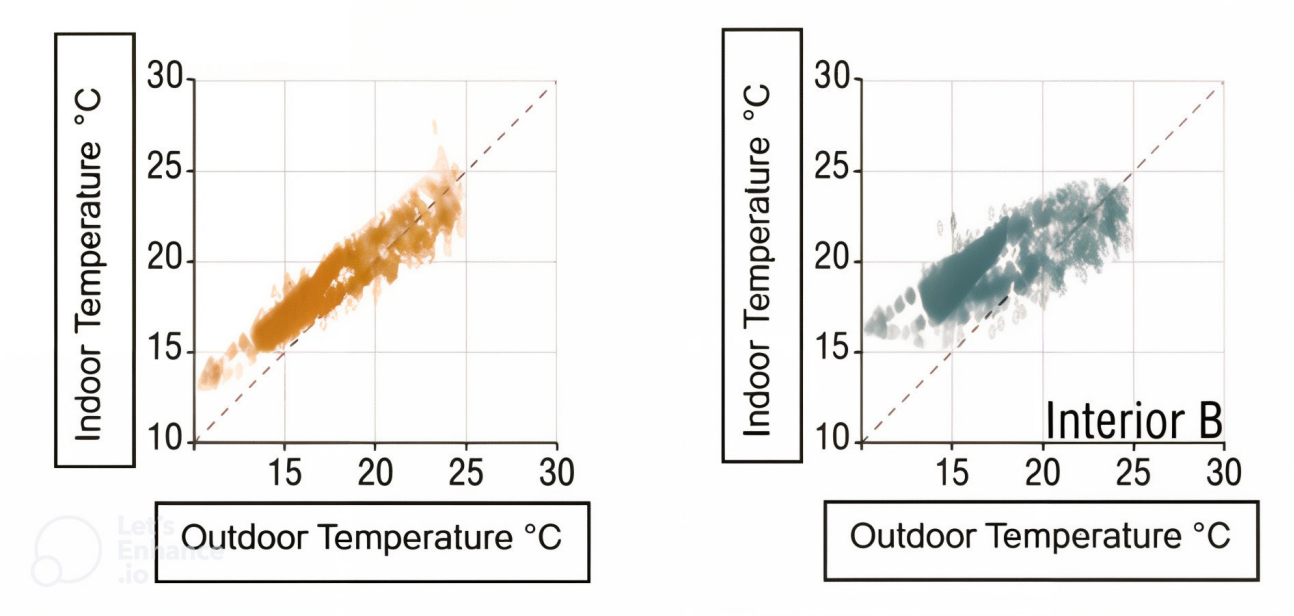


Source: Cano, E. (2024).

The house, named *Refugio Nasua* by its owner, integrates harmoniously with its surroundings. Its materials are visually non-intrusive to the surrounding landscape, and the open façades regulate internal temperatures. The roof is also used not only as a protective structure against the elements, but also as an intermediary between the solar lighting and the bathrooms.

The exterior and interior temperature measurements have shown an optimal performance of the living comfort of this house, since while outside the temperature sometimes exceeds the comfort line of the area, inside it is cooler, and also, when outside the temperature drops to the point of feeling cold, inside it remains a few degrees higher.

Figure 21. Indoor and outdoor temperature between 11:00 a.m. and 3:00 p.m.

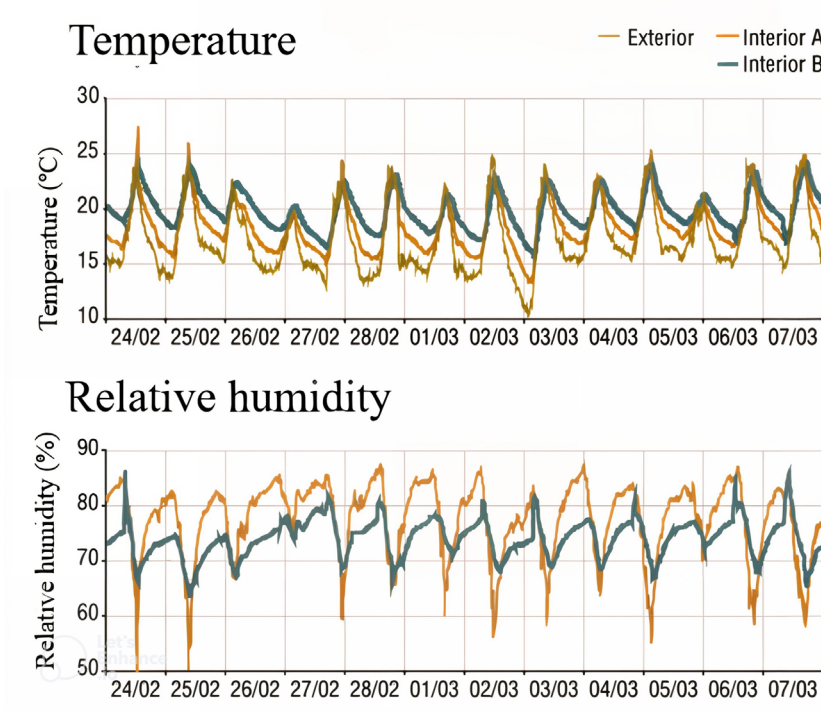


Source: Zuluaga, V.; Bedoya, C.; Mejía, C. (2024).

Figure 21 shows the correlation between the premises of design and construction of the house, with the behavior of temperature and relative humidity both outdoors and indoors, showing a more stable curve inside the building. Both the relative humidity and the temperature did not

experience high and low peaks in the interior as those shown by the exterior environment. Below, two photographs show the aspects implemented in the sustainable housing, both on the main facade and in the bathroom.

Figure 22. Temperature and relative humidity.



Source: Zuluaga, V.; Bedoya, C.; Mejía, C. (2024).

Figure 23. Main façade with good solar incidence.



Source: Bedoya, C. (2024).

Figure 25. Bathroom with natural lighting through the roof.



Source: Bedoya, C. (2024).

DISCUSSION

The two experiences presented in this article show that each territory is unique in terms of its climate and resource variables. That is why the design and construction of each building obeys the application of research in ecological and

economic sustainability, where the science and engineering of materials become a project. In one case the material properties were designed from recycled concrete, given its location in the urban context, and in the other case their

conception is accomplished by incorporating earth in the construction, taking advantage of the raw materials that occur on the ground instead of causing damage by open-pit mining.

Although both cases are closely located, their tropical condition causes variables such as temperature, relative humidity and rainfall, since their climate does not depend on a season but on the altitude above sea level of a given location. The hotel, situated in Medellín, experiences a temperate climate, which can result in suboptimal indoor conditions due to high indoor temperatures due to the exposure of its windows to the west in the afternoon. Therefore, strategies had to be implemented to reduce the entry of sunlight without compromising the view to the exterior landscape nor impeding generous natural lighting to enter the structure.

CONCLUSIONS

The cases presented demonstrate that, despite being geographically close and within the tropical belt, their contextual conditions differ significantly. Consequently, the design approaches and material properties of each project responded differently, although both achieved the same objective: ensuring low environmental impact during construction and throughout the building's lifespan.

In both cases, the living conditions remained within comfortable ranges without requiring mechanical systems for cooling (in the warm-temperate climate of the hotel) or heating (in the cool climate of the house). This translates to significantly lower operational costs for the buildings, given the rising annual costs of energy and potable water in Colombia. Both

Refugio Nasua, on the other hand, located at a higher altitude yet in close proximity to Medellín, requires the exposure of its facades and windows to the west, allowing for the entry of radiation and ensuring a higher temperature indoors than outside. Observing the development of both cases, it is clear that while the Colombian tropics are not subject to extreme climatic conditions of cold or heat, conditions which require a deeper understanding of the conditions of any given project's location. However, sustainably designed projects offer unique possibilities to solve those issues, ensuring the construction of comfortable structures while using significantly less wasteful mechanical equipment, devices or processes.

buildings implemented rainwater harvesting systems, taking advantage of the ample precipitation in their respective locations (Monsalve Valderrama y Orozco Restrepo, 2022).

Sustainable construction is an environmentally, economically, and technically viable endeavor. Moreover, it inherently calls for architecture of high aesthetic quality. "Getting dressed of place" is an appeal to recognize, with sufficient scientific and intellectual self-esteem, the variables of each context without ignoring the universal elements inherent in the cultural expressions of various territories. The house, the building, according to Friedrich Hundertwasser (Sánchez R & Albo Cos, 2021), is the third skin, hence the need to defend the windows as the bridge between inside and outside, both in the heat and in the cold.

CONTRIBUTIONS AND ACKNOWLEDGMENTS

Thanks to the Universidad Nacional de Colombia - Medellín Campus - for the support given to our teaching and research work in the School of Construction of the Faculty of Architecture.

Also, to our graduates who put into practice the knowledge acquired in the classroom and contribute to the consolidation of sustainable habitats.

REFERENCES

Acosta, D. (2009). *Arquitectura y construcción sostenibles: conceptos, problemas y estrategias*. *Dearq*, 1(4), 14-23. <https://doi.org/10.18389/dearq4.2009.02>

Aguilar Méndez, C. E. & Córdova Canela, F. (2024). *Vivienda y su contexto: Desarrollo de dispositivos modulares para cosecha de agua de lluvia*. *Vivienda Y Comunidades Sustentables*, (15), 41-62. <https://doi.org/10.32870/rvcs.v0i15.280>

Aguiló, M. (2013). *Qué significa construir: Bases conceptuales de la ingeniería civil*. Abada Editores.

Arango Díaz, L., Sánchez Jaramillo, J. & Tejada Urrego, E. (2019). *Ensayo de método para el diseño de dispositivos de sombra en espacios públicos del trópico: Caso Medellín*. *Revistarquis*, 9(1), 112-128. <https://doi.org/10.15517/ra.v9i1.40230>

- Área Metropolitana del Valle de Aburrá (AMVA). (2017). *Programa de gestión de residuos de construcción y demolición*. https://www.metropol.gov.co/ambiental/residuos-solidos/plangestion-integral/04_Programas_Proyectos/04_Programa%20de%20RCD_04-11.pdf
- Bedoya, C. (2011). Viviendas de Interés Social y Prioritario Sostenibles en Colombia –VISS y VIPS–. *Revista Internacional de Sostenibilidad, Tecnología y Humanismo*, 6, 27-36. <https://upcommons.upc.edu/handle/2099/11911?show=full>
- Bedoya, C. (2015). *Del residuo al material*. Minería a la inversa. Díké – Cátedra UNESCO de Sostenibilidad.
- Bedoya, C. & Dzul, L. (2015). Concrete with recycled aggregates as urban sustainability project. *Revista Ingeniería De Construcción*, 30(2), 99–108. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732015000200002>
- Borbón, A. C., Cabanillas, R. E. & Pérez, J. B. (2010). Modelación y Simulación de la Transferencia de Calor en Muros de Bloque de Concreto Hueco. *Información tecnológica*, 21(3), 27-38. <https://doi.org/10.4067/S0718-07642010000300004>
- Cano Restrepo, E. (2016). *Agua lluvia para uso no potable en edificios de vivienda en altura: “incidencias legales, ambientales, técnicas y económicas Naranjal, Medellín, Colombia”* [Master's dissertation, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/58091>
- Fernández, Rosa. (2023). *Evolución de la población mundial desde 1950 hasta 2100*. Statista. <https://es.statista.com/estadisticas/635122/evolucion-de-la-poblacion-mundial/>
- Girardet, Herbert. (2001). *Creando ciudades sostenibles*. Tilde.
- Monsalve Valderrama, S. & Orozco Restrepo, J. D. (2022). *Estudio de factibilidad de una empresa para la construcción y comercialización de sistemas de captación de agua lluvia en Medellín* [Undergraduate degree's dissertation, Universidad de Antioquia]. https://bibliotecadigital.udea.edu.co/bitstream/10495/33243/1/MonsalveSarah_2022_FactibilidadEmpresaAgua.pdf
- Mustika, N. W. M., Putra, I. D. G. D., Dwijendra, N. K. A. & Adhika, I. M. (2025). Green Building Certification Determining Factors in Bali, Indonesia for Contextual Sustainability. *Civil Engineering and Architecture*, 13(1), 1-20. <https://doi.org/10.13189/cea.2025.130101>
- Pedroza Pallares, Y. E. & Arenas Páez, Y. X. (2019). *Análisis de la huella de carbono y alternativas de mitigación en el uso de los materiales más utilizados en la construcción* [Undergraduate degree's dissertation, Universidad Francisco de Paula Santander]. <https://repositorioinstitucional.ufpso.edu.co/handle/20.500.14167/596>
- 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>
- Rahim, M., Munir, A., Marasabessy, F., & Darmawijaya, D. (2023). Local wisdom and sustainable features of tidore vernacular architecture. *Civil Engineering and Architecture*, 11(2), 531–549. <https://doi.org/10.13189/cea.2023.110201>
- Sacht, H. M., Bragança, L. & Almeida, M. (2013). Fachadas con muro Trombe y doble acristalamiento: El ciencia energética para diferentes climas Portugueses. *Informes De La Construcción*, 65(Extra-1), 11–22. <https://doi.org/10.3989/ic.11.152>
- Sakai, K. & T. Naguchi. (2012). *The sustainable use of concrete*. CRC Press.
- Sánchez R., J. L. & Albo Cos, Ú. (2021). Hundertwasser: Las cinco pieles como interfaces de experiencia común. *Índex, revista de arte contemporáneo*, (12), 64-75. <https://doi.org/10.26807/cav.vi12.448>
- Soto-Estrada, E., Álvarez-Carrascal, M. F., Gómez-Lizarazo, J. & Valencia-Montoya, D. (2016). Thermal Comfort in Residential Housing in Medellín. *Revista Ingenierías Universidad De Medellín*, 18(35), 51–68. <https://doi.org/10.22395/rium.v18n35a4>
- Stagno, B. (2006). *Ciudades tropicales sostenibles*. Instituto de Arquitectura Tropical.
- Vásquez, A., Botero, L. & Carvajal, D. (2015). Fabricación de bloques de tierra comprimida con adición de residuos de construcción y demolición como reemplazo del agregado pétreo convencional. *Ingeniería y Ciencia*, 11(21), 197-220. <https://doi.org/10.17230/ingciencia.11.21.10>

Creativity in the Design Process: Cognitive Actions and Conceptual Transformations

Creatividad en el proceso de diseño: acciones cognitivas y transformaciones conceptuales

Submitted: March 22 / 2023 • Evaluated: September 6 / 2023 • Accepted: March 27 / 2025

HOW TO CITE

Kaya N. A. & Cíkis, S. (2025). Creativity in the Design Process: Cognitive Actions and Conceptual Transformations *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 27(2), 123-135. <http://doi.org/10.14718/RevArq.2025.27.5150>

Nazife Asli Kaya*

Eskişehir Osmangazi University (Turkiye)
<https://ror.org/01dzjez04>

Seniz Cíkis**

Izmir Institute of Technology (Turkiye)
<https://ror.org/03stptj97>

ABSTRACT

This research explores the complex relationship between creativity and cognitive processes during the design process, focusing on the mechanisms that stimulate conceptual expansion and shifts in understanding how creative insights emerge. The study involved 25 participants who employed the think-aloud protocol to tackle a specific design task. Linkographic entropies derived from verbal data collected during design sessions were employed to identify critical moves (CM) and their corresponding design decisions. The CM networks were analysed and coded using the Function-Behaviour-Structure (FBS) ontology to classify design actions. Furthermore, semantic analysis was conducted to categorise the types of design transformations as either conceptual expansions or conceptual shifts. The findings reveal that conceptual shifts are achieved solely through Synthesis, while conceptual expansions serve as the foundational elements for these shifts. Cognitive actions—specifically reformulations and evaluations—were found to facilitate conceptual expansions and contribute to conceptual shifts at various levels. The effectiveness and type of these conceptual transformations are influenced by the distance between the knowledge sets used during cognitive actions. Formulation and Analysis do not contribute to fostering conceptual transformations. The study contributes to a deeper understanding of the cognitive processes underlying design creativity, providing insights for both design education and professional practice.

Keywords

creativity; cognitive processes; conceptual expansion; conceptual shift; design thinking; Function-Behaviour-Structure (FBS) ontology; linkography

RESUMEN

Esta investigación explora la compleja relación entre la creatividad y los procesos cognitivos durante el proceso de diseño, centrándose en los mecanismos que estimulan la expansión conceptual y los cambios para comprender cómo surgen las ideas creativas. El estudio contó con 25 participantes que emplearon el protocolo de pensamiento en voz alta para abordar una tarea de diseño específica. Las entropías linkográficas derivadas de los datos verbales recogidos durante las sesiones de diseño se emplearon para identificar los movimientos críticos (MC) y sus correspondientes decisiones de diseño. Las redes de MC se analizaron y codificaron utilizando la ontología Función-Comportamiento-Estructura (FBS) para clasificar las acciones de diseño. Además, se realizó un análisis semántico para clasificar los tipos de transformaciones de diseño como expansiones conceptuales o cambios conceptuales. Los resultados revelan que los cambios conceptuales se logran únicamente a través de la síntesis, mientras que las expansiones conceptuales sirven como elementos fundacionales para estos cambios. Las acciones cognitivas, en concreto las reformulaciones y evaluaciones, facilitan las ampliaciones conceptuales y contribuyen a los cambios conceptuales en varios niveles. La eficacia y el tipo de estas transformaciones conceptuales están influidos por la distancia entre los conjuntos de conocimientos utilizados durante las acciones cognitivas. La formulación y el análisis no contribuyen a fomentar las transformaciones conceptuales. El estudio aporta a una comprensión más profunda de los procesos cognitivos que subyacen a la creatividad en el diseño, dando ideas tanto para la enseñanza del diseño como para la práctica profesional.

Palabras clave

cambio conceptual; creatividad; expansión conceptual; linkografía; ontología función-comportamiento-estructura (FBS); pensamiento de diseño; procesos cognitivos

- ✦ BSc. Industrial Design, Anadolu University, Eskisehir (Turkiye)
MSc. Industrial Design, Izmir Institute of Technology, Izmir (Turkiye)
PhD. Architecture, Izmir Institute of Technology, Izmir (Turkiye)
Assoc. Prof. Dr., Faculty of Art and Design, Industrial Design Department, and Faculty of Engineering and Architecture, Department of Architecture, Eskisehir Osmangazi University, Eskisehir (Turkiye)
<https://scholar.google.com/citations?user=0magpegAAAAJ&hl=en>
<https://orcid.org/0000-0001-8630-8919>
n.aslikayo@gmail.com
- ✪ BSc. Architecture, Middle East Technical University, Ankara (Turkiye)
MSc. Architecture, Dokuz Eylül University, Izmir (Turkiye)
PhD. Architecture, Dokuz Eylül University Izmir (Turkiye)
Prof. Dr., Faculty of Architecture, Department of Architecture, Izmir Institute of Technology, Izmir (Turkiye)
<https://scholar.google.com/citations?hl=en&user=ka22wF0AAAAJ>
<https://orcid.org/0000-0002-2335-611X>
senizcikis@iyte.edu.tr

INTRODUCTION

Most studies on how creativity emerges in the design process have focused on what influences and nurtures creativity, how designers combine irrelevant thought matrices and produce new ideas, and how this process can be observed. Existing research is grounded in various paradigms, primarily categorised into two prominent perspectives. The first viewpoint posits that creativity remains mysterious and cannot be explored, strengthening the notion of its inherent mystery. In contrast, the second perspective argues that creativity arises from collaborating concepts across disparate contexts—a phenomenon termed bisociation. Proponents of this viewpoint claim that creative insights emerge through a cognitive process and can therefore be researched (Sawyer, 2006).

Researchers advocating for the traceable nature of creativity are further divided into structuralists and non-structuralists. Non-structuralists, including Donald Schön, argue that creative insights are generated by reapplying previously successful ideas to a problem through trial and error (Finke et al., 1992). Contrariwise, structuralist theorists, led by Arthur Koestler, contend that creativity emerges via the unconscious restructuring of problem and solution spaces (Finke et al., 1992). Structuralists claim that creative insight transpires when two distinct knowledge sets converge successfully. Similarly, Nigel Cross (1997a) posits that the essence of creativity lies in constructing effective connections between the problem and solution spaces throughout the design problem-solving process. This emphasises the crucial role of differing cognitive styles in facilitating creative insights, necessitating an investigation into how knowledge is transformed within this context.

Koestler (1964) characterises the creative process as establishing novel relationships between unrelated knowledge chunks and thought matrices. He argues that the creative process is finding implicit similarities and distinguishing them to produce a creative idea. The effort to find the implicit relationships between unrelated chunks of knowledge and thought matrices causes a temporary imbalance in cognition schemas. This instability, arising from linking disparate matrices, generates more challenges requiring resolution to restore cognitive equilibrium (Koestler, 1964) akin to balancing the design problem and solution space. According to Schön (1983), to solve a design problem creatively, it is necessary to find out what the problem is. In other words, the problem should be reconstructed, and sub-problems should be defined effectively. Cross (2008) emphasises that "the mysterious, creative part of designing" (p. 40) is the capability to find the problem, identify possible solutions, and create connections between the problem

and the solution space by using a particular way of thinking. Establishing unconventional links between knowledge components is essential for achieving creative insights; Cross (1997b) terms this connection as a "creative leap," while Koestler (1964, p. 45) refers to it as "fusion" or "a new intellectual synthesis." Individuals aiming to develop creative insights must synthesise new concepts from diverse knowledge domains, suggesting that creativity arises from highly structured and systematic cognitive processes.

Margaret Boden (1998) posits that this structuring can be achieved by exploring and transforming existing conceptual spaces through mapping. While conceptual spaces consist of interconnected information networks organised by their associations (Warr, 2007), Boden (1995) further delineates conceptual spaces by emphasising their unique structures characterised by dimensions, paths, and boundaries. Such approach allows for the identification of exploration and transformation as two distinct strategies for mapping conceptual spaces. Exploration involves seeking unknown niches within an established conceptual space (Boden, 1995) and is generally deemed less creative than transformation. Transformation entails altering specific dimensions of a conceptual space by adding or removing constraints.

Within the design context, both types of mapping are substantial: conceptual expansion and conceptual shift. Conceptual expansion involves the augmentation of existing concepts by integrating relevant information at their boundaries (Hampton, 1987; Wan & Chiu, 2002; Ward et al., 2002; Ward et al., 1997). According to Vinod Goel (1995), conceptual expansion represents a vertical transformation where an existing idea is elaborated and expanded within the conceptual space. While conceptual expansion enriches the existing framework, it does not facilitate the simultaneous integration of information from multiple perspectives, resulting in a less creative process than that observed in conceptual shifts (Ward et al., 1997; Goel, 1995). Conversely, conceptual shifts involve transforming one or more dimensions of the conceptual space, leading to the emergence of new conceptual structures that could not have arisen prior. The novelty of these ideas increases with the degree of transformation they set in motion (Boden, 1998). Goel (1995) categorises this process as lateral transformation. Achieving a conceptual shift entails synthesising disparate and unrelated concepts to generate a novel idea.

Designers possess a unique skill set that enables them to recognize relationships among various variables and potential multivariate causes, all while managing multiple relation-

ships and outcomes. They adeptly map, transform, and synthesize matrices of disparate knowledge and thought processes to develop innovative design solutions. In line with this, the primary objectives of this study are to investigate the relationship between creativity and cognitive actions during the design process, with a focus on conceptual expansions and shifts. The study will also identify the mechanisms through which cognitive actions—such as reformulation, synthesis, and evaluation—

facilitate creative insights. Additionally, it aims to analyse the role of knowledge integration and the distance between knowledge sets in promoting conceptual transformations, while providing empirical insights into how design education and professional practice can enhance creativity through structured cognitive processes. Ultimately, this research seeks to enrich the theoretical understanding of creativity in design by linking cognitive actions to the emergence of creative solutions

METHODOLOGY

This study unfolds over a two-step process designed to clarify the relationship between design creativity and designers' cognitive actions that breed conceptual expansion and transformation. Twenty-five undergraduate architecture students (15 males, 10 females) aged 20 to 27 (mean age: 21.52) voluntarily participated in the study. Among them, 32% were in their second year, 24% in their third year, and 44% in their fourth year. The participants were recruited through faculty announcements.

In the initial phase, participants were presented with a design problem, allowing researchers to capture the linkographic entropies of their design sessions. Participants employed the think-aloud protocol to articulate their thought processes while solving the problem, with each design session limited to 45 minutes. All parameters were standardised, and the experiment was carried out on the same design problem in a uniform setting using identical materials to maintain participant consistency. Prior to initiating their design sessions, participants received guidance on implementing the think-aloud protocol, and their sessions were recorded using a voice recorder. The collected verbal data were subsequently transcribed, and the design decisions were coded employing the protocol analysis framework. Connections among these segments of decisions were established, enabling the derivation of linkographic entropies using the Linkography method.

In the second phase of the research, participants' critical design decisions, termed critical moves (CM), were identified based on calculated entropies. Each CM network was coded using the Function-Behaviour-Structure (FBS) ontology (Kan & Gero, 2009). This coding process elucidated the design transformation types (e.g., Analysis and Synthesis) associated with the decisions forming the network. At the conclusion of the second phase, an in-depth semantic analysis was conducted to assess whether the design decisions that influenced cognitive activities originated from near or far knowledge sets.

Think-Aloud Protocol

The think-aloud protocol is a method of acquiring insights into a subject's cognitive processes whilst performing a predefined task. Researchers frequently employ this methodology to understand cognitive functioning during design, providing a straightforward approach to collecting raw data on reasoning and problem-solving frameworks (Ericsson, 1998; Gursoy, 2010; Someren et al., 1994).

Despite concerns regarding the potential for thought manipulation and distortion due to linguistic limitations and cognitive constraints, protocol analysis remains an important methodological tool for investigating cognitive processes in problem-solving, particularly in design research (Cross, 2006; Ericsson, 2006). However, such an objection is unfounded regarding the think-aloud method, considering that it eliminates participant interpretation by relying on a straightforward verbalization process and treats verbal protocols, which are accessible to anyone, as objective data (Someren et al, 1994). Given the difficulties in accessing cognitive processes during design activities, researchers often use a combination of protocol analysis and real-time verbal reporting. This approach allows for a deeper understanding of designers' thought processes and decision-making strategies in play at ongoing activities or tasks. By capturing both the verbal expressions of their thoughts and analysing the logs of their actions, this method provides valuable insights into the complexities of the design process.

Data collection through think-aloud protocols requires participants to articulate all thoughts that arise as they engage in their tasks within a set timeframe. Researchers need to record this verbal activity and log the recordings into text format, which is then segmented into sequential design decisions to yield a structured dataset suitable for analysis. The 12 tips for applying the think-aloud method include ensuring methodological appropriateness by choosing the right method (concurrent or retrospective), sampling purposefully with a representative and heterogeneous group, creating a quiet and controlled

task setting, providing clear and limited instructions, conducting domain-specific warm-up training, avoiding interruptions during sessions, capturing verbalizations completely through recordings and notes, transcribing verbatim to include all details, allowing participants to think aloud in their preferred language, triangulating data with other methods for validity, flexibly analysing data using qualitative or quantitative approaches, and addressing reactivity and non-veridical concerns through precise instructions and cross-validation (Noushad et al., 2023).

Linkography

Linkography is a method used to reveal the structural patterns of design reasoning by analysing the cognitive activities of designers. With this method, the design decisions that contribute to solving the design problem and the connections between these design decisions are determined and visualised graphically. A design decision can be associated with both previous and subsequent decisions. If the decision is not linked to other decisions, it can be left alone, or if it has more than one link, it can be linked to several decisions. Backlinks are links that relate to previous decisions. Forelinks are links that relate to subsequent decisions. Orphan decisions are design decisions that have no connection whatsoever. A design decision with more links than most in the design session is called a critical move (CM). These decisions are critical because they generate more new ideas than other decisions. Therefore, CMs have a crucial role in the emergence of creativity (Goldschmidt, 2014; van der Lugt, 2001). However, only some CMs can be considered creative insight. For a CM to be deemed creative, there must be a synthesis of irrelative knowledge chunks and thought matrices in the decision network that produces the CM.

Function–Behaviour–Structure (FBS) Ontology

The FBS ontology offers a framework for classifying design decisions during the design process. Gero and Kannengiesser (2007) suggest that an object's design encompasses three ontological characteristics: function, behaviour, and structure. Design decisions arise from interlinking and transforming these three attributes. Gero (1990) elucidates transformations through the following model:

The purpose of designing is to transform function F (where F is a set) into a design description D in such a way that the artefact being described is capable of producing these functions. For example, when designing windows, some of the functions include the provision of daylight, control of ventilation, and access to a view. The design description would take the form of drawings and notes. Thus, a naive model of design is $F \rightarrow D$, where $\rightarrow$ is some transformation. There is, however, no direct transformation capable of achieving this result (Gero, 1990, p. 28).

As Gero (1990) mentioned, function (F) cannot be directly transformed to design description (D) but can be obtained by indirect transformations. The transformations encompass two major pathways: transforming function (F) into structure (S) ($F \rightarrow S$) and subsequently transforming structure (S) into design description (D) ($S \rightarrow D$). However, Gero (1990) emphasises that these direct transformations do not encapsulate design actions. For a transformation to be categorised as a design activity, it must entail behaviour (B), which can be categorised in the following types: the behaviour of the structure (B_s), derivable from S , and the expected behaviour (B_e), derivable from F . Thus, the transformations occur as follows: $S \rightarrow B_s$ for the structural behaviour and $F \rightarrow B_e$ for the expected behaviour. Table 1 outlines these FBS processes in detail.

Table 1. FBS transformations

Analysis	$S \rightarrow B_s$
Evaluation	$B_e \leftrightarrow B_s$
Formulation	$F \rightarrow B_e$
Reformulation I	$S \rightarrow S$
Reformulation II	$S \rightarrow B_e$
Reformulation III	$S \rightarrow F$
Synthesis	$B_e \rightarrow S$

Source: author´s own elaboration (2023).

The design process incorporates eight transformations, with primary transformations identified as Formulation, Synthesis, Analysis, Evaluation,

and Documentation. Formulation transforms function into expected behaviour ($F \rightarrow B_e$). In Synthesis, the expected behaviour is transformed

to structure (Be→S). The structure is transformed into the structure's behaviour (S→Bs) during Analysis. The expected behaviour in the Evaluation is transformed into the behaviour of the structure (Be→Bs). The structure is transformed into the

design description (S→D) in the Documentation. The remaining three sub-transformations are Reformulations and involve the transformation of the structure into a new structure (S→S'), expected behaviour (S→Be'), and function (S→F').

RESULTS

Critical move (CM) thresholds were calculated for each participant to ensure the reliability of design decision networks. CMs with outnumbered connections among design decisions

above the threshold were identified for analysis using linkographic entropies. Table 2 summarises the details of the identified CM networks.

Table 2. Details of the identified CM networks

Participant	CM Threshold	Design Moves					
		CM	Backlinks of CM				
1	5	9	6	Be ^{im}	8		
		S	Bs ⁱ	Be ⁱ	Be ⁱ		
2	5	10	6	7	9		
		Be ⁱⁱ	Be	S	Be ⁱ		
3	4	26	10	23	24	25	
		S ⁱⁱⁱ	S	S ⁱ	S ⁱⁱ	S ⁱⁱⁱ	
4	4	19	10	12	14	17	
		S ⁱⁱⁱ	S ⁱ	S	S ⁱ	S ⁱⁱ	
5	4	9	2	6	7	8	
		F	F	F ⁱ	F ⁱ	F ⁱ	
6	4	47	8	9	45	46	
		S ⁱⁱ	S	S ⁱ	Be ⁱ	Si	
7	4	97	89	93	94	95	96
		Bs ⁱ	S	S ⁱ	S ⁱⁱ	Bs	S ⁱⁱⁱ
8	4	44	24	27	35	43	
		S ⁱⁱⁱ	S	S ⁱ	S ⁱⁱ	Be	
9	5	90	12	15	62	75	
		S ⁱⁱ	S	F	S ⁱ	Be	
10	5	21	8	16	18	19	20
		S ⁱⁱⁱ	S	S ⁱ	Bs	F	Be
11	5	55	44	45	53	54	
		S	S	S ⁱ	Be	Be ⁱ	
12	5	59	47	48	57	58	
		S ⁱⁱⁱ	Bs	S	S ⁱ	S ⁱⁱ	
13	5	26	3	4	11	20	25
		Be ⁱ	B ⁱ	F	B ⁱ	Be	S
14	5	61	35	36	39	52	58
		Be ⁱⁱⁱ	Be	S	Be ⁱ	F	Be ⁱⁱ
15	6	26	15	16	17		
		S	Be	S	Be ⁱ		
16	4	51	44	45	46	48	
		S ⁱ	Be ⁱ	S ⁱ	Be	S	
17	5	10	3	4	5	6	9
		Be	Bs ⁱ	Be ⁱ	Be	Be ⁱ	F ⁱ

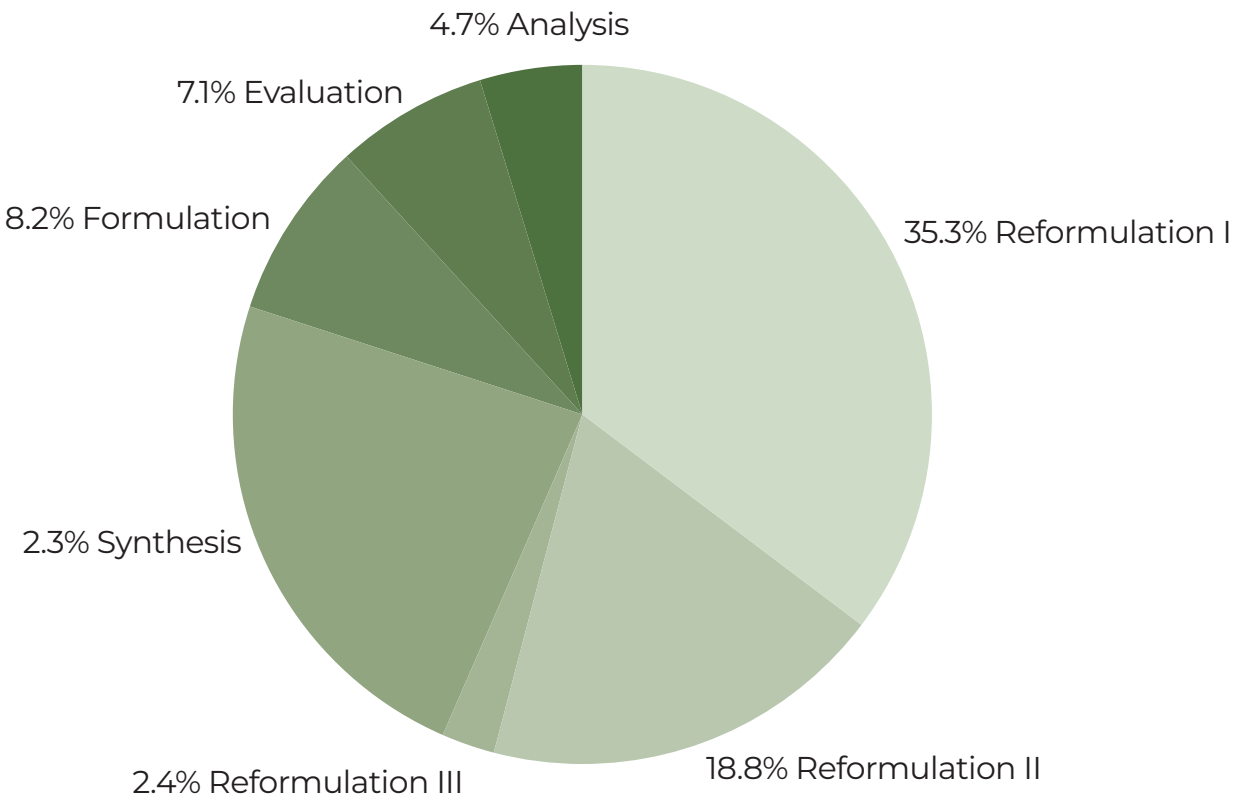
Participant	CM Threshold	Design Moves											
		CM	Backlinks of CM										
18	5	46	9	19	21	27	28						
		S''	F	F ⁱ	Be ⁱ	S	S'						
19	6	76	17	72	73	74	75						
		S''	S	Be ⁱ	Be	Be'	S'						
20	6	149	4	105	128	135	143	144					
		F	Bs ⁱ	Bs ^{i'}	Bs ^{i''}	S	S'	Be					
21	6	24	11	14	19	20	22	23					
		Be	F	F'	S	S'	S''	S'					
22	6	57	24	25	32	33	34						
		Be	F	F'	F''	F'''	S						
23	6	63	19	22	27	53	54	62					
		Be'''	Be ⁱ	S ⁱ	F	Be	S	Be''					
24	6	143	7	8	9	43	51	53	74	78	138	140	141
		S	S ⁱ	Bs ⁱ	Bs ^{i'}	Be ⁱ	S	Be ^{i'}	Be ^{i''}	Be ^{i'''}	Bs ^{i''''}	Bs ^{i'''''}	Be ^{i''''''}
25	7	20	8	11	14	15	17	18	19				
		S'''	Be	Bs ⁱ	F	S	Be	S'	S'				

Source: author´s own elaboration (2023).

An analysis of all participants' conceptual model of CM networks showed that reformulations were the most common action, comprising 56.5% of all actions (see Figure 1). Notably, 88% of

participants engaged in at least one type of reformulation, highlighting the dynamic restructuring of problem and solution spaces necessary for tackling ill-structured design challenges (Ho, 2001).

Figure 1. Frequency of FBS coded cognitive operations

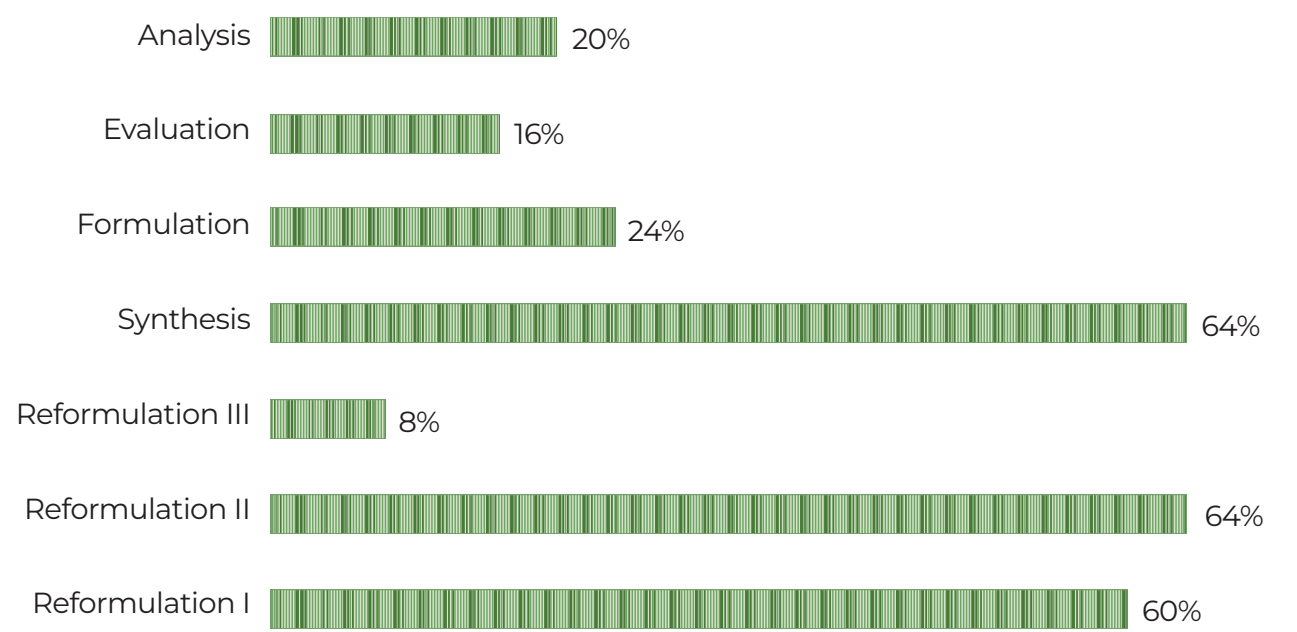


Source: author´s own elaboration (2023).

The most frequent FBS transformation was Reformulation I (S→S'), observed at a rate of 35.3%. This finding aligns with similar studies in the literature (Ashrafganjouei & Gero, 2021; Gero &

Milovanovic, 2020; Kan & Gero, 2009; Monache & Rocchesso, 2016; Shih & Sher, 2020; Tang et al., 2012). Reformulation I appeared in the CM network of 60% of participants (see Figure 2).

Figure 2. Percentages of participants who employed specific FBS transformations in CM networks



Source: author´s own elaboration (2023).

The second most frequent transformation was Synthesis (Be→S), with a frequency of 23.5% in the overall measuring and it was seen to come up in the CM networks of 64% of the participants. While this result aligns with the findings of Stefano Delle Monache & Davide Rocchesso (2016) and Tang et al (2012), it does not match other research findings, perhaps because it focused on the partial design processes that resulted in CMs, as opposed to the comprehensive design processes undertaken by the participants. It should also be noted that 44% of the participants' CMs are the product of direct Synthesis, indicating diverse creative engagement. The CMs of 78% of the participants who did not have Synthesis in the CM networks produced fewer forelinks than the backlinks.

Reformulation II (S→Be) was the next most common transformation, at 18.8%, consistent

with Tang et al. (2012) findings. It was observed that 64% of participants engaged with Reformulation II.

Formulation (F→Be) emerged as the fourth most operated, recorded at 8.2% among 24% of participants.

Evaluation ranked fifth, with a usage of 7.1% (Be→Bs: 4.7%; Bs→Be: 2.4%). It was found that only 16% of the participants used Evaluation.

Analysis (S→Bs) emerged as the sixth most employed, with a recorded percentage of 4.7% among 20% of participants.

The least used FBS transformation is Reformulation III (S→F), with 2,4%. Only 8% of the participants used Reformulation III, paralleling findings from Gero & Milovanovic (2020), Kan & Gero (2009), Monache & Rocchesso (2016) and Tang et al. (2012).

DISCUSSION

Reformulation I (S→S')

The prominence of reformulation may indicate an iterative focus on form throughout the design process. Semantic analysis showed that

in Reformulation I, participants evaluated the physical attributes of forms (such as curvilinear, angular, attractive, and wide) concerning both function and user interaction. However, these reformulations are often built upon closely

related knowledge sets rather than integrating unrelated concepts, thus failing to achieve creative insights. For example:

Participant 7

M93: now... the first two [seating units] face to each other

M94: they [the two seating modules] will be close to each other on the front

Participant 20

M135: If we consider its [seating unit's] orientation, we have to have a structure that is open from the front, so that a wide frame can be seen from Konak pier where we can see the city light.

M143: maybe without expanding the seating unit much...

Gaining creative insight requires challenging initial design ideas, reframing problems, and addressing assumptions (Fakhra, 2012). However, Reformulation I aims to improve the form without challenging foundational design ideas or reframing problems. Therefore, Reformulation I, which only provides conceptual expansion, cannot be considered creative insight.

Synthesis (Be→S)

The remark that nearly half of the participants produced CMs through Synthesis and those who do not have Synthesis in their CM network produced fewer forelinks can be accepted as clear evidence that Synthesis, new idea generation and CMs are directly proportionate. A design decision which has outnumbered existing forward connections indicates a conceptual shift in design, and, thus, is a creative insight (Goldschmidt, 2014; van der Lugt, 2003). A comparative analysis showed that decisions arising from Synthesis consistently recorded more forelinks than those derived from other design actions.

Semantic analysis revealed that three-quarters of participants' Synthesis involved antonyms or contrasting concepts functioning as a thesis-antithesis dynamics (e.g., open-closed, coastal-sea, oval-linear, individual-public). This finding aligns with the conclusions of Chiu & Shu (2012) that opposite stimuli increase creativity and Kaya & Cikis (2017) that ideas constructed with contradictory concepts and dialectical thinking are more effective in creating creative results.

It has been determined that all CMs produced based on antonyms or oppositely positioned concepts as thesis and antithesis generate more forelinks than backlinks. Consequently, creating conceptual shifts and achieving creative insight becomes more accessible through the Synthesis of contradic-

tory concepts, highlighting the significance of knowledge sets' distance in the creative process.

It is worth noting that analysis of the relationship between transformations indicated that Synthesis typically precedes Reformulation. This sequencing implies that a conceptual shift instigates a series of necessary structural, behavioural, and functional adjustments. As a result, a Reformulation arises as participants respond to the new concepts introduced.

Reformulation II (S→Be)

In performing Reformulation II, most participants (66.7%) assessed the expected behaviour of structures concerning user interactions. Therefore, it can be inferred that Reformulation II primarily rearranges the relationship between users and the form. For example:

Participant 2

M7: With more sharp lines...

M9: By this way, people can experience the sea by touching at this part [of seating unit]... where it [seating unit] penetrates the sea.

The transformations resulting from Reformulation II, which in the next step produced a synthesis, were found in the CM networks of the participants who evaluated an expected behaviour of a structure guided by user-centred principles. The resulting Synthesis may occur because analogies related to the user are more distant concepts than analogies related to the physical properties of structures. As it is known, using distant concepts in the problem-solving phase in the idea-generation phase positively affects ideation, synthesis and creativity (Fu et al., 2013; Hocking & Vernon, 2017; Jia et al., 2020).

33.3% of the participants who executed Reformulation II concentrated on how the structure's expected behaviour impacted its function. An analysis of this group's design decisions revealed that the knowledge chunks and thought matrices they utilised were distant concepts. Example:

Participant 21

M23: but the mobility will be achieved by designing small modules which can be integrated [to fixed module]

M24: and in the simplest case, the scenario can be like this... the fixed module defines a space

Nonetheless, like Reformulation I, Reformulation II results in conceptual expansion rather than inducing a conceptual shift, albeit with more effective contributions to creative insights. Although the knowledge sets and thought matrices are related in Reformulation II, they are relatively distant concepts compared to the ones used in Reformulation I.

Formulation (F→Be)

The semantic analysis of Formulation indicated a lack of substantial patterns among constituent concepts, which likely reflects participants' incomplete problem definitions at this stage. This observation aligns with the understanding that Formulation is a process used to create a new structure rather than engaging in reasoning (Ashrafganjouei & Gero, 2021), thus yielding no discernible conceptual expansion or shift.

Evaluation (Be↔Bs)

Interestingly, while Ashrafganjouei & Gero (2021) posited that Evaluation occurs post-analysis, this research also demonstrated its occurrence following Reformulation II, suggesting that design decisions can transition directly to Evaluation without necessitating earlier Analysis stages.

Semantic Analysis confirmed that user-related knowledge sets also informed the Evaluation processes, reflecting similarities with Reformulation II. Although Evaluation acts as a catalyst for conceptual expansion, it can also solidify the foundation for synthesis and consequently lead to conceptual shifts.

Analysis (S→Bs)

Data revealed that participants resorted to Reformulation I prior to performing Analysis. Subsequent transformations varied, including a new Analysis, abandoning ideas, and reevaluating new problems by Formulation. The evaluation phase begins if an idea is approved following the Analysis. The Analysis can be accepted as a design action in which the problem and solution space equilibrium is resolved. Thus, the subsequent design actions are expected to be diversified. Semantic analysis revealed that participants predominantly focused on the behaviour derived from the

structure by decoding the decisions about the structure during the Analysis. Therefore, Analysis does not cause any shift in the current state of the design, and it does not create a conceptual expansion either. However, only a few participants had Analysis in their CM network so that no strong inference could be drawn. Thus, the discussion about the Analysis remained at a presumption level.

Reformulation III (S→F)

Kan & Gero (2009) observed that Reformulation III is rare because it changes or redefines the design problem. Deriving a function from a structure is challenging since, in design, shaping the structure according to its intended function is crucial. However, new functions can be integrated into the structure if successfully achieved. Reformulation III was also the least frequently used transformation among participants in this research.

All participants operated Reformulation III later developed Synthesis in subsequent transformations. The reason may be the addition of new functions to the design due to Reformulation III. Adding a new function to the design requires expanding the existing conceptual space. Semantic analysis of Reformulation III shows the introduction of previously distant concepts that begin to congregate through the structure during Reformulation III, as evidenced by the example of the following:

Participant 9

M12: at some point, the [seating] unit extends as much it can be for lying down

M15: even... at some points of the seating unit, there will be locks for bicycles

Findings indicate that linking previously introduced distant concepts may facilitate conceptual shifts; however, additional data are required to substantiate this argument conclusively.

CONCLUSIONS

This research has examined the complex relationships between cognitive actions and conceptual transformations that play a fundamental role in generating creative insights during the design process. It draws on the findings from an empirical investigation involving 25 architecture students who employed the think-aloud protocol in 45-minute design sessions. The analysis of Linkographic entropies from these think-aloud protocols has unveiled critical insights into how various cognitive actions facilitate conceptual expansion and shifts.

The findings showed that conceptual shifts, essential for generating creative insights, are solely obtained through Synthesis. Synthesis enables designers to create novel solutions by combining previously unrelated concepts and identifying and bridging contradictions or opposing ideas. This emphasises the critical role of integrating distant and unrelated knowledge in the creative process. On the other hand, conceptual expansions achieved through reformulations and evaluations provide foundational support for the emergence of Synthesis. Semantic analysis showed that conceptual

expansions contribute to the emergence of conceptual shifts at various levels depending on the distance of constituent knowledge sets.

Another interesting insight from this study is the minimal role of Formulation and Analysis in contributing to conceptual transformations. While Formulation is critical for defining a design problem and Analysis for evaluating design concepts, neither has been shown to influence the emergence of creativity directly. Neither formulation nor Analysis demonstrated any capacity to bridge concepts or restructure thinking patterns in the CM networks. Their methodological emphasis on definition and evaluation confines them to foundational rather than transformative roles in the design process. While formulation and analysis are essential, they alone are inadequate for fostering creativity. It is seen they offer structure and stability but lack the dynamic, integrative qualities necessary for generating creative ideas.

The results showed an evident framework that connects cognitive actions to conceptual transformations; creativity in design emerges from structured processes. Notably, the process of Synthesis leads to conceptual shifts by integrating distant knowledge sets.

Additionally, conceptual expansions enhance existing ideas by incorporating related knowledge at their boundaries, gradually creating a more extensive cognitive framework. This framework links theoretical insights—such as Koestler's concept of bisociation and Boden's conceptual spaces—with empirical evidence, offering practical guidance for improving creative outcomes in design education and practice. The findings illustrate how specific cognitive actions contribute to creative outcomes, presenting a framework for enhancing pedagogical approaches. The critical finding is that conceptual shifts occur primarily through the Synthesis of distant knowledge sets, highlighting the importance of teaching designers to integrate unrelated and often contradictory concepts. This indicates a need to move beyond traditional skill-building exercises by incorporating explicit training in bisociative and dialectical thinking within educational settings. Studio projects could be designed to combine seemingly unrelated domains, and critiques could focus on valuing contradictory ideas as catalysts for creativity. Design curricula could be enriched by intentionally integrating non-disciplinary content, fostering cross-disciplinary collaborations and multi-disciplinary projects.

CONTRIBUTIONS AND ACKNOWLEDGEMENTS

This article is derived from research carried out at the Izmir Institute of Technology by Nazife Asli Kaya as part of the requirements for a PhD in Architecture. The dissertation, titled “Post-formal Thought and Creativity in the Design Process,” was completed under the supervision of Prof. Dr. Seniz Cíkis.

The authors have made the following contributions: Nazife Asli Kaya: conceptualization, data curation, formal analysis, investigation, methodology, resources, validation, visualization, writing – original draft, Seniz Cíkis: supervision. No potential conflict of interest was reported by the author(s).

REFERENCES

- Ashrafganjouei, M. & Gero, J. S. (2021). Exploring the effect of a visual constraint on students' design cognition. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, 35(1), 3-19. <https://doi.org/10.1017/S0890060420000335>
- Boden, M. (1995). Creativity and unpredictability. *Stanford Humanities Review*, 4(2), 123-139. <https://dl.acm.org/doi/10.5555/212154.212171>
- Boden, M. A. (1998). Creativity and artificial intelligence. *Artificial Intelligence*, 103(1), 347-356. [https://doi.org/10.1016/S0004-3702\(98\)00055-1](https://doi.org/10.1016/S0004-3702(98)00055-1)
- Chiu, I. & Shu, L. H. (2012). Investigating effects of oppositely related semantic stimuli on design concept creativity. *Journal of Engineering Design*, 23(4), 271-296. <https://doi.org/10.1080/09544828.2011.603298>
- Cross, N. (1997a). Creativity in design: analyzing and modelling the creative leap. *Leonardo*, 30(4), 311-317. <https://doi.org/10.2307/1576478>

- Cross, N. (1997b). Descriptive models of creative design: Application to an example. *Design Studies*, 18(4), 427–455. [https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(97\)00010-0](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(97)00010-0)
- Cross, N. (2006). *Designerly Ways of Knowing*. Springer.
- Cross, N. (2008). *Engineering design methods: Strategies for product design* (4th ed.). John Wiley & Sons.
- Ericsson, K. A. (1998). The Scientific Study of Expert Levels of Performance: general implications for optimal learning and creativity. *High Ability Studies*, 9(1), 75-100. <https://doi.org/10.1080/13598139800090106>
- Ericsson, K. A. (2006). Protocol Analysis and Expert Thought: Concurrent Verbalizations of Thinking during Experts' Performance on Representative Tasks. In K. A. Ericsson, N. Charness, P. J. Feltovich, & R. R. Hoffman (Eds.), *The Cambridge Handbook of Expertise and Expert Performance* (pp. 223–242). Cambridge: Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511816796.013>
- Fakhra, A. J. (2012). *Conceptual model of design creativity: Fostering creative cognition in architecture and design pedagogy* (Order No. 3570129) [Doctoral dissertation, Illinois Institute of Technology]. ProQuest Dissertations & Theses Global.
- Finke R. A., Ward T. B. & Smith S. M. (1992). *Creative Cognition: Theory, Research, and Applications*. MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/7722.001.0001>
- Fu, K., Chan, J., Cagan, J., Kotovsky, K., Schunn, C. & Wood, K. (2013). The meaning of “near” and “far”: the impact of structuring design databases and the effect of distance of analogy on design output. *Journal of Mechanical Design*, 135(2). <https://doi.org/10.1115/1.4023158>
- Gero, J. & Kannengiesser, U. (2007). A function–behavior–structure ontology of processes. *Artificial Intelligence for Engineering Design, Analysis and Manufacturing*, 21(4), 379-391. <https://doi.org/10.1017/S0890060407000340>
- Gero, J. S. (1990). Design prototypes: A knowledge representation schema for design. *AI Magazine*, 11(4), 26-36. <https://doi.org/10.1609/aimag.v11i4.854>
- Gero, J. S. & Milovanovic, J. (2020). A framework for studying design thinking through measuring designers' minds, bodies and brains. *Design Science*, 6, e19. <https://doi.org/10.1017/dsj.2020.15>
- Goel, V. (1995). *Sketches of Thought*. Cambridge. MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/6270.001.0001>
- Goldschmidt G. (2014). *Linkography: Unfolding the design process*. MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/9455.001.0001>
- Gursoy, B. (2010). The cognitive aspects of model-making in architectural design. [Master's thesis, Middle East Technical University]. OpenMETU <https://open.metu.edu.tr/handle/11511/19344>
- Hampton, J. A. (1987). Inheritance of attributes in natural concept conjunctions. *Memory and Cognition*, 15, 55–71. <https://doi.org/10.3758/BF03197712>
- Ho, C. H. (2001). Some phenomena of problem decomposition strategy for design thinking: differences between novices and experts. *Design Studies*, 22(1), 27-45. [https://doi.org/10.1016/S0142-694X\(99\)00030-7](https://doi.org/10.1016/S0142-694X(99)00030-7)
- Hocking, I. & Vernon, D. (2017) A bridge too far: conceptual distance and creative ideation. *Creativity: Theories, Research, Applications*, 4(2), 333-352. <https://doi.org/10.1515/ctra-2017-0017>
- Jia, L., Becattini, N., Cascini, G. & Tan, R. (2020). Testing ideation performance on a large set of designers: effects of analogical distance. *International Journal of Design Creativity and Innovation*, 8(1), 31-45. <https://doi.org/10.1080/21650349.2019.1618736>
- Kan, J. W. T. & Gero, J. S. (2009). Using the FBS Ontology to Capture Semantic Design Information in Design Protocol Studies. In J. McDonnell, & P. Lloyd (Eds.), *About: Designing. Analysing Design Meetings* (pp. 213-229). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780429182433-16>
- Kaya, A. N. & Cikis, S. (2017). Links between creative performance and post-formal thought. *Creativity. Theories–Research–Applications*, 4(1), 116-136. <https://doi.org/10.1515/ctra-2017-0006>

- Koestler, A. (1964). *The act of creation*. Arkana/Penguin.
- Monache, S. D. & Rocchesso, D. (2016, October 4-6). *Cooperative sound design: A protocol analysis* [Paper presentation]. AM '16: Audio Mostly 2016. <https://doi.org/10.1145/2986416.2986424>
- Noushad, B., Van Gerven, P. W. M. & de Bruin, A. B. H. (2023). Twelve tips for applying the think-aloud method to capture cognitive processes. *Medical Teacher*, 46(7), 892–897. <https://doi.org/10.1080/0142159X.2023.2289847>
- Sawyer, R. K. (2006). *Explaining Creativity: the science of human innovation*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780195161649.001.0001>
- Schön, D. A. (1983). *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*. Basic Books.
- Shih, Y. T. & Sher, W. (2020). Designers' Reflections on Two Methods of Using Design Media for Learning Design Processes. *Computer-Aided Design and Applications*, 17(6), 1215-1228. <https://doi.org/10.14733/cadaps.2020.1215-1228>
- Someren, M., Barnard, Y. & Sandberg, J. (1994). *The Think Aloud Method: A Practical Guide to Modelling Cognitive Processes*. Academic Press.
- Tang, H., Chen, Y., and Gero, J. (2012) *The Influence of Design Methods on the Design Process: Effect of use of scenario, brainstorming, and synectics on designing*, in Israsena, P., Tangsanitkul, J. and Durling, D. (eds.), Research: Uncertainty Contradiction Value - DRS International Conference 2012, 1-4 July, Bangkok, Thailand. <https://dl.designresearchsociety.org/drs-conference-papers/drs2012/researchpapers/134>
- van der Lugt, R. (2001) Sketching in design idea generation meetings, [PhD dissertation, Delft University of Technology]. TU Delft Repository. <https://resolver.tudelft.nl/uuid:7bd2639b-26ef-4550-8675-94bda367a102>
- van der Lugt, R. (2003, August 19-21). *Relating the quality of the idea generation process to the quality of the resulting design ideas* [Paper presentation]. DS 31: Proceedings of ICED 03, the 14th International Conference on Engineering Design.
- Wan, W. & Chiu, C. Y. (2002). Effects of novel conceptual combination on creativity. *Journal of Creative Behaviour*, 36, 227–241. <https://doi.org/10.1002/j.2162-6057.2002.tb01066.x>
- Ward, T. B., Patterson, M. J., Sifonis, C. M., Dodds, R. A. & Saunders, K. N. (2002). The role of graded category structure in imaginative thought. *Memory and Cognition*, 30, 199–216. <https://doi.org/10.3758/BF03195281>
- Ward, T. B., Smith, S. M. & Vaid, J. (1997). Conceptual structures and processes in creative thought. In T. B. Ward, S. M. Smith, & J. Vaid (Eds.), *Creative thought: An investigation of conceptual structures and processes* (pp. 1–27). American Psychological Association. <https://doi.org/10.1037/10227-001>
- Warr, A. M. (2007). Understanding and supporting creativity in design [Doctoral dissertation, University of Bath]. The University of Bath's research portal. <https://researchportal.bath.ac.uk/en/studentTheses/understanding-and-supporting-creativity-in-design>

Estrategia para la implementación parcial de una herramienta didáctica que valora la sostenibilidad en proyectos arquitectónicos

Strategy for the Partial Implementation of a Didactic Tool for Assessing Sustainability in Architectural Projects

Enviado: diciembre 4 / 2021 • Evaluado: febrero 22 / 2022 • Aceptado: abril 3 / 2025

CÓMO CITAR

Rada-Solano, C. A., y Castro-Escalante, C. A. (2025). Estrategia para la implementación parcial de una herramienta didáctica que valora la sostenibilidad en proyectos arquitectónicos. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 27(2), 137-147. <http://doi.org/10.14718/RevArq.2025.27.3678>

Carlos Antonio Rada-Solano*
Universidad del Atlántico. Barranquilla (Colombia)
<https://ror.org/05mm1w714>

Christiam Alonso Castro-Escalante**
Universidad del Atlántico. Barranquilla (Colombia)
<https://ror.org/05mm1w714>

RESUMEN

Este artículo presenta resultados parciales de un proyecto de investigación en curso, cuyo objetivo es sugerir una estrategia metodológica para la ejecución parcial en la práctica educativa de una herramienta didáctica que mida la sostenibilidad en proyectos arquitectónicos. Surge a partir de la interrogante: ¿De qué manera se puede desarrollar, en el quehacer educativo, una herramienta didáctica que potencie los resultados del proceso de enseñanza-aprendizaje en el campo del diseño? Para ello, se adoptó un enfoque cualitativo mediante Investigación Acción Participativa (IAP), por medio del desarrollo de fases que incluyeron un diagnóstico previo, interacción directa con la comunidad educativa, construcción de un marco teórico, categorización de la información y el diseño de un plan de acción. Los resultados parciales evidencian que la estrategia implementada, fundamentada en el uso de fichas para valorar las dimensiones económica, social, ambiental, tecnológica y administrativa, permite registrar de forma objetiva la sostenibilidad en los proyectos arquitectónicos. Además, se observó un fortalecimiento de competencias interpretativas, argumentativas y colaborativas en los estudiantes, junto con una mejora en la interacción entre docentes y alumnos. La implementación parcial de esta herramienta didáctica se posiciona como un recurso innovador y eficaz para transformar los paradigmas tradicionales de enseñanza, promoviendo un aprendizaje significativo, autónomo y colaborativo. Estos hallazgos subrayan la importancia de integrar evaluaciones sistemáticas que permitan valorar de manera precisa la sostenibilidad en proyectos arquitectónicos y sentar las bases para futuras mejoras en la práctica educativa.

Palabras clave

ECA strategy; educational practice; implementation; methodology; procedure; sustainability assessment

ABSTRACT

This article presents partial results from an ongoing research project aimed at proposing a methodological strategy for the partial implementation, in educational practice, of a didactic tool for measuring sustainability in architectural projects. It stems from the question: How can a didactic tool be developed within the educational practice to enhance the outcomes of the teaching-learning process in the field of design? To this end, a qualitative approach was adopted using Participatory Action Research (PAR), through the development of several phases including a preliminary diagnosis, direct interaction with the educational community, construction of a theoretical framework, categorization of the information, and the design of an action plan. The partial results show that the strategy implemented, based on the use of worksheets to assess the economic, social, environmental, technological, and administrative dimensions, makes it possible to objectively record sustainability in architectural projects. Additionally, an improvement was observed in students' interpretative, argumentative, and collaborative skills, along with enhanced interaction between teachers and students. The partial implementation of this didactic tool stands out as an innovative and effective resource for transforming traditional teaching paradigms, promoting meaningful, autonomous, and collaborative learning. These findings underline the importance of integrating systematic assessments that allow for accurate evaluation of sustainability in architectural projects, laying the groundwork for future improvements in educational practice.

Keywords

ECAstrategy; implementation; methodology; educational practice; procedure; sustainability assessment

- ✱

Arquitecto, Universidad del Atlántico. Barranquilla (Colombia)
Magíster en Educación, Universidad Autónoma del Caribe. Barranquilla (Colombia)
Universidad del Atlántico, Facultad de Arquitectura, Grupo de Investigación G-DIER y ENL@CE
<https://scholar.google.com/citations?user=e5U50N8AAAAJ&hl=es&authuser=1>
<https://orcid.org/0000-0002-4018-1032>
carlosrada@mail.uniatlantico.edu.co - carlosrada79@gmail.com
- ✱✱

Arquitecto, Universidad del Atlántico. Barranquilla (Colombia)
Magíster en Educación, Universidad del Atlántico. Barranquilla (Colombia)
Universidad del Atlántico, Facultad de Arquitectura, Grupo de Investigación G-DIER y ENL@CE
<https://scholar.google.com/citations?hl=es&user=et4VOPIAAAAJ>
<https://orcid.org/0000-0001-9958-8622>
christiancastro@mail.uniatlantico.edu.co - cace78@hotmail.com

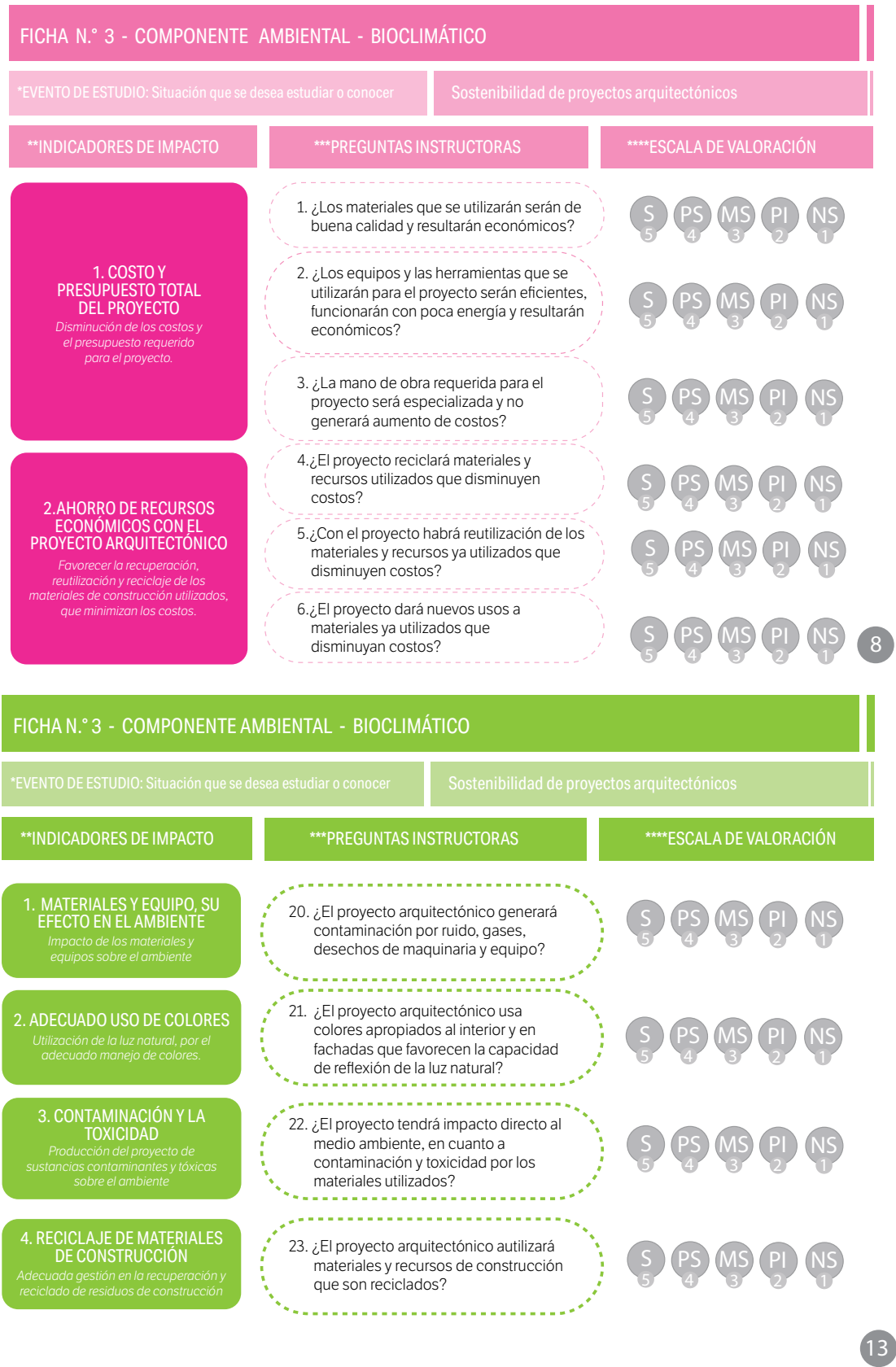
INTRODUCCIÓN

Como resultado del proyecto de investigación para evaluar la sostenibilidad en proyectos arquitectónicos, se diseñó una herramienta didáctica estructurada por fichas, como se observan en la Figura 1, dos de las cuatro sugeridas, teniendo en cuenta los componentes o dimensiones propias de la sostenibilidad (económica, social, ambiental, tecnológica y administrativa), proponiéndose una metodología orientada hacia su implementación en la práctica educativa (estudiantes y docentes). Esta propuesta metodológica está fundamentada en los postulados de la estrategia ECA

(exploración, conceptualización y aplicación), en la que Villarini (2003) establece que:

La estrategia general de enseñanza ECA es un plan general de actividades o interacciones entre docente y estudiantes dirigido a suscitar aprendizaje y desarrollo humano de habilidades. El plan se elabora a partir de la identificación de las condiciones que propician el aprendizaje; consiste en recrear dichas condiciones en el salón de clases a través de las interacciones y comunicaciones entre docente y estudiantes. (pp. 41-42)

Figura 1. Fichas de la herramienta didáctica implementada



FICHA N.º 3 - COMPONENTE AMBIENTAL - BIOCLIMÁTICO		
INDICADORES DE IMPACTO	*PREGUNTAS INSTRUCTORAS	****ESCALA DE VALORACIÓN
8. MATERIALES Y RECURSOS NATURALES (NO CONVENCIONALES) <i>Utilización de materiales naturales renovables en la construcción del proyecto. Poca utilización del hormigón.</i>	30. ¿En la construcción del proyecto arquitectónico serán utilizados materiales y recursos naturales?	S PS MS PI NS 5 4 3 2 1
9. GENERACIÓN DE RESIDUOS <i>Reducción de residuos generados en el proyecto y su adecuado procesamiento para evitar daños en el ambiente</i>	31. ¿Con la construcción y operación del proyecto se evitará en todos los procesos constructivos y en la actividad, la generación masiva de residuos, sean estos: sólidos, líquidos o gaseosos?	S PS MS PI NS 5 4 3 2 1
	32. ¿Ante imprevistos en la construcción del proyecto, se prevee el procedimiento para el tratamiento de los residuos generados?	S PS MS PI NS 5 4 3 2 1
10. CALIDAD DEL AMBIENTE <i>El espacio interior es concebido teniendo en cuenta la calidad térmica, luminica, ventilación y la acústica.</i>	33. ¿En el proyecto arquitectónico, el ambiente interior es de calidad, en cuanto a confort lumínico, térmico, acústico y ventilación?	S PS MS PI NS 5 4 3 2 1
TOTAL COMPONENTE AMBIENTAL-BIOCLIMÁTICA		

Fuente: elaboración propia (2023).

Para la propuesta resulta relevante esta estrategia metodológica, ya que organiza el aprendizaje en distintas fases que potencian el desarrollo intelectual del estudiante, al tiempo que orienta al docente sobre cómo debe aprender mediante la instrucción y atendiendo a sus intereses y necesidades. Esto facilita la instauración paralela del proceso de enseñanza, de la evaluación y de la retroalimentación entre los participantes (Villari, 2003).

En otras palabras, el docente planifica en un *syllabus* lo que el alumno debe aprender desde el saber-conocer, teniendo en cuenta la unidad o núcleo temático de enseñanza y aprendizaje en términos de conceptos, y direccionados hacia el saber-hacer mediante el desarrollo de destrezas y actitudes, en la ejecución misma del proyecto de diseño, en el que se llevan a cabo las etapas de la estrategia en mención.

La metodología propuesta, concebida como técnica, método y estrategia, se formaliza mediante un orden secuencial de fases. Esto favorece la adquisición de conocimientos innovadores y el desarrollo de destrezas proyectuales, orientando a los estudiantes en la ejecución sistemática de la herramienta diseñada tanto dentro como fuera del aula. Además, se constituye como una ayuda pedagógica que impulsa el proceso formativo de los futuros profesionales de la arquitectura.

Está dispuesta además para que el estudiante adquiera un rol activo y protagonista de

su propio aprendizaje, al convertirlo en un individuo que desarrolle *independencia cognoscitiva*, la cual se entiende como:

El aprendizaje autónomo con responsabilidad que posibilita la potenciación de los sujetos y el aprendizaje para toda la vida, se refiere a la independencia académica y se caracteriza por una conducta de autorregulación y autoestima, auto-concepto y autocompetencia. Se propician a partir de colocar en dinámica los enfoques posibles y darle al estudiante la posibilidad de negociar los contenidos que debe aprender; utilizar adecuadamente los recursos y tomar decisiones sobre la resolución más innovadora. Los estudiantes que tienen más éxito al aprender, son aquellos que saben qué y cómo aprenden, porque pueden tomar decisiones informadas respecto de su saber, pensamiento y actuación, y a través de ellas, son capaces de dirigir y controlar sus propios aprendizajes. (Paz, 2014, p. 55)

Por tanto, despliega en el estudiante la capacidad de autorregular su propio aprendizaje, planificando qué estrategias puede utilizar en cada situación académica presentada, empleándolas, controlando el proceso, evaluando para detectar posibles fallos y, como consecuencia, trasladar todo ello a nuevas situaciones que se presenten en su proceso de aprendizaje. Es decir, que el estudiante no solo resuelva situaciones problemáticas en determinados contextos o ambientes de aprendizaje, sino que también las formule en el proceso mismo.

Así mismo, esta estrategia propicia en el estudiante el llamado *aprendizaje autónomo*, asociado ello a la *autorregulación* que:

[...] implica tener conciencia del propio pensamiento, es el conocimiento acerca de cómo se aprende. Este modo más profundo de aprendizaje se desarrolla a través de observar en acción las propias conductas adoptadas para aprender. Además de observar, el sujeto vigila y controla sus comportamientos para obtener un aprendizaje más efectivo. (Crispín et al., 2011, p. 49)

La autorregulación conlleva el favorecimiento de habilidades y destrezas del estudiante a partir de lo que es significativo para él, en el despliegue de su proceso de aprendizaje y donde el rol docente se orienta como facilitador y guía en cada una de las distintas etapas.

Aunado a ello se favorece el aprendizaje colaborativo considerado como el aprendizaje a partir del saber-conocer, el saber-ser y el saber-hacer en la dimensión social del individuo con el otro en busca de un mismo objetivo de formación, expresado en cooperación y *cooperación*¹ tendiente a la resolución de situaciones en torno al diseño, metodología que propicia significativas transformaciones en el mismo proceso de aprendizaje y la enseñanza misma, como lo señala Roselli (2016):

El conocimiento es definido como un proceso de negociación o construcción conjunta de significados, y esto vale para todo el proceso de enseñanza-aprendizaje. Aunque el peso del concepto está puesto en el reconocimiento del valor de la interacción cognitiva entre pares, el aprendizaje colaborativo involucra también al docente y, en general, a todo el contexto de la enseñanza. No se trata, pues, de la aplicación circunstancial de técnicas grupales, sino de promover el intercambio y la participación de todos en la construcción de una cognición compartida. (p. 224)

Por tanto, la metodología propuesta pensada a partir del aprendizaje significativo autónomo y colaborativo se estructura referenciada por la ECA en las siguientes etapas:

Etapas 1.

- **Exploración.** La intención de esta primera etapa fue determinar el estado actual de preparación de los estudiantes con el fin de conocer cómo se mide o valora la sostenibilidad de un proyecto arquitectónico, para lo cual se desarrollaron las siguientes actividades:
- Elaboración de un diagnóstico preliminar por los docentes gestores del

proyecto con la participación de un docente del curso de diseño. Para ello, se reunió a los estudiantes matriculados en el curso de diseño de octavo semestre para que explicaran lo que concebían por desarrollo sostenible y sostenibilidad y lo referente a la formación ambiental que reciben para valorar el impacto ambiental, económico, social y tecnológico de un proyecto de diseño.

- Asignación de un compromiso a los estudiantes con la búsqueda de información suficiente relacionada con la sostenibilidad en proyectos arquitectónicos y aspectos relacionados con el procedimiento diseñado, tales como los componentes presupuestal-administrativo, sociocultural, ambiental-bioclimático y tecnológico, indicadores de impacto y escalas de valoración de sostenibilidad.

El objetivo de esta etapa fue preparar a los estudiantes para que recibieran la información sobre desarrollo sostenible, sostenibilidad en proyectos arquitectónicos y formación ambiental, logrando con ello disponer el escenario para la implementación de la propuesta mediante la expresión de opiniones y la discusión.

Etapas 2.

- **Conceptualización.** El propósito de esta etapa fue el aporte de información suficiente sobre aspectos relacionados con la sostenibilidad y el procedimiento diseñado, orientando a los estudiantes para su adecuada interpretación y argumentación. Se aclararon conceptos relacionados con la sostenibilidad en el campo arquitectónico teniendo en cuenta las actividades anteriores, y mediante ejercicios programados se desarrollaron destrezas y actitudes necesarias para la elaboración de cualquier propuesta. Para ello se realizaron las siguientes actividades:
- Explicación de los docentes gestores de la investigación sobre los aspectos involucrados con la sostenibilidad en el campo arquitectónico, específicamente en los proyectos que elaboran estudiantes de programas de arquitectura, tales como presupuestales-administrativos, socioculturales, ambientales-bioclimáticos y tecnológicos, partiendo de los corolarios derivados en el diagnóstico de la actividad anterior.

¹ *Cooperación* es un término que se usa en Educación y se refiere a la competencia y la cooperación en las que se actúa simultáneamente para alcanzar objetivos individuales y comunes.

- Discusión y debate con estudiantes sobre la propuesta de la herramienta, partiendo del fundamento teórico y del diagnóstico referido a la sostenibilidad ambiental y su aplicabilidad en las propuestas urbano-arquitectónicas que constituyeron las bases para el diseño de este recurso. Con ello se ilustró a los estudiantes, permitiéndoles comprender la esencia de la propuesta.
- Explicación y discusión de la herramienta diseñada en cuanto a componentes, indicadores de impacto y preguntas instructoras, subrayando la intencionalidad que tienen las mismas. Se presentó el procedimiento, exponiendo cómo se utiliza, haciendo énfasis en que es una herramienta o recurso que puede ser empleado dependiendo de las necesidades y aptitudes del estudiante.
- Análisis de la herramienta por los estudiantes en cuanto a la contribución de su aplicación en los cursos que reciben y socialización de los resultados de la etapa inicial, estableciendo compromisos para la aplicación del mismo en la disciplina y cursos de diseño del plan del estudio.

Etapas 3.

- **Aplicación.** En esta etapa se consolidó el desarrollo de los conceptos establecidos en la etapa anterior. Los estudiantes aplican o transfirieren lo aprendido en cuanto a estimación de la sostenibilidad en proyectos que realizan como requerimiento del programa o en nuevos escenarios propios de las actividades educativas y cotidianas. Para ello se realizaron las siguientes tareas:
 - Se seleccionaron tres estudiantes, que representaron el 50% de los seis integrantes de la población (grupo intacto), quienes aplicaron la herramienta didáctica en sus proyectos arquitectónicos, como se observa en las Figuras 2, 3 y 4. Este recurso funcionó para valorar la sostenibilidad y orientar el perfeccionamiento del proyecto. Una de las razones para elegir esta muestra significativa es la gran cantidad de información disponible en cuanto a consideraciones y normatividad urbana, criterios de diseño y determinantes físicos y espaciales, lo que permitió un seguimiento más eficiente de la aplicación de la herramienta en los tres proyectos de diseño.

Figura 2. Aplicación de la herramienta didáctica



Fuente: elaboración propia (2023).

Figura 3. Implementación de la herramienta didáctica en el taller de diseño



Fuente: elaboración propia (2023).

Figura 4. Implementación de la herramienta en el taller de diseño



Fuente: elaboración propia (2023).

- Por último, para determinar la aceptación y valoración de los usuarios o estudiantes sobre la implementación de la herramienta didáctica para la estimación de la sostenibilidad de un proyecto urbano-arquitectónico y la apreciación de estos al utilizarla como solución a una necesidad de su entorno profesional, se les aplicó una encuesta específica como recurso de acopio de información a los tres estudiantes seleccionados, en la cual se recogió la información necesaria y procesada, con los siguientes resultados:
- Como respuesta a la pregunta número uno, que indagaba acerca de los elementos de las fichas del procedimiento y si eran lo suficientemente claros al momento de utilizarse, los estudiantes respondieron afirmativamente, ya que les resultó de fácil entendimiento y desarrollo, así como el hecho de que aborda los aspectos más importantes en el logro de un proyecto arquitectónico.
- A la pregunta número dos, que averiguaba acerca de la valoración (excelente, bueno, aceptable e insuficiente) del procedimiento, los tres estudiantes coincidieron en estimar el procedimiento como excelente, porque está elaborado de forma

clara, sencilla y es completo, y con los resultados matemáticos finales se puede valorar de manera rápida qué tan sostenible es el proyecto que ellos diseñan.

- En la tercera y última pregunta, que indagaba acerca de la pertinencia de la utilización de la herramienta didáctica desde el saber-conocer y el saber-hacer en el programa de arquitectura, igualmente los estudiantes coincidieron afirmando que es conveniente la utilización del procedimiento. Como sugerencia a este punto, un estudiante aportó que dicho procedimiento está elaborado correctamente para ser aplicado durante el proceso de realización del proyecto, ya sea urbano o arquitectónico, y no solo al final de este, puesto que al inicio del mismo se pueden ir corrigiendo posibles falencias en cuanto a la sostenibilidad.

Con estos corolarios se demostró la aceptación de los estudiantes para la utilización de la herramienta en la actividad educativa con el fin de fortalecer las competencias y habilidades para valorar la sostenibilidad de proyectos urbanos y arquitectónicos; así mismo, se evidenció el desarrollo de un aprendizaje significativo, mediante el trabajo autónomo y colaborativo.

METODOLOGÍA

Para alcanzar los objetivos específicos propuestos para este proyecto se plantea la implementación de un enfoque cualitativo, específicamente una IAP, dentro del paradigma Crítico Social, donde se evidenció la cooperación diligente de todos los representantes (docentes-estudiantes) que participan en la ejecución de esta experiencia significativa en los ambientes de aprendizaje del programa de arquitectura objeto de estudio.

Población muestra

En el diagnóstico, la población universo fue 78 personas, de las cuales 55 son estudiantes del programa objeto de estudio de los últimos semestres (7 y 8), 20 docentes catedráticos con que cuentan los programas y los 3 profesores de tiempo completo.

Se tomó una muestra representativa de 26 personas, deducidas del 20% de cada población específica: 17 estudiantes, 6 docentes catedráticos, 3 directivos docentes.

Técnicas de recolección de información

Para obtener la información pertinente destinada al logro del proyecto se utilizó como técnica inicial

la entrevista semiestructura dirigida a la comunidad educativa seleccionada, posteriormente la observación participante, grupos focales y la revisión bibliográfica, entre otras que se requieran en el devenir del proceso investigativo.

Cabe destacar que el desarrollo de esta metodología para el alcance de los resultados parciales se ejecutó de la siguiente manera:

Fase I. Se realizó un diagnóstico en el que se recogió información acerca de la praxis educativa en los espacios y entornos de aprendizaje del programa adscritos a la Facultad de Arquitectura de la Universidad del Atlántico, que enriquecieron el debate, la negociación y el aporte de toda la comunidad educativa (estudiantes, docentes y administrativos) participante de este proyecto.

Fase II. Contacto directo con la comunidad educativa mediante acciones colaborativas de todos los participantes seleccionados que proceden en el proceso de enseñanza y aprendizaje (PAE), con el fin de determinar acciones encaminadas a la solución de la situación identificada en la fase anterior.

Fase III. Recolección de información, con el objetivo de organizar un constructo teórico,

teniendo en cuenta autores contemporáneos que han desarrollado la temática de estudio y que esgrimen de sustento para la propuesta planteada (herramienta didáctica y su implementación).

Fase IV. Recolección de información empírica complementaria en la comunidad educativa que participa en el proyecto, con el fin de decantar los datos suministrados de las fases anteriores.

Fase V. Categorización y estructuración de la información recopilada. En esta etapa se

sintetiza de una manera integral la información escrita, grabada, filmada u observada que se ha obtenido a lo largo de cada una de las fases y del proyecto mismo, con el propósito de darle un mejor manejo a los resultados que se van obteniendo.

Fase VI. Diseño de un plan de acción, teniendo en cuenta requerimientos pedagógicos, las categorías de la didáctica misma y aspectos formales y funcionales, para el diseño e implementación de la herramienta diseñada basada en la estrategia de aprendizaje ECA.

RESULTADOS

La implementación de la herramienta didáctica, mediante la estrategia de aprendizaje ECA propuesta por Villarini (2003), ha evidenciado *resultados parciales* en la comunidad educativa, entre los que se pueden mencionar el desarrollo de las capacidades y destrezas de los estudiantes para explorar situaciones reales del contexto urbano-arquitectónico, conceptualizar a partir de los conocimientos adquiridos y luego aplicar lo aprendido en nuevas situaciones mediante la utilización del recurso o estrategia, lo que favorece la generación o construcción de nuevo conocimiento, todo ello bajo el acompañamiento del docente como tutor o guía, tal como lo confirman Orozco y Acosta-Villareal (2016):

La estrategia ECA garantiza el desarrollo de las destrezas de pensamiento en los estudiantes mediante la implementación de tres fases: Exploración (E), Conceptualización (C) y Aplicación (A) en las que se den en actividades programadas y responsabilidades de profesores y estudiantes en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

El maestro(a) tiene que asegurarse que el estudiante sea consciente del proceso de pensamiento que llevó a cabo en el desarrollo del ejercicio, reconociendo sus debilidades, fortalezas y limitaciones que se presentaron y que le sirven como fundamento para un nuevo proceso de aprendizaje. (pp. 103-106)

Por otro lado, la implementación de la herramienta se consideró dentro las categorías de la didáctica, un medio o recurso para facilitar el PAE, en el que dichos medios o recursos se “asumen como condición despertar el interés de los estudiantes, adecuarse a las características físicas y psíquicas de los mismos, además que facilitan la actividad docente al servir de guía; asimismo, tienen la gran virtud de adecuarse a cualquier tipo de contenido” (Vargas, 2017, p. 69). De acuerdo con lo anterior, el diseño y diagramación de la herramienta didáctica y estructuración por fichas teniendo en cuenta las dimensiones del desarrollo sostenible resultó atractivo, motivador y fácil de manipular tanto por docentes como por estudiantes, lo que propició la activación de procesos cognitivos superiores como la interpretación, la argumentación y la proposición, a partir de un ejercicio de taller.

Todo ello permitió que el constructo teórico referido a sostenibilidad ambiental resultara suficiente y significativo, y que de igual manera pudiera ser asimilado, explicado y aplicado en cada una de las situaciones posteriores que se les presentaron a los estudiantes en el taller de diseño de proyectos urbanos o arquitectónicos direccionados a la solución de necesidades y problemas reales del contexto inmediato.

DISCUSIÓN

A partir de los resultados parciales obtenidos con la implementación de la herramienta diseñada, teniendo en cuenta las categorías y principios de la didáctica, específicamente la de medios en el PAE, centrado como guía para los estudiantes, si bien resultó relevante al atender el concepto de desarrollo sostenible y su articulación con las tres dimensiones básicas: el crecimiento económico, la inclusión social y el

equilibrio medioambiental, necesarias y retomadas en los objetivos de desarrollo sostenible (ODS), enunciados por la Organización de las Naciones Unidas (ONU, 2015), se requiere que lo propuesto se articule atendiendo aún más a estos postulados, y que sea además un recurso dirigido no solo al estudiante sino también a toda la comunidad educativa y a toda una institución, en procura de lograr una enseñanza más

integral y participativa, orientada a la protección del planeta, tal como lo plantea Gómez (2017):

Países e instituciones han venido realizando interesantes estudios en los que han explorado las capacidades y desafíos de cada país, analizando las estrategias institucionales necesarias, junto a mapeos de análisis y proyección de resultados. Algunos de ellos se están haciendo con la suficiente honestidad intelectual como para reconocer las insuficiencias y limitaciones de los ODS, pero al mismo tiempo explorando las capacidades que aportan a las estrategias de desarrollo específicas, así como los cambios políticos, sociales e institucionales necesarios para avanzar hacia sociedades más sostenibles. (p. 116)

Por otro lado, los resultados dieron cuenta de que se debe seguir fortaleciendo e implementando el constructo teórico referido a la sostenibilidad ambiental en los programas objeto de estudio, concebido para el proceso formativo de los estudiantes, pero integrándolo al concepto de *enseñanza* propiciado por instructores o formadores, en este caso los docentes.

La incorporación de las fichas como herramienta central en la evaluación de la sostenibilidad representa una innovación significativa frente a los métodos tradicionales, que generalmente se basaban en evaluaciones generales y poco estructuradas. A través de indicadores específicos para las dimensiones económica, social, ambiental, tecnológica y administrativa,

el uso de las fichas permite registrar de manera detallada y medible cada variable, facilitando la identificación de áreas críticas y la implementación de acciones correctivas puntuales. Los resultados alcanzados evidencian que, al aplicar esta herramienta, se obtiene una valoración objetiva y precisa, lo que marca una diferencia notable en comparación con las evaluaciones previas y refuerza la pertinencia y aplicabilidad de la propuesta en el contexto local.

Por último, cabe mencionar que este recurso didáctico que inicialmente resultó ser un manual (cartilla impresa) y su implementación mediada por la ECA, pudiera ser además una herramienta sistematizada que permita de manera rápida y eficaz la valoración de sostenibilidad de los proyectos arquitectónicos, remplazando la forma como ha sido diseñado y garantizando mayor confiabilidad de los resultados. Ello, debido a que los procesos de formación articulados con los avances de la tecnología en materia de educación requieren hoy la mediación de las TIC como una manera de aprovechar nuevos escenarios y ambientes virtuales de aprendizaje (AVA); así mismo, objetos o recursos virtuales de aprendizajes (OVA) que se ofrecen y mediante los cuales los estudiantes pueden generar su propio conocimiento con autonomía, de una manera sincrónica y asincrónica, acompañados de la motivación por el atractivo de los mismos que facilitan aprendizajes más significativos.

CONCLUSIONES

En el PAE, la implementación parcial de la herramienta didáctica, fundamentada en la estrategia ECA, se ha mostrado como un recurso eficaz para evaluar la sostenibilidad en proyectos urbano-arquitectónicos. Esta estrategia permite, de forma sistemática, que los estudiantes identifiquen, analicen y formulen propuestas a partir de la aplicación de un procedimiento específico. Dicho procedimiento se concreta en el uso de fichas, las cuales están diseñadas para registrar y valorar las variables clave económicas, sociales, ambientales, tecnológicas y administrativas que inciden en la sostenibilidad de los proyectos.

Aunque la implementación es parcial, los resultados evidencian que el uso de estas fichas facilita una valoración objetiva y medible de la sostenibilidad, al integrarse en el seguimiento y perfeccionamiento de los proyectos de diseño. La selección representativa de estudiantes que aplicaron la herramienta, garantiza la fiabilidad

de los datos recogidos y permite analizar situaciones reales, detectando aspectos críticos en la evaluación de la sostenibilidad.

Asimismo, la aplicación de la estrategia didáctica ha fortalecido competencias interpretativas, argumentativas y colaborativas, al integrar la teoría y la práctica en actividades que promueven un aprendizaje significativo, autónomo y participativo. En conclusión, los resultados parciales confirman que, al fundamentar y sistematizar el contenido y la estructura de las fichas, es posible innovar en la enseñanza y evaluación de la sostenibilidad, transformando paradigmas tradicionales y posicionando al estudiante como protagonista activo de su proceso formativo. Se recomienda, para futuras investigaciones, incluir una descripción detallada y representación gráfica de las fichas, lo que permitiría evidenciar de manera más clara su estructura, contenido y función en el proceso de valoración de la sostenibilidad.

CONTRIBUCIONES Y AGRADECIMIENTOS

Este artículo deriva de una investigación llevada a cabo en la Universidad Autónoma del Caribe por el Grupo de Investigación Ecodesarrollo, en el marco de la línea de investigación Territorio y Hábitat. Este proyecto fue financiado por la Universidad Autónoma del Caribe.

Los autores de este trabajo han realizado las siguientes contribuciones: Carlos Rada Solano:

concepción y diseño del proyecto de investigación, adquisición, análisis e interpretación de los datos y resultados. Así mismo, redacción del artículo y aprobación para publicar y Christiam Castro Escalante: adquisición, análisis e interpretación de los datos, aportes en la implementación de resultados y revisión para contenido intelectual.

REFERENCIAS

- Crispín, M., Doria, M., Rivera, A., Garza, M., Carrillo, S., Guerrero, L., y Athié, M. (2011). *Aprendizaje autónomo. Orientaciones para la docencia* [Edición electrónica]. http://biblioteca.clacso.edu.ar/Mexico/dcsyp-ua/20170517031227/pdf_671.pdf
- Gómez, C. (2017). Objetivos de desarrollo sostenible (ODS): Una revisión crítica. *Papeles de Relaciones Ecosociales y Cambio Global*, 140, 107-118. https://www.fuhem.es/media/cdv/file/biblioteca/revista_papeles/140/ODS-revision-critica-C.Gomez.pdf
- Organización de las Naciones Unidas. (2015). *La agenda para el desarrollo sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/development-agenda/>
- Orozco, G., y Acosta-Villareal, S. (2016). Incidencia de la estrategia ECA y las TIC en el desarrollo de destrezas del pensamiento en estudiantes de secundaria. *Escenarios*, 14(1), 102-116. <https://doi.org/10.15665/esc.v14i1.882>
- Paz, H. (2014). Aprendizaje autónomo y estilo cognitivo: Diseño didáctico, metodología y evaluación. *Revista Educación en Ingeniería*, 9(17). <https://educacioneningenieria.org/index.php/edi/article/view/421/194>
- Roselli, N. (2016). El aprendizaje colaborativo: Bases teóricas y estrategias aplicables en la enseñanza universitaria. *Propósitos y Representaciones*, 4(1), 219-280. <https://doi.org/10.20511/pyr2016.v4n1.90>
- Vargas, G. (2017). Recursos educativos didácticos en el proceso enseñanza-aprendizaje. *Revista Cuadernos*, 58(1), 68-74. http://www.scielo.org.bo/pdf/chc/v58n1/v58n1_a11.pdf
- Villarini, J. A. (2003). Teoría y pedagogía del pensamiento crítico. *Perspectivas Psicológicas*, 3(4), 35-42. https://pepsic.bvsalud.org/pdf/pp/v3-4/v3-4a04.pdf?fbclid=IwAR1dh14sZgQfoKQF_sGhw0tofE-MUob5p-x3EMbsMVMgo69VAPaN9boZKJVV



Circularidad como alternativa sostenible en la autoconstrucción de viviendas en zonas vulnerables de Latinoamérica

Circularity as a Sustainable Alternative in the Self-Construction of Housing in Vulnerable Areas of Latin America

Enviado: noviembre 11 / 2023 • Evaluado: marzo 3 / 2024 • Aceptado: abril 10 / 2025

CÓMO CITAR

González-Vallejo , P., Yajnes M. E., Caruso S. I., y Muñoz-Sanguinetti, C. M. (2025). Circularidad como alternativa sostenible en la autoconstrucción de viviendas en zonas vulnerables de Latinoamérica. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 27(2), 149-174 <http://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2025.27.5704>

Patricia González-Vallejo*
Universidad de Sevilla (España)
<https://ror.org/03yxnp24>

Marta Edith Yajnes**
Universidad de Buenos Aires (Argentina)
<https://ror.org/0081fs513>

Susana Inés Caruso***
Universidad de Buenos Aires (Argentina)
<https://ror.org/0081fs513>

Claudia Marcela Muñoz-Sanguinetti****
Universidad del Bío-Bío Concepción (Chile)
<https://ror.org/04dndfk38>

RESUMEN

Este estudio evalúa la viabilidad económica y ambiental de incorporar subproductos derivados de residuos de construcción y demolición y materiales reciclados en la construcción de cerramientos de viviendas sociales en zonas vulnerables. Se aplica a un caso estudio en la ciudad de Temuco (Chile), comparando la propuesta con una solución constructiva convencional y con otras investigaciones que también emplean subproductos en edificación. La metodología incluye el análisis de costes apoyado en bases de datos de la construcción y en el proyecto arquitectónico para determinar los recursos y, los impactos económico y ambiental. La evaluación ambiental se realiza mediante indicadores como huella de carbono, huella ecológica, energía incorporada y generación de residuos de construcción y demolición, utilizando bases de datos especializadas como Ecoinvent y SimaPro. Los resultados muestran que el uso de subproductos no solo reduce los costes de construcción, sino que también disminuye el impacto ambiental, promueve la economía circular y fomenta el empleo local. La comparación con otros estudios indica que la propuesta tiene ventajas económicas y ambientales. No obstante, se identifica el uso del cemento como un factor de alto impacto ambiental, lo que sugiere la necesidad de explorar alternativas más sostenibles en futuras investigaciones. En conclusión, el estudio confirma la viabilidad económica y ambiental de soluciones constructivas sostenibles en viviendas sociales en zonas vulnerables, contribuyendo al desarrollo de prácticas más responsables y resilientes en el sector de la construcción.

Palabras clave

cerramientos sostenibles; economía circular; reutilización de residuos; subproductos; viviendas sociales

ABSTRACT

This study evaluates the economic and environmental feasibility of incorporating by-products derived from construction and demolition waste, as well as recycled materials, in the construction of enclosures for social housing in vulnerable areas. It is applied to a case study in the city of Temuco (Chile), comparing the proposed solution with a conventional construction method and with other studies that also employ by-products in building. The methodology includes cost analysis based on construction databases and the architectural project to determine resources and economic and environmental impacts. The environmental assessment is carried out using indicators such as carbon footprint, ecological footprint, embodied energy, and the generation of construction and demolition waste, using specialized databases such as Ecoinvent and SimaPro. The results show that the use of by-products not only reduces construction costs but also lowers environmental impact, promotes the circular economy, and supports local employment. Comparison with other studies indicates that the proposal offers economic and environmental advantages. However, the use of cement is identified as a major contributor to environmental impact, highlighting the need to explore more sustainable alternatives in future research. In conclusion, the study confirms the economic and environmental viability of sustainable construction solutions in social housing in vulnerable areas, contributing to the development of more responsible and resilient practices in the construction sector.

Keywords

By-products; circular economy; social housing; sustainable enclosures; waste reuse

- Arquitecta Técnica y Arquitecta, Universidad de Sevilla (España)
Máster en Gestión Económica y Ambiental, Universidad de Sevilla (España)
Doctora por la Universidad de Sevilla (España)
Universidad de Sevilla, Escuela Técnica Superior de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Gráfica, Grupo de investigación Arquitectura, Diseño y Técnica (ARDITEC TP172) de la Universidad de Sevilla (España)
Filiación institucional Universidad de Sevilla (España) Escuela Superior de Ingenieros. Dpto. Ingeniería Gráfica
<https://scholar.google.com.sg/citations?user=p2TeOYoAAAAJ&hl=en>
<https://orcid.org/0000-0002-3106-0837>
pgonzalez1@us.es / patriciagonzalezvallejo@gmail.com
- ** Arquitectura, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires (Argentina)
Maestría en Gestión Ambiental Metropolitana, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires (Argentina)
Filiación institucional Universidad de Buenos Aires, Facultad de Arquitectura diseño y urbanismo, Unidad, Centro Experimental de la Producción. Buenos Aires (Argentina)
https://scholar.google.es/citations?user=d3K_oJMAAAAJ&hl=es
<https://orcid.org/0000-0002-7169-9555>
marta.yajnes@fadu.uba.ar / mezarch@gmail.com
- *** Arquitectura, Universidad de Buenos Aires. Buenos Aires (Argentina)
Maestría en Gestión Ambiental, Universidad Nacional de San Martín (Argentina)
Filiación institucional Universidad de Buenos Aires, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Unidad, Centro Experimental de la Producción
<https://scholar.google.com.ar/citations?user=Lw5vGYoAAAAJ&hl=es>
<https://orcid.org/0009-0002-5600-4097>
susana.caruso@fadu.uba.ar / araqas1@gmail.com
- **** Constructor Civil, Universidad del Bío-Bío. Concepción (Chile)
Doctor en Arquitectura y Urbanismo, Universidad del Bío-Bío. Concepción (Chile)
Filiación institucional Universidad del Bío-Bío, Departamento Ciencias de la Construcción, Facultad de Arquitectura, Construcción y Diseño, Grupo de Investigación Diseño y Procesos para la Construcción Sustentable DYPCS 2110375GI/EF Investigadora Asociada Centro de Investigación y en Tecnologías de la Construcción CITEC-UBB
<https://scholar.google.cl/citations?user=uCz8uEwAAAAJ&hl=en>
<https://orcid.org/0000-0002-4859-478X>
clmunoz@ubiobio.cl / ecoclau2011@gmail.com

INTRODUCCIÓN

La aplicación de los principios de la economía circular (EC) y la eficiencia de los recursos en los edificios es esencial debido a su impacto ambiental y socioeconómico (Solís-Guzmán et al., 2024). El sector de la construcción, fundamental para el desarrollo social, influye significativamente en el empleo, el comercio de materiales y la infraestructura (Sarmiento-Rojas et al., 2020, p. 109). En la Unión Europea (UE), este sector representa el 50 % del uso total de energía, el 40 % de las emisiones de gases de efecto invernadero (GEI) y el 50 % de la extracción de materias primas (Comisión Europea, 2019). Para mitigar estos impactos, se han integrado políticas ambientales en estrategias gubernamentales basadas en criterios de EC (Fuchigami, 2020, p. 2449).

El Plan de Acción de la EC de la UE busca reducir el uso de recursos y promover flujos circulares de materiales en los edificios, para minimizar la generación de residuos (Comisión Europea, 2020). La EC mantiene el valor de los productos mediante reutilización y reciclaje, lo cual contribuye al crecimiento sostenible alineado con la Estrategia Europa 2030. Dado que la construcción impacta significativamente el medio ambiente (Jefatura Estado España, Ley 9/2017; Geissdoerfer, 2017, p. 757; Rossi, 2015, p. 8), es esencial adoptar estrategias sostenibles. La reutilización y reciclaje de materiales no solo reducen residuos, sino que también fomentan la innovación (Maalouf et al., 2018, p. 1640). Así, el desarrollo de nuevos sistemas constructivos con subproductos reciclados minimiza impactos y fortalece la EC en la construcción.

El cerramiento de viviendas representa entre el 25 % y el 50 % del proyecto en términos económicos y ambientales (González-Vallejo et al., 2019, p. 621; Gilani, 2017, p. 50). Controla pérdidas energéticas y reduce impactos ambientales a lo largo del ciclo de vida (CV) del edificio. Sin embargo, la mayoría de los sistemas constructivos tradicionales emplean materiales con alto consumo energético, elevada huella de carbono y limitada capacidad de reutilización. Algunos estudios proponen alternativas como adobe, madera, paja, bambú o paneles de arcilla (Galán-Marín et al., 2018; Solís-Guzmán et al., 2015). Asimismo, los ecoladrillos fabricados con residuos domésticos ofrecen menor energía incorporada (EI) y costos ambientales (Hernández-Zamora et al., 2021).

Para evaluar el desempeño ambiental de los edificios es clave un análisis de circularidad con metodologías accesibles y cuantificables. Estas deben considerar el CV del edificio, desde la extracción de materias primas hasta su demolición, incorporando residuos de construcción y demolición (RCD) al ciclo productivo (Mercader et al., 2017a, pp. 97-106). El Análisis de Ciclo de Vida (ACV) es la herramienta más utilizada

para evaluar impactos ambientales (Jang et al., 2024, p. 228; Barbhuiya y Das, 2023, p. e02326; Warriar et al., 2024, p. 113892).

En la búsqueda de metodologías más simples, el sector de la construcción ha incorporado indicadores inicialmente desarrollados para otros ámbitos. Este estudio emplea los indicadores de huella de carbono (HC), huella ecológica (HE) y energía incorporada (EI). La metodología utilizada para el análisis económico y ambiental de edificaciones en fase temprana de diseño integra el Sistema de Clasificación de Información de la Construcción (SCI) empleado en el desarrollo de bases de costos de la construcción, con los indicadores HC, HE y EI, para obtener datos ambientales a partir de bases de datos especializadas (Solís-Guzmán et al., 2024).

Este estudio propone la construcción de cerramientos en zonas vulnerables con subproductos (SPs) de RCD y materiales reciclados, evaluando su viabilidad económica y ambiental. Esta estrategia ha sido aplicada en viviendas sociales en territorios vulnerables, como el área metropolitana de Buenos Aires (AMBA), Argentina (Rival y Salvia, 2016; Fernandez Castro, 2015), adaptando los subproductos a RCD locales y fomentando la autoconstrucción con participación de mujeres (Mercader-Moyano et al., 2017b, p. 381; Yajnes et al., 2017, p. 1047; Gaggino, 2006, p. 917).

Se eligió Chile como estudio de caso por su alto déficit habitacional y la necesidad de soluciones sostenibles para la vivienda social. Temuco, en la región de La Araucanía, se destaca por su rezago socioeconómico y el crecimiento urbano del 70 % en tres décadas, lo que ha elevado el valor del suelo y agravado la precariedad habitacional (Garín Contreras et al., 2009, p. 113). La disponibilidad de RCD en la zona facilita la implementación de un modelo de EC, lo que reduce impactos ambientales y promueve la autoconstrucción (Vergara, 2019).

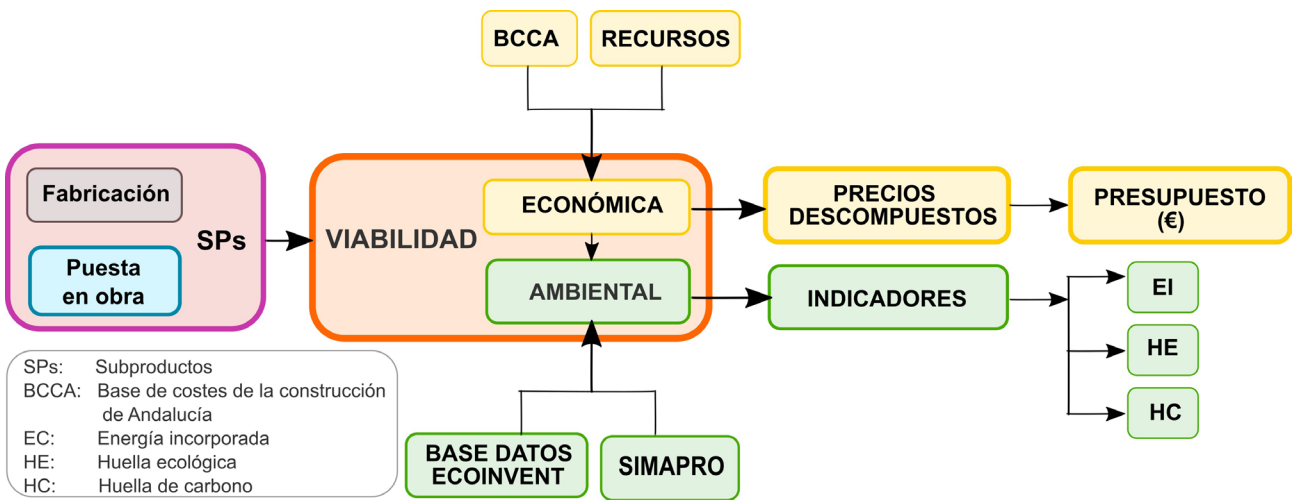
Para demostrar la viabilidad de la propuesta, se realiza un análisis comparativo con una solución constructiva tradicional de la zona. La metodología obtiene los recursos empleados a partir la base de costos de la construcción de Andalucía (BCCA) y un análisis ambiental que integra HC, HE y EI, mediante el uso de bases de datos como Ecoinvent y Simapro (González-Vallejo et al., 2018, pp. 32-51). Se plantea el uso de los subproductos ladrillón (SP1) y placa de papel cemento (SP2), que contienen materiales reciclados como poliestireno extruido (EPS), cascotes de RCD y papel de embalaje, integrados en una estructura independiente. Estos se comparan con un sistema de cerramiento tradicional chileno, buscando mitigar impactos ambientales y mejorar condiciones habitacionales en comunidades vulnerables.

METODOLOGÍA

El objetivo es realizar el análisis económico y ambiental del empleo de SPs derivados de RCD inertes y material reciclado en cerramientos de viviendas sociales en comparación con otros sistemas constructivos y materiales más tradicionales, aplicado a un caso de estudio de una vivienda social situada en la ciudad de Temuco (Chile). La metodología consiste, en primer lugar, en el desarrollo de los SPs, incluyendo el diseño, la fabricación y puesta en obra, según el sistema constructivo empleado. Se plantea una comparativa

entre el cerramiento original del proyecto (M1) y una nueva propuesta de cerramiento realizado con los SPs (M2). A continuación, se analiza la viabilidad económica y ambiental del mismo a partir de las bases de costes de construcción y los recursos empleados, para obtener el presupuesto. Con este análisis de recursos y los datos de emisiones de CO₂ tomados de bases de datos de Ecoinvent y Simapro (Ecoinvent Association, 2024), se realiza el análisis ambiental según los indicadores EI, HE y HC (Figura 1).

Figura 1. Esquema metodológico



Fuente: elaboración propia.

Metodología para el desarrollo de los SP

En la solución propuesta para el cerramiento se utilizan dos tipos de SPs: ladrillón (SP1) para la capa exterior y placa de papel cemento (SP2) para la capa interior, fabricados con RCD de obras cercanas. Se desarrolla un estudio de materiales y mano de obra disponibles en el lugar, recopilando e identificando los RCD y residuos sólidos urbanos (RSU) locales. Se determinan los sistemas constructivos más adecuados para los SPs, seguido de la fabricación utilizando moldes, maquinaria y herramientas apropiadas. Se capacita a la mano de obra local para la fabricación y montaje de los SP según los sistemas diseñados.

Se promueve la transferencia de conocimientos y el empleo local, lo que mejora el aspecto social, fundamental en los principios de la EC.

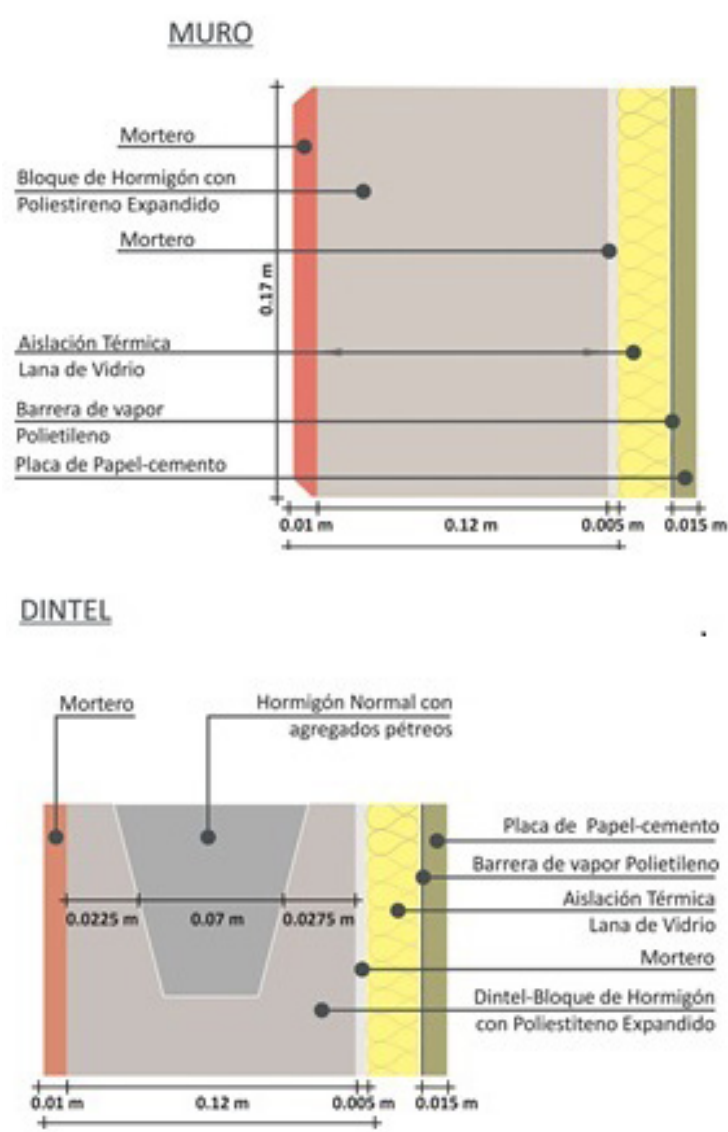
El cerramiento propuesto incluye bloques del sistema ladrillón (SP1), cámara de aire y aislamiento de lana de vidrio, con placas de papel cemento (SP2) en el interior. Estos sistemas se desarrollan en proyectos de UBACyT y FADU

UBA (Yajnes et al., 2017, p. 1047; Plaza et al., 2016, p. 451).

Fabricación de los Subproductos (SP1 y SP2) (bloque y placa)

Los materiales empleados en la fabricación del SP1 incluyen cemento, hormigón con EPS reciclado, cascotes de RCD, arena común, aditivo de colorante ferrite, agua y aditivo plastificante. En el caso del SP2, cemento, papel reciclado, arena común, agua, carbonato cálcico y ferrite. El sistema de cerramiento de ladrillón compacto (SLC) consiste en bloques de hormigón (SP1) (39 × 11 × 19 cm), con alma de 9 cm de EPS reciclado triturado y mezclado con RCD de obras cercanas. El SP1 incluye en ambas caras una capa de mortero de cemento (1:3) de 1 cm de espesor y el color exterior se define mediante aditivos (ferrite). En la cara interior del cerramiento se utiliza una placa de papel cemento de 1,5 cm de espesor (SP2) (Figura 2). En la Tabla 1 se definen los SP1 y SP2, con la especificación de materiales empleados, espesores y densidad. La cantidad de materiales del cerramiento (unidad por m²) se incluye en Tabla 2.

Figura 2. M2: Cerramiento bloque de hormigón EPS (SP1) y placa papel cemento (SP2)



Fuente: Plaza et al. (2016, p. 451).

Tabla 1. Materiales del cerramiento

Elemento	Material	Espesor (cm)	Densidad (kg/m3)
Placa interior (SP2)	Papel cemento	1,5	1.000
Bloque exterior (39×11×19 cm) (SP1)	Capa interior: mortero de cemento	1	2.000
	Alma: hormigón de EPS+ cascote	9	1.000
	Capa exterior: mortero de cemento	1	2.000
Mezcla de asiento (HEPS)	Hormigón: EPS+cascote	10	1.500
Juntas	Mortero de cemento 1:3	1	2.000

Fuente: elaboración propia a partir de datos de Plaza et al. (2016, p. 451).

Tabla 2. Consumo de materiales del cerramiento por unidad de superficie (m²)*

Elementos de cerramiento	Cemento.	Cal común	Arena común	Cascote albañilería (tamaño. 12 mm)	EPS (20 kg/m3)	Aditivo color ferrite	Cola carpintero.	Fibras polipropileno	Papel	Aditivo papel cemento	Agua
	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(l)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(kg)	(l)
Placa papel cemento	7,65	-	2,74	-	-	0,12	-	-	2,05	0,45	10
Bloque:											
Capa interior: mortero de cemento. 1:3	5	-	15	-	-	-	-	-	-	-	3
Alma hormigón EPS+cascote	22,5	-	22,5	22,5	84,38	-	0,9	-	-	-	11,25
Capa exterior: mortero cemento 1:3	5	-	15	-	-	0,5	-	-	-	-	3
Mezcla de asiento de hormigón EPS+cascote	2,56	1,28	7,68	-	6,4	-	0,1024	0,017	-	-	1,28
Toma de juntas de mortero cemento 1:3	0,36	-	1,08	-	-	-	-	-	-	-	0,22

*Consumo de materiales (1 m²)

Fuente: elaboración propia a partir de datos de Plaza et al. (2016, p. 451).

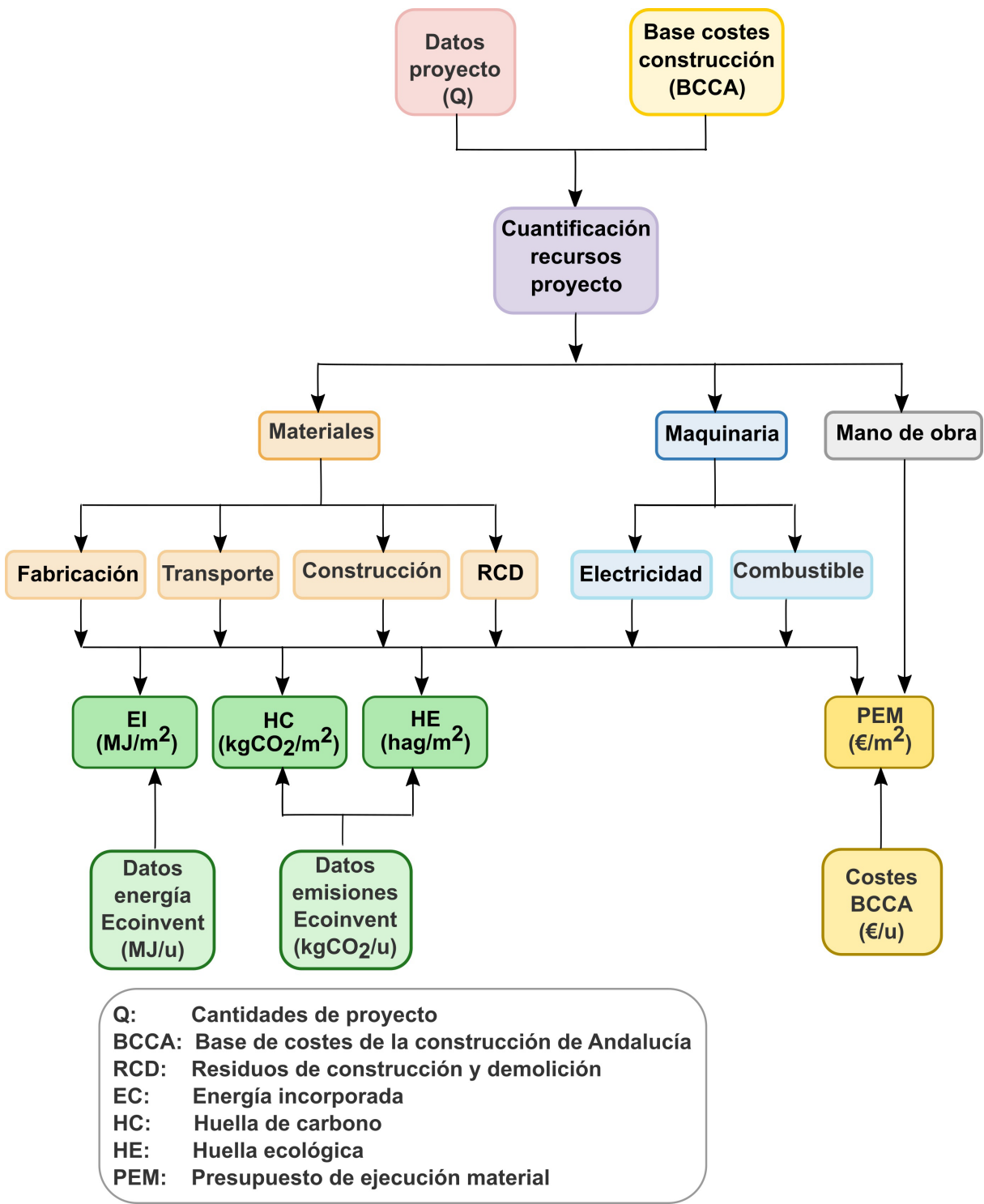
Análisis económico y ambiental

Para evaluar la viabilidad económica y ambiental de un proyecto, se necesita un estudio detallado de los recursos empleados en la obra (materiales, mano de obra y maquinaria) (Figura 3).

Se cuantifican los recursos según el Sistema de Clasificación de Información de Construcción de Andalucía (ACICS) (González-Vallejo et al., 2015a, p. 75; 2015b, p. e111; 2019 p. 621), usado en la Base de Costes de Construcción de Andalucía (BCCA) (Junta de Andalucía, Consejería Fomento y Vivienda, 2016). Este sistema garantiza su empleo en el modelo desarrollado, utilizando una estructura jerárquica que desarrolla precios básicos (PB) incluyendo los recursos

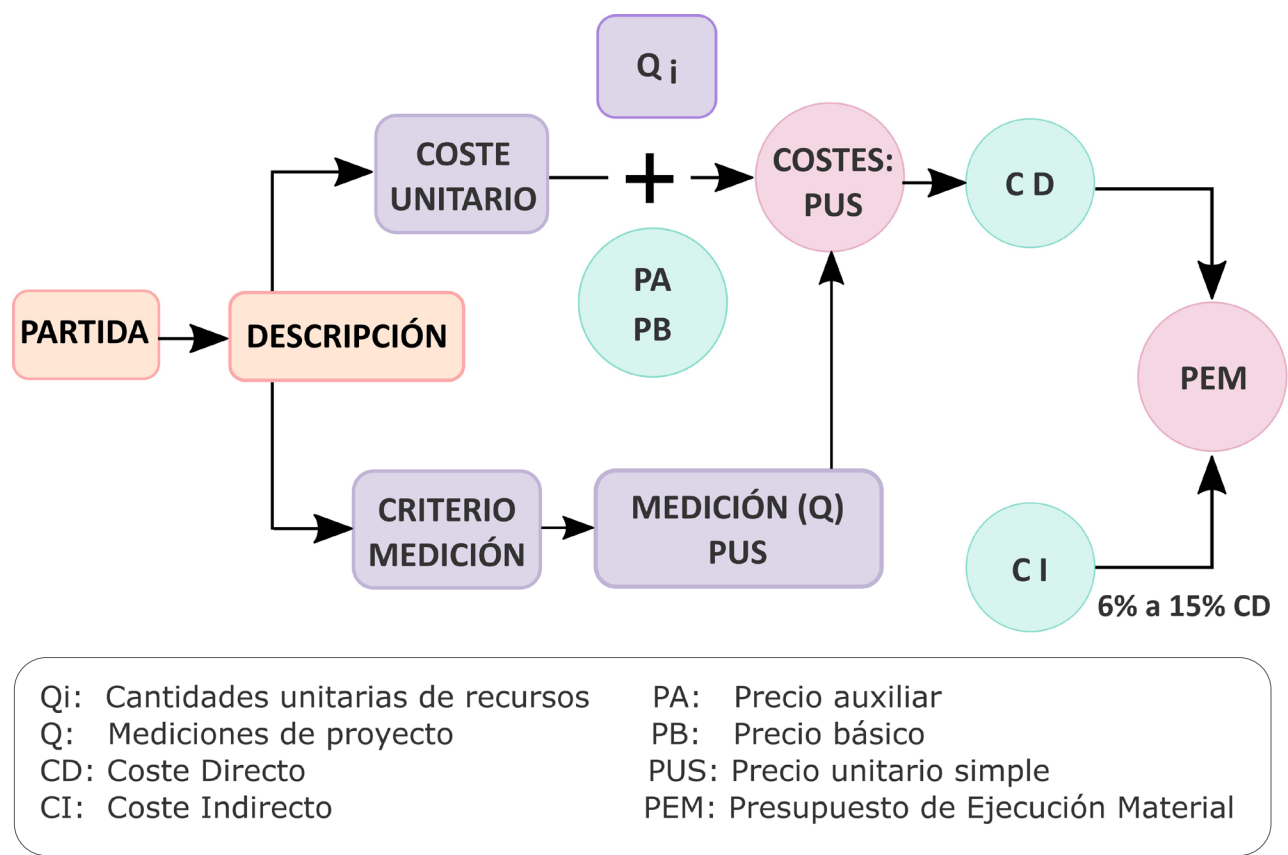
empleados que integran precios auxiliares (PA) y unitarios simples (PUS) (Vázquez-López et al., 2024, p. 1119). Esto conforma el presupuesto económico (Figura 4) y es la base del estudio ambiental. Las cantidades unitarias (Qi) forman los PB, PA y PUS, y las cantidades de proyecto (Q) aplicadas a estos precios generan el presupuesto del proyecto. Los costes directos (CD) del proyecto incluyen lo cuantificado directamente en una partida de obra, y los costes indirectos (CI) incluyen recursos aplicables según las fases, como maquinaria y mano de obra auxiliar, energía y agua. A partir de la evaluación económica, se cuantifican los recursos y RCD necesarios para el análisis ambiental según los indicadores EI, HC y HE (Figura 4).

Figura 3. Metodología de evaluación económica y ambiental según indicadores EC, HC y HE



Fuente: elaboración propia a partir de datos de González-Vallejo et al. (2019, p. 621; 2021).

Figura 4. Modelo de presupuestación



Fuente: elaboración propia.

Desarrollados los precios de los SPs y del sistema constructivo, se evalúa el impacto ambiental en las fases de fabricación y construcción de los cerramientos propuestos (M1 y M2), incluido el transporte, usando los indicadores EI, HC y HE. Se parte del análisis de recursos obtenidos (PUS) en el presupuesto económico, aplicando datos de emisiones de CO₂ y energía consumida de la base de datos Ecoinvent (Ecoinvent Association, 2024). La metodología para la evaluación de HE, HC y EI se ha aplicado con éxito en investigaciones anteriores en cálculo de RCD (Marrero et al., 2017, p. 170; Marrero et al., 2011, p. 162), evaluación de impactos según HC (Muñoz et al., 2012, p. 125) y HE en ACV de edificios (González-Vallejo et al., 2019, p. 621; Marrero y Ramírez, 2010, p. 495; González-Vallejo et al., 2015a, p. 75; 2015b, p. e111; Solís-Guzmán et al., 2013, p. 239). De cada uno de los PUS del presupuesto se obtienen los recursos (mano de obra, maquinaria y materiales) aplicando su costo unitario y datos ambientales de emisiones de CO₂ y energía (MJ), para el análisis económico y ambiental del proyecto (Figura 5).

La metodología de los diferentes indicadores aplicados se resume a continuación:

- EI: evalúa los consumos de energía combustible y eléctrica en los procesos estudiados (Ecoinvent Centre, 2016) (Ecuación 1).
- $EI_i = Q_i \times QEI_i$ [Ecuación 1]

Donde:

El_i: total de la actividad i (MJ); Q_i: cantidad de recursos empleados, y QEI_i: EI de la actividad i (MJ/unidad de ref.)

- HC: se obtienen los datos de emisiones (Ecoinvent Centre, 2016) y la cuantificación de recursos a partir de datos del proyecto y la BCCA (Junta de Andalucía, Consejería Fomento y Vivienda, 2016) (Ecuación 2).

$HC_i = Q_i \times QHC_i$ [Ecuación 2]

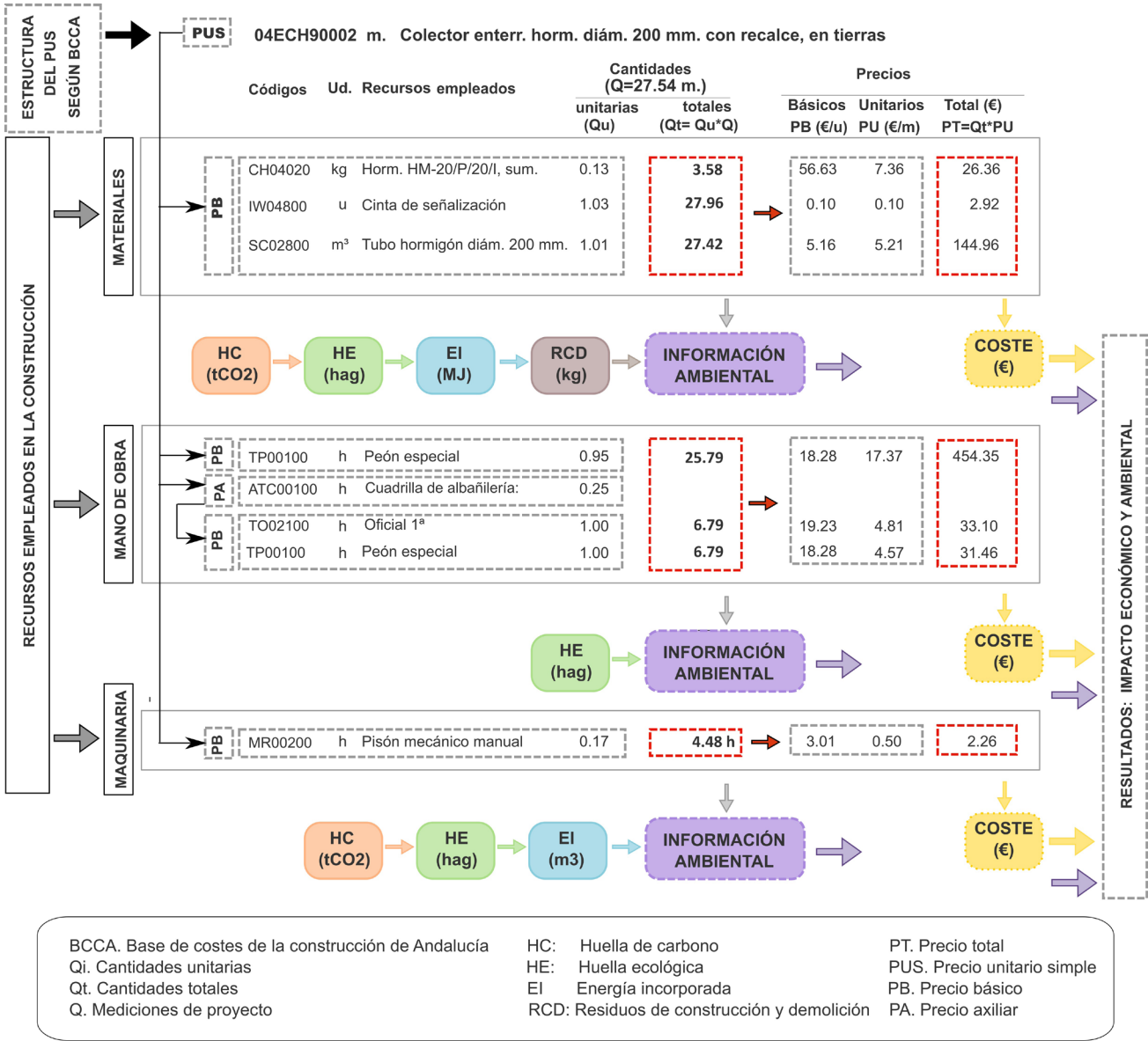
Donde: HC_i: HC total de la actividad i (kg CO₂eq); Q_i: cantidad de recursos empleados, y QHC_i: HC de la actividad i (kg CO₂eq / unidad de ref.)

- HE: la metodología HE aplicada en construcción se basa en investigaciones anteriores (González-Vallejo, et al., 2019, p. 621; González-Vallejo et al., 2015b, p. e111), y se resume en la Figura 4. Los datos iniciales provienen del presupuesto y del proyecto. La HE considera factores como emisión, absorción, productividad y equivalencia. Las huellas parciales y totales se definen mediante elementos intermedios y coeficientes correspondientes, representados por cajas verdes en el segundo nivel (Figura 4): pastos, tierras de cultivo, mar productivo, energía, bosques, tierra construida y HE total. Se utilizan factores de equivalencia actualizados para transformar los resultados en hectáreas globales sobre

hectáreas (hag/ha). Los factores de equivalencia (EQF) son: tierras de cultivo 2,51, pastos 0,46, bosques y tierras de absorción de carbono 1,26, mar productivo 0,37 y tierras construidas 2,51 (World Wildlife Fund [WWF], 2012). En el análisis HE de materiales de construcción se estudia cuantitativamente su emisión de CO₂ y se calcula su huella de energía parcial. El consumo de madera también genera huellas de energía y forestales. El segundo recurso es la mano de obra, que consume alimentos como fuente de energía y genera residuos sólidos municipales (RSU) durante el trabajo. Estos impactos se identifican en el tercer nivel. El tercer recurso es la maquinaria y herramientas utilizadas en construcción, alimentadas por

gasolina o electricidad, que también contribuyen a la huella energética parcial. Para el caso del cerramiento M2 se calculan las EI y emisiones de CO₂ de la fase de fabricación necesarios para evaluar EI, HC y HE. Se calcula para el bloque de hormigón con EPS reciclado y RCD de obra (Tabla 1). Se utiliza una máquina para tamizar el cascote de RCD de 2 caballos de fuerza (hp), con la cual para 1 m² de bloques se emplea un tiempo de 2 minutos, lo cual supone 0,02 MJ/m² y 2,57 E-05 kgCO₂/m². Para picar el EPS reutilizado se emplea una máquina casera de 0,75 hp durante un tiempo de 20 minutos para 1 m² de bloque, consumiendo 0,07 MJ/m² y emitiendo 9,63E-05 kgCO₂/m².

Figura 5. Metodología de modelo indicadores ambientales (HC, HE y EI) y BCCA



Fuente: elaboración propia a partir de González-Vallejo et al. (2021).

Transporte de materiales

Los materiales se organizan por familias, considerando viaje de ida y vuelta. Para la procedencia y distancias de materiales se emplean datos publicados (Tabla 3) (González-Vallejo et al., 2019, p. 621) añadiendo los RCD procedentes de obras cercanas

para los SPs. La evaluación ambiental emplea datos definidos en la Tabla 4 (González-Vallejo et al., 2019, p. 621), según EI (MJ), HC (kgCO₂) y HE (hag), se localizan plantas gestoras, obras de construcción e industrias de dónde obtener los productos a una distancia máxima de 10 km de la obra.

Tabla 3. Procedencia y distancias de materiales en Chile

Importados	Nacionales	
Santiago de Chile	Regionales	Provinciales
	Concepción	Temuco
	Distancia: 700 km	Distancia: 10 km
Asfalto X, cerámica, fibra de vidrio, fibrocemento NT, pintura, plástico ABS, porcelana, poliestireno, polietileno, polipropileno, poliéster, PVC, sellantes	Acero, aluminio, cal, cemento, cobre, escayola y yeso, latón, piedra, vidrio, varios (moqueta)	Áridos, madera, hormigón, EPS reciclado, cascotes de RCD, papel reciclado

Fuente: elaboración propia a partir de González-Vallejo et al., (2019, p. 621; 2021).

Tabla 4. Datos para el cálculo del transporte

Características	Cantidad
Capacidad máxima camión (T)	24
Consumo medio gasoil camión (l/100 km)	26
Factor emisión gasoil (MJ)	3,09
Factor emisión gasoil (CO ₂)	0,0026
Absorción de océanos	0,28
Af: Productividad de área de absorción de carbono, o factor absorción (tCO ₂ /hag)	3,59
Factor equivalencia bosques (hag/ha)	1,26

Fuente: elaboración propia a partir de González-Vallejo et al. (2019, p. 621; 2021).

Estudio de caso

Se elige una vivienda unifamiliar en Temuco, región de La Araucanía, Chile, como parte de un proyecto de mejora energética de viviendas sociales impulsado por el Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile (MINVU) y la Universidad del Bío-Bío (UBB) (MINVU, 2012). Esta región se destaca por sus recursos naturales y el turismo, pero enfrenta altos niveles de pobreza y desigualdad. La vivienda (Figura 6) tiene cimentación de hormigón armado, estructura de madera tanto horizontal (forjados) como vertical y revestimientos interiores de placas de cartón-yeso y fibrocemento, baldosas cerámicas en baños y cocinas y moqueta en habitaciones. Las fachadas este y oeste están

revestidas con material asfáltico, mientras que las norte y sur usan paneles de madera tipo Smart-panel. Se emplea aislamiento con paneles de poliuretano proyectado y lana de vidrio en techos (Muñoz Sanguinetti et al., 2018, p. 276).

Se comparan dos tipos de cerramientos: M1 (Tabla 5), cerramiento original de la vivienda, con estructura de madera, revestimiento exterior de madera tratada y panel ondulado asfáltico; y M2, alternativa propuesta, que emplea revestimiento interior de placa de papel cemento SP2, barrera de vapor, aislante térmico de lana de vidrio, mortero exterior y bloques SP1 con terminación de mortero de color (Plaza et al., 2016, p. 451).

Figura 6. Viviendas sociales (Chile): a) Planta baja; b) Planta primera; c) Cerramiento M1, y d) M1: detalle constructivo



Fuente: CITEC, UBB (2014).

Tabla 5. Datos del cerramiento M1 original de la vivienda

Elementos	N.º	Material	Cantidad	Ud.	RCD		Densidad (kg/m³)
			(u)		Cantidad (kg)	% en proy.	
Estructura cerramiento	1	Entramado de madera	2,56	m³	65,32	4,92	5,00
	2	Panel madera 11 mm	102,24	m²	28,67	2,16	5,00
Revestimientos exteriores	3	Smart panel exterior	36,56	m²	20,51	1,54	700
	4	Placa asfáltica ondulada	76,67	m²	2,38	0,18	1.291,67
Aislamiento	5	Poliest. expandido: dos capas (70+10 mm) 15 kg/m³	13,09	m³	9,81	0,74	15
Revestimiento. interior	6	Placa cartón yeso	102,72	m²	46,22	3,48	900
Totales			-	-	172,91	13,01	-

Fuente: elaboración propia.

RESULTADOS

A continuación, se realizan los análisis económico y ambiental.

Análisis económico

Las Tablas 6 y 7 muestran los PUS de los cerramientos M1 y M2 según los criterios de BCCA,

desglosando los costos en materiales, mano de obra y maquinaria, en el Anexo 2 se pueden consultar todos los PUS empleados. El coste de M1 y M2 es de 140,46 €/m² y 76,51 €/m², respectivamente; M2 es más económico. En las Tablas 8 y 9 se detallan los PUS de los sistemas prefabricados (SPs): bloque (SP1) y placa (SP2).

Tabla 6. Resumen de PUS del M1 (en m²)

Código BBCA	Descripción resumida	Precio (€)
05MTT70100	Estructura tabique de madera pino Flandes 5×7,5 cm	12,92
05MTT70080	Tablero madera machihembrada tratada 11 mm esp.	24,36
09TPP70011	Aislamiento paredes planchas rígidas poliestireno 10 mm	3,26
09TPP70014	Aislamiento paredes planchas rígidas poliestireno 70 mm	16,10
10LMM70002	Revestimiento exterior de paneles de placa ondulada asfáltica	15,36
10LMM70013	Revestimiento exterior tablero fibras madera y resinas, hidrófugo dm 11 mm esp.	53,92
10LWW70002	Revestimiento interior paneles placas yeso laminado 10 mm perfilmadera fijación mecánica.	14,54
Total cerramiento M1		140,46

Fuente: elaboración propia.

Tabla 7. Resumen de PUS del M2 (en m²)

Código BBCA	Descripción resumida	Precio (€)
05MTT70100	Estructura tabique de madera pino Flandes 5×7,5 cm	12,92
05MTT70080	Tablero madera machihembrada tratada 11 mm esp.	24,36
09TPP00110	Aislamiento paredes panel semirrígido fibra de vidrio 50 mm	3,70
06LPC00001	Citara bloque con SP1(hormigón de EPS y cascotes 39×11×19 cm.)	24,58
10LWW70004	Revestimiento con paneles SP2 (placas papel cemento 15 mm. perfilmaderafijaciónmecánica).	10,95
Total cerramiento M2		76,51

Fuente: elaboración propia.

Tabla 8. Precio descompuesto del SP1 de M2 (BCCA)

06LPC00001	m²	Cítara bloque de hormigón de EPS Y cascotes 39×11×19 cm			
Cítara de bloque de hormigón de EPS y cascotes de obra de 39×11×19 cm, para revestir, recibido con mortero de cemento M5 (1:6), con plastificante; construida según normativa					
Medido deduciendo huecos					
Código	Ud.	Concepto	Cant.	Precio	Importe (€)
TO00100	h	Oficial 1ª albañilería	0,57	19,23	10,38
TP00100	h	Peón especial	0,24	18,28	4,94
AGM00200	m³	Mortero de cem. M15 (1:3) cem ii/a-l 32,5 n	0,001	67,45	0,07
AGM70800	m³	Mezcla heps: hormigón EPS+cascote RCD	0,008	125,30	0,06
FL71300	u	Bloque de hormigón de EPS y cascotes 39×11×19 cm.	12,5	0,654	8,18
Costes directos					24,58

Fuente: elaboración propia.

Tabla 9. Precio descompuesto del SP2 del M2 (BCCA)

10LWW70004	m²	Revestimiento paneles placas papel-cemento			
Revestimiento con placas de papel-cemento de 15 mm esp., para trasdosado de muros colocado sobre perfilera de madera con fijaciones mecánicas, incluso replanteo, limpieza, nivelación, aplomado, ejecución de ángulos, pasos de instalaciones y repaso de juntas; construido según especificaciones del fabricante.					
Medido a cinta corrida					
Código	Ud.	Concepto	Cantidad	Precio (€)	Importe (€)
ATC00100	h	Cuadrilla albañilería, formado por oficial 1ª y peón especial	0,15	37,51	5,63
FP71100	m²	Placa de papel-cemento de 15 mm	1,05	1,06	1,11
WW00300	u	Material complementario o piezas especiales	7,22	0,55	3,97
WW00400	u	Pequeño material	1		0,3
Costes directos					11,01

Fuente: elaboración propia.

Análisis ambiental

Se evalúan varios niveles: primero, los materiales del proyecto completo para M1 y M2; segundo, el análisis específico de ambos cerramientos; tercero, el cálculo de los nuevos SPs, y, finalmente, el transporte.

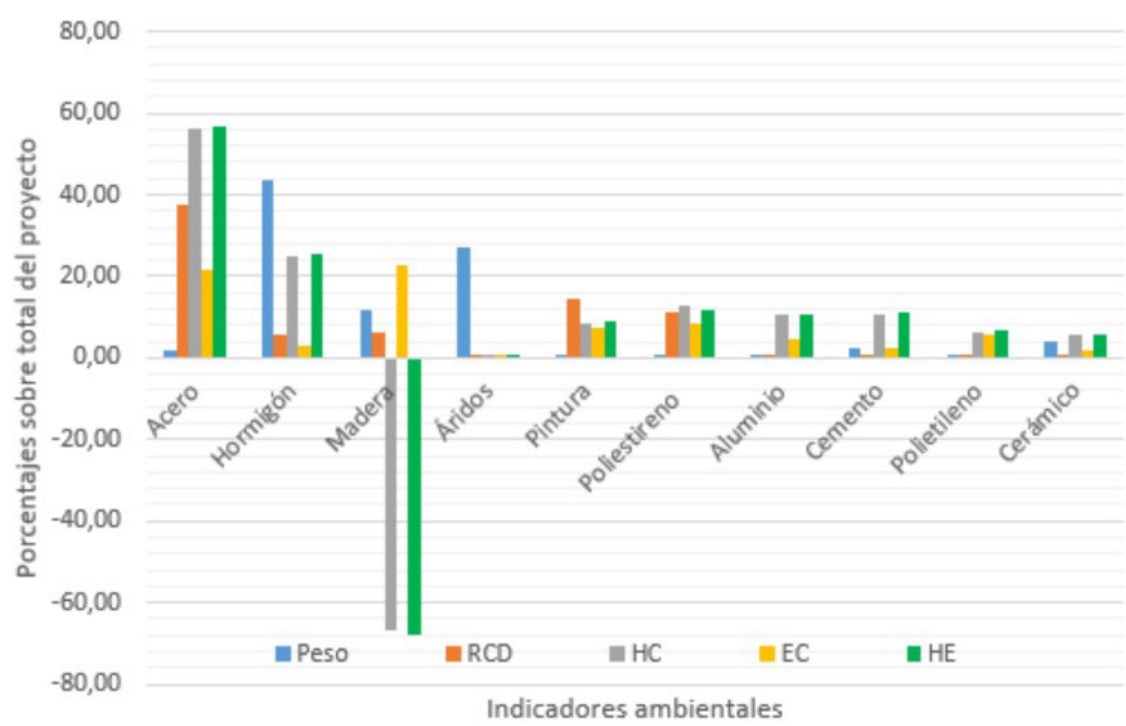
Materiales del proyecto para M1 y M2

En la solución original de vivienda (M1), los materiales principales representan el 83%, incluyen hormigón, áridos y madera (Figura 7). El hormigón y el acero, especialmente en la cimentación, son los mayores contribuyentes

a las emisiones de carbono (HC) y energía (HE), mientras que la madera se contabiliza con emisiones de CO₂ negativas en HC y HE debido a su capacidad de captura de carbono. Los RCD provienen principalmente del acero, pinturas y poliestireno del aislamiento. En M2 (Figura 8), los materiales más pesados son áridos, hormigón y cemento, utilizados en la fabricación de los SPs. El impacto ambiental lo producen principal-

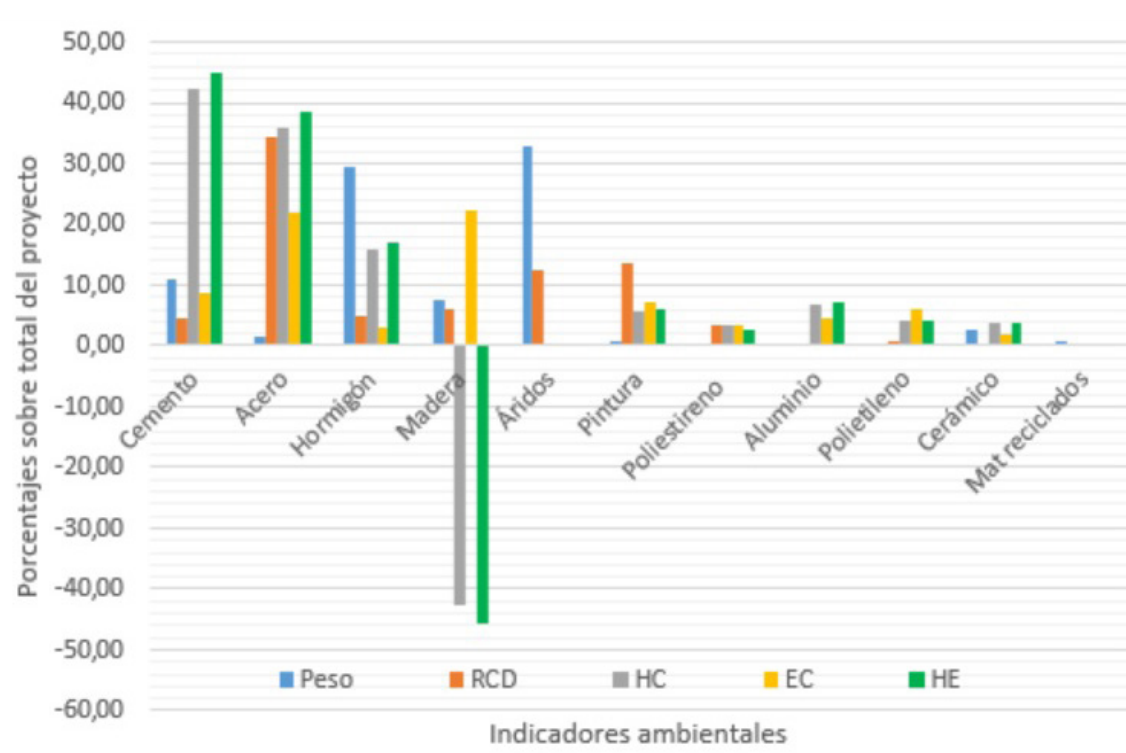
mente, el cemento, acero y hormigón. En este caso, el impacto se reduce al sustituir el revestimiento interior por SP2. La gestión de RCD mejora notablemente con un enfoque en el reciclaje de acero, áridos y pinturas (envases). La reutilización de RCD en la producción de los SPs es una ventaja destacada, subrayando el uso de materiales reciclados sin impactos adicionales, beneficio fundamental en los SPs propuestos.

Figura 7. Materiales de mayor peso e impacto de la vivienda



Fuente: elaboración propia.

Figura 8. Materiales de mayor peso e impacto de la vivienda



Fuente: elaboración propia.

Análisis específico de M1 y M2

Para los cerramientos M1 y M2 se analiza el peso de materiales (kg), EI, HC y HE, así como RCD generados. En M1 (Tabla 10), el peso total del cerramiento es 10,38% del proyecto, con estructura de madera y placas de revestimiento interior, que representan el 3,73% y el 2,61%, respectivamente. Los RCD alcanzan el 13,01%. En EI, el cerramiento es 26,66%, destacando el entramado de madera y aislamiento con 7,95% y 7,74%, respectivamente. La madera muestra valores negativos en HC (-23,55%) debido a su capacidad de absorber

CO₂. El aislamiento es responsable del 11,34% en HC. La HE es el 54,61%, y la estructura y panel de madera son los de mayor impacto con 15,98% y 14,72%, respectivamente, seguidos del revestimiento exterior asfáltico con 11,76%. La madera en HE penaliza el talado de bosques que son captadores de CO₂. En M2 (Tabla 11), el cerramiento pesa 18,94%, con EI reducido a 15,27%. La HC es ligeramente superior debido al uso de madera en M1. La HE representa el 50,07%, y son la estructura de madera y SP1 (13,75%) los mayores valores. Los RCD de los SP son nulos, reduciendo la generación total al 6,16%.

Tabla 10. Datos ambientales del M1

Elemento	Material	Peso		EI		HC		HE		RCD	
		Unitario	%	Unitario	%	Unitario	%	Unitario	%	Unitario	%
		kg/m²		MJ/m2		KgCO ₂ /m²		hag/m²		kg/m²	
Estructura cerramiento	Entramado madera	25,12	3,73	452,70	7,95	-30,82	-23,55	0,03	15,98	1,26	4,92
	Panel madera 11 mm	11,03	1,64	198,70	3,49	-13,53	-10,34	0,03	14,72	0,55	2,16
Revestimiento exterior	Smart panel exterior	0,77	1,16	69,35	1,22	-0,76	-0,58	0,01	5,94	0,39	1,54
	Chapa asfáltica ondulada	4,57	0,68	249,56	4,38	2,22	1,70	0,00	1,76	0,05	0,18
Aislamiento	Poliestireno expandido, dos capas (10+70 mm) 15 kg/m³	3,77	0,56	440,51	7,74	14,84	11,34	0,00	11,59	0,19	0,74
	Placa cartón yeso	17,78	2,61	107,56	1,89	5,96	4,55	0,00	4,62	0,89	3,48
Totales		63,04	10,38	1.518,39	26,66	-22,10	-16,88	0,07	54,61	3,33	13,01

Fuente: elaboración propia.

Tabla 11. Datos ambientales del M2

Elemento	Material	Peso		EI		HC		HE		RCD	
		Unitario	kg/m²	Unit.	MJ/m²	Unitario	KgCO₂/m²	Unitario	hag/m²	Unitario	%
Estructura cerramiento	Entramado de madera	25,12	2,52	452,70	7,58	-30,82	-15,23	0,03	16,44	1,26	0,28
	Panel madera 11 mm	11,03	1,11	198,70	3,33	-13,53	-6,68	0,03	17,31	0,55	1,88
Cítara y acabado exterior	SP1: bloque revestido	127,84	12,84	162,39	2,72	25,86	12,77	0,02	13,75	0,00	0,00
	Panel semirrígido lana vidrio 50 mm	1,49	0,15	68,90	1,15	3,59	1,77	0,001	0,63	0,001	0,003
Revestimiento interior	SP2: Placa	23,01	2,31	28,93	0,48	5,91	2,92	0,003	1,94	0,00	0,00
Totales		188,49	18,94	911,62	15,27	-8,99	-4,44	0,08	50,07	1,81	6,16

Fuente: elaboración propia.

Cálculo de los nuevos subproductos (SPs) elaborados

Los materiales para SP1 y SP2 se determinan mediante ensayos en UBACyT desde 2012. La Tabla 12 especifica los materiales del SP1: arena (41%), cemento (25%) y RCD (18%). El cemento aporta el 74% de EC y el 94% de HC. La cola contribuye con menos del 1% del peso y del 23% de la EC. RCD, arena y EPS no tienen EI ni HC por su reciclaje.

En la Tabla 13, SP2 usa papel reciclado de empaques locales (43% agua, 33% cemento, 12% arena, 9% papel). El cemento representa el 98% de EI y HC. El papel reciclado no aporta EI ni HC. Como el cemento tiene alto impacto, se busca reemplazarlo con opciones más sostenibles (Universidad Politécnica de Cartagena [UPC], 2022; Fernández, 2021). Las fibras recicladas en estos paneles reducen la huella ambiental (Mercader-Moyano et al, 2017a; 2017b; Merli et al., 2019).

Tabla 12. Materiales para fabricación SP1

Materiales	Peso		EI		HC		HE	
	kg/m²	%	MJ/m²	%	KgCO ₂ /m²	%	hag/m²	%
EPS (20 kg/m³)	1,69	1	0,067	0	9,63E-05	0	0	0
Arena común	52,50	41	3,15	2	-	0	1,54E-04	1
Cemento	32,50	25	121,88	75	24,70	95	2,04E-02	94
Cascote tamizado a 12 mm	22,50	18	0,02	0	2,57E-05	0	0	0
Agua	17,25	13	0,10	0	0,00	0	0	0
Ferrite pigmento color	0,50	0	0,003	0	0,01	0	4,67E-04	2
Cola carpintero	0,90	1	37,17	23	1,15	4	7,04E-04	3
Total	127,84	100	162,39	100	25,86	100	0,022	100

Fuente: elaboración propia.

Tabla 13. Materiales para fabricación de placa papel cemento SP2

Materiales	Peso		EI		HC		HE	
	kg/m²	%	MJ/m²	%	KgCO ₂ /m²	%	hag/m²	%
Agua (litros)	10	43	0,06	0,21	-	-	-	-
Cemento	7,65	33	28,69	99,18	5,81	98	3,05E-03	6,36
Arena común	2,74	12	0,16	0,57	-	-	3,64E-06	0,01
Papel reciclado	2,05	9	0,00	0,00	-	-	0	1,00
Aditivo	0,45	2	0,01	0,04	0,001	0	4,70E-07	0,00
Ferrite pigmento color	0,12	1	0,00	0,00	0,09	2	1,63E-06	3,44
Total	23,01	100	28,93	100	5,91	100	0,0031	10,80

Fuente: elaboración propia.

Transporte de materiales

Se evaluó el transporte de materiales para 17 viviendas, calculando su impacto por vivienda y proporción en el proyecto total (Tabla 14). En M1, con 69,84 kg/m² y representando el 63 % del cerramiento, el transporte genera 221,78 MJ/m² de EI, 0,19 kgCO₂/m² de HC y 4,72 E-04 hag/m² de HE, mayormente con materiales importados. En M2, con 209,51 kg/m² y el 53,28 % del cerramiento. Los SP1 y SP2 fabri-

cados con RCD de obras cercanas reducen el impacto: 196,44 MJ/m² de EI, 0,19 kgCO₂/m² de HC y 0,02 hag/m² de HE. El transporte de materiales para M2 tiene menor impacto en comparación con M1 debido al uso de materiales reciclados locales en la fabricación de los SP, involucrando así a una mayor diversidad de sectores. Esto contribuye a beneficios sociales, como la generación de empleo local y el uso de materiales autóctonos, lo cual destaca las ventajas de los SPs.

Tabla 14. Familias de materiales del M1 y M2

Materiales	Distancia a fábrica o polvero (km)			EI		HC		HE	
				MJ/m²		KgCO ₂ /m²		hag/m²	
		M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2
Madera	10			3,04	0,87	2,56E-03	7,36E-04	6,46E-06	1,86E-06
Escayolas, yesos	300	-	-	67,24	-	0,06	-	1,43E-04	-

Materiales	Distancia a fábrica o polvero (km)			EI		HC		HE	
		MJ/m²		KgCO ₂ /m²		hag/m²			
		M1	M2	M1	M2	M1	M2	M1	M2
Asfalto	700	-		76,4	-	0,06	-	1,62E-04	-
Pintura	700			0,39	18,6	3,27E-04	1,57E-02	8,26E-07	3,96E-05
Poliestireno	700	-		74,72	-	0,06	-	1,59E-04	-
Áridos	-	10		-	0,1	-	8,27E-05	-	2,09E-07
Cascotes	-	10		-	1,82	-	1,53E-03	-	3,86E-06
EPS	-	10		-	1,82	-	1,53E-03	-	3,86E-06
Papel	-	10		-	18,18	-	1,53E-02	-	3,86E-05
Cal	-	300		-	54,53	-	4,59E-02	-	1,16E-04
Cemento	-	300		-	45,25	-	3,81E-02	-	9,62E-05
Sellantes	-	00		-	55,28	-	4,65E-02	-	1,18E-04
Total				221,78	196,44	0,19	0,17	4,72E-04	4,18E-04

Fuente: elaboración propia.

DISCUSIÓN

Análisis económico

El análisis comparativo de los revestimientos interior y exterior en los sistemas de cerramiento M1 y M2 revela que aunque el M2 presenta un ligero aumento en los costes de mano de obra este se ve compensado por una reducción significativa en los costes de materiales, lo que produce un ahorro global considerable.

En un análisis pormenorizado, M1 utiliza 13,12 kg/m² de materiales, lo que representa el 10,38 % del coste total del proyecto, con un coste de 94 €/m². En comparación, M2 emplea 150,85 kg/m², alcanzando el 18,94 % del coste total, pero con un coste de 35 €/m², lo que supone un ahorro del 62,7%. En cuanto a la mano de obra, M1 requiere 0,54 h/m², lo que se traduce en un coste de 19,16 €/m². M2, por otro lado, demanda 0,96 h/m², con un coste de 21,15 €/m², lo que representa un incremento del 10,4%. Sin embargo, este aumento en la mano de obra se ve compensado por la considerable reducción en los costes de materiales.

En términos globales, el cerramiento M2 presenta un coste total de 76,51 €/m², lo que lo hace un 45,5% más económico que el M1, cuyo coste es de 140,46 €/m². Este ahorro se debe principalmente al uso de subproductos reciclados (SP1 y SP2), que optimizan el aprovechamiento de materiales y reducen la dependencia de recursos convencionales. Además, M2 requiere menos maquinaria en la fabricación de SP2, lo que contribuye a su eficiencia económica.

En resumen, M2 se posiciona como una opción no solo más económica, sino también más sostenible, que promueve el uso de materiales reciclados y fomenta la EC en la construcción.

Análisis ambiental

El análisis ambiental revela diferencias significativas entre ambos sistemas de cerramiento. En M1 el hormigón y el acero son los mayores contribuyentes a las emisiones de carbono (HC) y energía (HE), mientras que la madera muestra valores negativos en HC y HE debido a su capacidad de absorción de carbono. En M2 el impacto ambiental se reduce al sustituir materiales tradicionales con SPs reciclados como áridos y cemento, lo que optimiza la gestión de RCD. Esta estrategia no solo disminuye las emisiones asociadas a la extracción y procesamiento de materiales vírgenes, sino que también promueve un modelo de construcción más sostenible y alineado con los principios de la EC.

Análisis específico de cerramientos M1 y M2

El análisis específico muestra que M2 presenta un menor impacto ambiental en comparación con M1. Si bien el peso total del cerramiento M2 es un 18,94 %, superior al 10,38 % de M1, su emisión de carbono (EI) se reduce al 15,27% y la generación de RCD desciende al 6,16 %, mejorando su

desempeño ambiental. Además, M2 presenta una mayor capacidad de reutilización de materiales y un menor consumo de energía (HE), lo que refuerza su viabilidad como alternativa más sostenible.

Cálculo de los nuevos Subproductos (SP1 y SP2)

La fabricación de los SP utiliza materiales reciclados, lo cual reduce considerablemente los impactos de EI y HC. Aunque el cemento en ambos SPs representa una gran parte de los impactos, la búsqueda de alternativas más sostenibles, como la sustitución de cemento por geopolímeros empleando desechos industriales y urbanos que necesitan menos energía en su producción, contribuyen con su valorización al desarrollo de la EC (Fernández, 2021).

Transporte de materiales

El transporte en M1 genera mayor impacto debido al uso de materiales importados frente a M2 que reduce estos impactos gracias al uso de materiales reciclados locales; esto beneficia a la comunidad, pues promueve el empleo local y fomenta el uso de materiales autóctonos, lo cual favorece una economía sostenible.

Comparativa con otras investigaciones

La comparación con estudios previos confirma que los cerramientos M2 presentan una reducción significativa del impacto ambiental. Según Zhangguen Guo et al. (2018, p. 136), los bloques de hormigón convencionales emiten 3,24E2 kgCO₂/kg, mientras que los fabricados con material reciclado emiten 3,07E2 kgCO₂/kg, comparado con SP1 que emite 141 kgCO₂/m², lo

que supone una reducción en SP1 de emisiones en un 43% y 46%, respectivamente.

De acuerdo con Moussavi Nadoushani et al. (2017, p. 67), una fachada de bloques de hormigón convencionales en las fases de fabricación, construcción y transporte, tienen unas emisiones de 0,24 kgCO₂/kg, en comparación con el cerramiento M2 que registra 0,101 kgCO₂/kg en las mismas fases, lo que muestra una mejora del impacto ambiental del 42%.

Por su parte, Galán et al. (2018, p. 1020) analizaron distintos tipos de cerramientos, incluyendo una de bloques de hormigón (CBF) y otra de materiales orgánicos (SSPF). CBF muestra 1.036 MJ/m² de EI y 79 kgCO₂/m² de HC, mientras SSPF presenta 683 MJ/m² de EI y 42 kgCO₂/m² de HC. El cerramiento M2 alcanza 911,62 MJ/m² de EI y -8,99 kgCO₂/m² de HC. Aunque SSPF muestra un EI más bajo por el uso de materiales orgánicos, M2 es más sostenible gracias a la madera y materiales reciclados, considerando las emisiones negativas de la madera para la HC.

Desde una perspectiva económica, el cerramiento M2 cuesta 76,51 €/m², competitivo frente a los 75,53 €/m² de CBF y 52,43 €/m² de SSPF. Actualizados según IPC 2024, estos costes serían 90,03 €/m² y 62,55 €/m², respectivamente, con una variación del 19,3%, según el Instituto Nacional de Estadística de España (INE, 2024).

En conclusión, este estudio demuestra la viabilidad ambiental y económica de los cerramientos M2 frente a soluciones tradicionales y alternativas recientes, resaltando el uso de materiales reciclados y de baja HC como estrategia clave para la reducción del impacto ambiental en la construcción.

CONCLUSIONES

El presente estudio confirma la viabilidad económica y ambiental del cerramiento M2 en comparación con M1, demostrando una reducción significativa de costes debido al uso de subproductos reciclados y una menor dependencia de maquinaria. Desde una perspectiva económica, el menor coste unitario de los materiales reciclados permite optimizar el presupuesto de construcción, aunque el aumento de mano de obra puede influir en la rentabilidad dependiendo de las condiciones del mercado laboral. Ambientalmente, el M2 presenta un impacto reducido en términos de HE, EI y generación de RCD, al reutilizar materiales reciclados. La fabricación de SPs también contribuye a la reducción de impactos ambientales, presentando una oportunidad para explorar alternativas sostenibles a través de su optimización.

Comparado con otros cerramientos elaborados con materiales ecológicos, el M2 también presenta ventajas económicas y ambientales,

al tiempo que cumple con normativas internacionales como el Acuerdo de París. Además, fomenta la economía circular mediante la generación del empleo local y la revalorización de residuos, consolidándose como una alternativa competitiva y sostenible. Su coste competitivo y sostenible lo posiciona como una opción rentable a largo plazo, especialmente en el contexto de la construcción sostenible y la reducción de la dependencia de materiales convencionales.

El uso de subproductos aporta beneficios económicos y ambientales, fomentando prácticas constructivas responsables, especialmente en vivienda social. Profundizar en la comparativa económica y ambiental es clave para evaluar con precisión los compromisos y ventajas de adoptar materiales reciclados. Además, es esencial analizar la relación coste-beneficio durante el ciclo de vida del edificio, considerando durabilidad, mantenimiento y eficiencia energética para validar su uso en la construcción. El análisis

del ciclo de vida del uso de subproductos y materiales reciclados representa una oportunidad para futuras investigaciones y mejoras en la sostenibilidad del sector.

En conclusión, los cerramientos M2 ofrecen una solución económicamente viable y ambientalmente responsable, fomentando prácticas constructivas responsables, especialmente en

vivienda social. Para fortalecer su análisis, se recomienda evaluar el impacto energético en la edificación y el ciclo de vida completo de los materiales empleados. Finalmente, en línea con las directrices de la Comisión Europea para 2030, se sugiere promover nuevas tecnologías en la gestión de residuos y fomentar la expansión de mercados para el desarrollo de subproductos más sostenibles.

CONTRIBUCIONES Y AGRADECIMIENTOS

Este artículo deriva de una investigación llevada a cabo en la Universidad de Buenos Aires, Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Centro Experimental de la Producción, en el marco de los proyectos UBACyT 2020-2024, 20020190100089BA, sus antecedentes 2014-2017 y 2018, así como los Proyectos UBA FADU SI PIA insertos. Este proyecto fue financiado por la Universidad de Buenos Aires, Secretaría de Ciencia y Técnica. Agradecemos a la Universidad de Buenos Aires, en especial al director del Centro CEP, Carlos Hugo Levinton, por su apoyo y asistencia en este estudio.

Este trabajo de investigación se desarrolló en la Universidad del Bío-Bío, Concepción, Chile, en el marco de trabajo colaborativo con el Grupo de Investigación Diseño y Procesos para la Construcción Sustentable (DYPCS), Código 2110375GI/EF, y financiado por el Proyecto ECOIECO Red CYTED CÓDIGO P321RT0061.

Contribución de los autores:

Marta Edith Yajnes y Susana Inés Caruso: Datos experimentales y metodología de elaboración de los subproductos. Estado de la cuestión, introducción y metodología de los subproductos y conclusiones.

Claudia Muñoz Sanguinetti: Estado de la cuestión, datos de estudio del caso de estudio de Chile. Discusión de resultados y conclusiones. Revisión final.

Patricia González Vallejo: Análisis de datos aportados por las otras autoras y evaluación económica y ambiental. Redacción general del artículo. Resumen, estado de la cuestión, introducción y metodología del análisis económico y ambiental; aplicación al caso de estudio, resultados, discusión de resultados y conclusiones.

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

REFERENCIAS

Barbhuiya, S., y Das, B. B. (2023). Life cycle assessment of construction materials: Methodologies, applications and future directions for sustainable decision-making. *Case Studies in Construction Materials*, 19, e02326. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214509523005065>

Comisión Europea. (2019). *Toma de medidas sobre el impacto total del sector de la construcción*. Comisión Europea.

Comisión Europea. (2020). *Cerrar el círculo: un plan de acción de la UE para la economía circular*. Bruselas. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/DOC/?uri=CELEX:52020DC0098>

Centro de Investigación en Tecnologías de la Construcción (CITEC UBB). (2014). *Manual de hermeticidad al aire de edificaciones*. Universidad del Bío-Bío. https://construccionsustentable.uc.cl/images/Documentos/Manual_de_hermeticidad_al_aire_de_edificaciones.pdf

Ecoinvent Association (2024). *Database v3*. <https://ecoinvent.org/database/>

Fernandez Castro, J. (2015). El proyecto inclusivo villa 21-24 (Re)Urb. Barrio 21 24 Padre Sierra / Buenos Aires. *Revista Habitat Inclusivo*, 2. <https://www.buenastareas.com/ensayos/El-Proyecto-Inclusivo-En-La-Villa/71366713.html>

Fernández, M. (2021). *Hormigón sin cemento para reducir la huella de carbono*. <https://lc.cx/Us2sX8>

Fuchigami, Y., Kojiro, K., y Furuta, Y. (2020). Quantification of greenhouse gas emissions from wood-plastic recycled composite (WPRC) and verification of the effect of reducing emissions through multiple recycling. *Sustainability*, 12(6), 2449. <https://doi.org/10.3390/su12062449>

- Gaggino, R. (2006). Light and insulant plates for housing external closure. *Construction and Building Materials*, 20(10), 917-928. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2005.06.018>
- Galán-Marín, C., Martínez-Rocamora, A., y Solís-Guzmán, J. (2018). Paneles de tierra estabilizados naturales versus sistemas de fachadas convencionales. Evaluación de impacto económico y ambiental. *Sustainability*, 10(4), 1020. <https://doi.org/10.3390/su10041020>
- Garín Contreras, A., Salvo Garrido, S., y Bravo Araneda, G. (2009). Segregación residencial y políticas de vivienda en Temuco: 1992-2002. *Revista de Geografía Norte Grande*, (44), 113-128. <http://dx.doi.org/10.4067/s0718-34022009000300006>
- Geissdoerfer, M., Savaget, P., Bocken, N., y Hultink, E. J. (2017). *The Circular Economy. A new sustainability paradigm? Journal of Cleaner Production*, 143, 757-768. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.12.048>
- Gilani, G., Blanco, A., y De la Fuente, A. (2017). A new sustainability assessment approach based on stakeholder's satisfaction for building façades. *Energy Procedia*, 114, 50-58. <https://doi.org/10.1016/j.egypro.2017.05.006>
- González-Vallejo, P. (2018). Herramienta para la estimación de costes económicos ambientales en el ciclo de vida de edificios residenciales. Fase de construcción. *Hábitat Sustentable*, 8(2), 32-51. <https://doi.org/10.22320/07190700.2018.08.02.03>
- González-Vallejo, P., Alba Rodríguez, D., Rivero Camacho, C., y Solís-Guzmán, J. (2021). *Certificación de sostenibilidad en viviendas con la herramienta CEACE: Certificado Ecológico Andaluz para Construcción de Edificios. Según indicadores ambientales HC, HE e HH*. I Congreso de Innovación y Sostenibilidad en la Vivienda Social, ISViS 2021.
- González-Vallejo, P., Marrero, M., y Solís-Guzmán, J. (2015 a). The ecological footprint of dwelling construction in Spain. *Ecological Indicators*, 52, 75-84. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2014.11.016>
- González-Vallejo, P., Muñoz-Sanguinetti, C., y Marrero, M. (2019). Environmental and economic assessment of dwelling construction in Spain and Chile. A comparative analysis of two representative case studies. *Journal of Cleaner Production*, 208, 621-635. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.10.063>
- González-Vallejo, P., Solís-Guzmán, J., Llácer, R., y Marrero, M., (2015b). The construction of residential buildings in Spain in the period 2007-2010 and its impact according to the Ecological Footprint indicator. *Informes de la Construcción* 67, e111. <https://doi.org/10.3989/ic.14.017>
- Hernández-Zamora, M. F., Jiménez-Martínez, S., y Sánchez-Monge, J. I. (2021). Materiales alternativos como oportunidad de reducción de impactos ambientales en sector construcción. *Revista Tecnología en Marcha*, 34(2). <http://dx.doi.org/10.18845/tm.v34i2.4831>
- Instituto Nacional de Estadística de España (INE). (s. d.). <https://www.ine.es/>
- Jang, H.-J., Wang, S.-J., Tae, S.-H., y Zheng, P.-F. (2024). Establishment of an Environmental Impact Factor Database for Building Materials to Support Building Life Cycle Assessments in China. *Buildings*, 14(1), 228. <https://doi.org/10.3390/buildings14010228>
- Jefatura del Estado de España. (2017). *Ley 9/2017, de 8 de noviembre, de Contratos del Sector Público*. <https://www.boe.es/eli/es/l/2017/11/08/9/con>
- Junta de Andalucía, Consejería Fomento y Vivienda. (2016). *Base de costes de la Construcción de Andalucía (BCCA) 201*. <https://www.juntadeandalucia.es/organismos/fomentoarticulaciondelterritorioyvivienda/areas/vivienda-rehabilitacion/planes-instrumentos/paginas/vivienda-bcca.html>
- Maalouf, C., Ingrao, C., Scrucca, F., Moussa, T., Bourdot, A., Tricase, C., Presciutti, A., y Asdrubali, F. (2018). An energy and carbon footprint assessment upon the usage of hemp-lime concrete and recycled-PET façades for office facilities in France and Italy. *Journal of Cleaner Production*, 170(1), 1640-1653. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.10.111>
- Marrero Meléndez, M., y Ramírez de Arellano Agudo, A. (2010). The Building Cost System in Andalusia: Application to construction and demolition waste management. *Construction Management and Economics*, 28, 495-507. <http://dx.doi.org/10.1080/01446191003735500>

- Marrero, M., Puerto, M., Rivero Camacho, C., Freire Guerrero, A., y Solís-Guzmán, J. (2017). Assessing the economic impact and ecological footprint of construction and demolition waste during the urbanization of rural land. *Resources, Conservation and Recycling*, 117, 160-174. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2016.10.020>
- Marrero, M., Solís-Guzmán, J., Molero Alonso, B., Osuna Rodríguez, M., y Ramírez de Arellano Agudo, A. (2011). Demolition waste management in Spanish legislation. *The Open Construction and Building Technology Journal*, 5, 162-173. <https://doi.org/10.2174/1874836801105010162>
- Mercader-Moyano, P., Yajnes, M. E., y Caruso, S. I. (2017a). Experimental characterisation of a cement-based compound with recycled aggregates and EPS from rehabilitation work. *Revista de la Construcción (versión online)*, 15, 97-106. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-915X2016000300010>
- Mercader-Moyano, P., Requena García-de-la-Cruz, M. V., y Yajnes, M. E. (2017b). Development of new eco-efficient cement-based construction materials and recycled fine aggregates and EPS from CDW. *The Open Construction and Building Technology Journal*, 11, 381-394. <https://doi.org/10.2174/1874836801711010381>
- Merli, R., Preziosi, M., Acampora, A., Lucchetti, M. C., y Petrucci, E. (2019). Recycled fibers in reinforced concrete: A systematic literature review. *Journal of Cleaner Production*, 248, 119207. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119207>
- Ministerio de Vivienda y Urbanismo de Chile (MINVU), Corfo Chile, CChC. (2012). *Programa de Innovación de Construcción Sustentable (PICS)*. https://mma.gob.cl/wp-content/uploads/2014/10/2_Estrategia-Construccion-Sustentable.pdf
- Muñoz Sanguinetti, C., González Vallejo, P., Cereceda, G., y Marrero Meléndez, M. (2018). Sustentabilidad, resiliencia y cambio climático. Implicancia energética y medioambiental de la EI y HC en el CV de viviendas mejoradas energéticamente en Chile. En *Intersecciones* (pp. 276-287). Escuela Arquitectura Pontificia Universidad Católica de Chile, ARQ (UC). https://www.cedeus.cl/wp-content/uploads/2020/12/LIBRO-INTERSECCIONES-2018_.pdf
- Muñoz, C., Zaror, C., Saelzer, G., y Cuchí, A. (2012). Estudio del flujo energético en el ciclo de vida de una vivienda y su implicancia en las emisiones de gases de efecto invernadero, fase de construcción. Caso Estudio : Vivienda Tipología Social. Región del Biobío, Chile. *Revista de la Construcción*, 11, 125-145. <https://doi.org/10.4067/S0718-915X2012000300011>
- Plaza, J., González, M., Yajnes, M. E., y Caruso, S. (2016). Análisis de resistencias térmicas de muros exteriores en cinco locales, empleo de producción en base a hormigones que incorporan residuos. En: *I Encuentro Nacional sobre Ciudad, Arquitectura y Construcción Sustentable* (pp. 451-462). <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/59462>
- Rival, J. M., y Salvia, A. (2016). *Estudio diagnóstico sobre las condiciones de vida, consumos problemáticos y seguridad ciudadana de jóvenes en villas y asentamientos del conurbano bonaerense*. Informe temático del Barómetro del Narcotráfico y las Adicciones en la Argentina. <https://repositorio.uca.edu.ar/handle/123456789/8176>
- Rossi, F., Castellani, B., Presciutti, A., Morini, E., Filipponi, M., Nicolini, A., y Santamouris, M. (2015). Retroreflective façades for urban heat island mitigation: Experimental investigation and energy evaluations. *Applied Energy*, 145, 8-20. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2015.01.129>
- Sarmiento-Rojas, J. A., González-Sanabria, J. S., y Hernández Carrillo, C. G. (2020). Análisis del impacto del sector de la construcción en economía colombiana. *Tecnura: Tecnología y Cultura Afirmando el Conocimiento*, 24(66), 109-118. <https://doi.org/10.14483/22487638.16194>
- Solís-Guzmán, J., Garzón González, M. P., González-Vallejo, P., y Marrero, M. (2024). Sustainability evaluation of residential buildings based on the footprint family: application to case studies in Andalusia. *Buildings*, 14(4), 1131. <https://doi.org/10.3390/buildings14041131>
- Solís-Guzmán, J., y Marrero, M. (2015). *Ecological footprint assessment of building construction*. Bentham Science P. <https://doi.org/10.2174/97816810809871150101>
- Solís-Guzmán, J., González-Vallejo, P., Martínez-Rocamora, A., y Marrero, M. (2015). The carbon footprint of dwelling construction in Spain. En S. S. Muthu (Ed.), *The carbon footprint handbook* (pp. 261-283). Taylor and Francis Group. <http://dx.doi.org/10.1201/b18929-15>

- Solís-Guzmán, J., Marrero, M., Montes-Delgado, M. V., y Ramírez-de-Arellano, A. (2009). A Spanish model for quantification and management of construction waste. *Waste Management*, 29, 2542-2548. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.05.009>
- Solís-Guzmán, J., Marrero, M., y Ramírez-de-Arellano, A. (2013). Methodology for determining the ecological footprint of the construction of residential buildings in Andalusia (Spain). *Ecological Indicators*, 25, 239-249. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2009.05.009>
- Solís-Guzmán, J., Leiva, C., Martínez-Rocamora, A., Vilches, L. F., Alba-Rodríguez, D., García Arenas, C., y Marrero, M. (2015). Recycling of wastes into construction materials. En S. S. Muthu (Ed.), *Environmental Implications of Recycling and Recycled Products*, 51-78. http://dx.doi.org/10.1007/978-981-287-643-0_3
- Universidad Politécnica de Cartagena. (2022). *Hormigón sin cemento y de reciclaje*. <https://www.upct.es/noticias/2022-08-10-hormigon-sin-cemento-y-de-reciclaje-para-minimizar-la-huel-la-de-carbono-y-encapsular-residuos-toxicos>
- Vázquez-López, E., Solís-Guzmán, J., y Marrero, M. (2024). A work breakdown structure for estimating building life cycle cost aligned with sustainable assessment—application to functional costs. *Buildings*, 14, 1119. <https://doi.org/10.3390/buildings14041119>
- Vergara, L. (2019). Mediatización social y transformaciones residenciales recientes en ciudades de La Araucanía. *Cultura-hombre-sociedad*, 29(2), 36-60. <http://dx.doi.org/10.7770/0719-2789.2019.cuhso.04a03>
- Warrier, G. A., Palaniappan, S., y Habert, G. (2024). Classification of sources of uncertainty in building LCA. *Energy Build*, 305, 113892. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.113892>
- World Wildlife Fund. (2012). *Planeta vivo*. WWF International, Zoological Soc. London y Global Footprint Network. https://wwflac.awsassets.panda.org/downloads/informe_planeta_vivo_2012_5.pdf
- Yajnes, M., Caruso, S., Kozak, D., Kozak, A., y Mühlmann, S. (2017). Gestión de residuos y producción de bloques con material reciclado in situ en obra de escala intermedia en Buenos Aires, Argentina. En: *Libro de Actas 3er Congreso Internacional Construcción Sostenible y Soluciones Ecoeficientes*, 1047-1058). <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/59471/Yajnes%20marta%20%28espa%29.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Moussavi Nadoushani, Z. S., Akbarnezhad, A., Ferre Jornet, J., y Xiao, J. (2017). Multicriteria selection of façade systems based on sustainability criteria. *Building and Environment*, 121, 67-78. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2017.05.016>
- Zhanggen Guo, An Tu a, Chen Chen a, Dawn E. Lehman. (2018). Mechanical properties, durability, and life-cycle assessment of concrete building blocks incorporating recycled concrete aggregates. *Journal of Cleaner Production*, 199, 136-149. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.07.069>

ANEXO I

Abreviatura	Definición
ACICS	Sistema de Clasificación de Información de Construcción de Andalucía
ACV	análisis del ciclo de vida
BCCA	base de costes de construcción de andalucía
CD	costes directos
CI	costes indirectos
CV	ciclo de vida
CVE	ciclo de vida del edificio
EC	economía circular
EI	energía incorporada
EPS	poliestireno extruido
EQF	factores de equivalencia
HC	huella de carbono
HE	huella ecológica
PA	precios auxiliares
PB	precios básicos
PUS	precios unitarios simples
Q	cantidades de proyecto
Qi	cantidades unitarias
RCD	residuos de construcción y demolición
RSU	residuos sólidos urbanos
SLC	cerramiento de ladrillón compacto
SP1	ladrillón
SP2	placa de papel cemento
SPs	subproductos
UBB	Universidad del Bío-Bío

ANEXO 2

Tabla A1. Precio descompuesto del aislamiento del cerramiento M1 según la BCCA

09TPP70011		m²	Aislamiento paredes planchas rígidas poliestireno de 10 mm		
Aislamiento de paredes con planchas rígidas de poliestireno expandido de 10 mm de espesor y 15 kg/m3 de densidad colocado sobre superficies planas, incluso aplicación de lechada de cemento corte y colocación; según normativa.					
Medida la superficie ejecutada					
Código	Ud.	Concepto	Cant.	Precio	Importe
TO00300	h	Of. 1ª colocador	0,03	19,23	0,58
TP00100	h	Peón especial	0,03	18,28	0,55
XT15000	m³	Poliest. Planchas rígidas, dens. 15 kg/m³	0,01	183,12	1,83
Costes directos					3,26

Tabla A2. Precio descompuesto del aislamiento del cerramiento M1 según la BCCA

09TPP70014	m²	Aislamiento paredes planchas rígidas poliestireno de 70 mm			
Aislamiento de paredes con planchas rígidas de poliestireno expandido de 70 mm de espesor y 15 kg/m3 de densidad colocado sobre superficies planas, incluso aplicación de lechada de cemento corte y colocación; según normativa.					
Medida la superficie ejecutada					
Código	Ud.	Concepto	Cant.	Precio	Importe
TO00300	h	Of. 1ª colocador	0,06	19,23	1,15
TP00100	h	Peón especial	0,05	18,28	0,91
XT15000	m³	Poliest. Planchas rígidas, dens. 15 kg/m³	0,075	183,12	13,73
WW00400	u	Pequeño material	1	0,3	0,30
Costes directos					16,10

Tabla A3. Precio descompuesto del revestimiento exterior 1 del cerramiento M1 según la BCCA

10LMM70013	m²	Revestimiento tablero fibras madera y resinas, hidrófugo, DM de 11 mm. esp. tipo OSB SMARTPANEL			
Revestimiento de paramento vertical con tablero de fibras de madera y resinas hidrófugo, de densidad media y 11 mm de espesor, colocado con fijaciones mecánicas; según normativa.					
Medida la superficie ejecutada					
Código	Ud.	Concepto	Cant.	Precio	Importe
ATC00400	h	Cuadrilla formada por oficial 1ª instalador y ayudante	0,2	37,65	7,53
RL72400	m²	Tablero fibras mad. y resinas, hidróf. dm 11 mm. Para exterior	1,02	45,19	46,09
WW00400	u	Pequeño material	1	0,3	0,30
Costes directos					53,92

Tabla A4. Precio descompuesto del revestimiento exterior 2 del cerramiento M1 según la BCCA

10LWW70001	m²	Revestimiento de faldón de placa ondulada asfáltica			
Revestimiento con placa ondulada de asfalto con armadura de fibras minerales y vegetales y resinas, incluso p.p. de solapes, accesorios de fijación y juntas de estanqueidad.					
Medida la superficie ejecutada					
Código	Ud.	Concepto	Cant.	Precio	Importe
ATC00100	h	Cuadrilla albañilería, formada por oficial 1ª y peón esp.	0,15	37,51	5,63
XI70010	m²	Placa ondulada asfalto y fibras	1,19	7,50	8,89
WW00300	u	Material complement. o pzas. especiales	1	0,55	0,55
WW00400	u	Pequeño material	1		0,30
Costes directos					15,36

Tabla A5. Precio descompuesto del revestimiento interior del cerramiento M1 según la BCCA

10LWW70002	m²	Revestido paneles placas yeso laminado 10 mm perf. mad. gal. fij. mec.			
Revestido con placas de yeso laminado de 10 mm de espesor, para trasdosado de muros colocado sobre perfilería de madera con fijaciones mecánicas, incluso replanteo, limpieza, nivelación, aplomado, ejecución de ángulos, pasos de instalaciones y repaso de juntas; construido según especificaciones del fabricante de los paneles.					
Medido a cinta corrida					
Código	Ud.	Concepto	Cant.	Precio	Importe
ATC00100	h	Cuadrilla albañilería, formada por oficial 1ª y peón esp.	0,19	37,51	6,00
FP01100	m²	Placa de yeso laminado de 10 mm	1,05	4,06	4,26
WW00300	u	Material complement. o pzas. especiales	7,22	0,55	3,97
WW00400	u	Pequeño material	1		0,3
Costes directos					14,54

Tabla A6. Precio descompuesto del aislamiento del cerramiento M2 según la BCCA

09TPP00110	m²	Aislamiento paredes panel semirrígida fibra de vidrio de 50 mm			
Aislamiento de paredes con panel semirrígido de fibras de vidrio, aglomeradas con resinas termoendurecibles de 50 mm de espesor y 15 kg/m3 de densidad, colocado sobre superficies planas, incluso corte y colocación según normativa.					
Medida la superficie ejecutada					
Código	Ud.	Concepto	Cant.	Precio	Importe
TO00300	h	Of. 1º colocador	0,03	19,23	0,48
TP00100	h	Peón especial	0,03	18,28	0,46
XT13000	m²	Panel semirrígido fibra vidrio 50 mm densidad 15kg/m³	1,01	2,44	2,46
WW00400	u	Pequeño material	1,00	0,30	0,30
Costes directos					3,70



Tendencias investigativas sobre espacios educativos y subjetivación en Iberoamérica

Research Trends on Educational Spaces and Subjectivation in Ibero-America

Enviado: febrero 2 / 2024 • Evaluado: junio 19 / 2024 • Aceptado: mayo 16 / 2025

CÓMO CITAR

Riaño-Casallas W. (2025). Tendencias investigativas sobre espacios educativos y subjetivación en Iberoamérica. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 27(2), 175-189. <http://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2025.27.5829>

Wilson Riaño-Casallas*
Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá
(Colombia)
<https://ror.org/023m5rq87>

RESUMEN

Se hizo una revisión sistemática con el objetivo de conocer el panorama investigativo respecto a la intervención de la configuración espacial en los procesos educativos (en función de tres categorías de análisis: espacio, educación y subjetivación), a la vez que se recopilan referentes investigativos que contribuyan en la toma de decisiones al momento de intervenir o construir escenarios educativos. Se seleccionaron 92 documentos mediante diferentes estrategias de rastreo y clasificación —según las bases de datos seleccionadas—. Todos los documentos fueron registrados en matrices de análisis y procesados en ATLAS.ti. Las tendencias investigativas fueron surgiendo de las redes de códigos y memos. Se identificaron cuatro: Desde lo particular, Globalidad distante, Globalidad inherente y Desde los partícipes. Se complementan con lo que ha sido definido como tensiones contemporáneas. Entre las conclusiones se destacan la relevancia que ha ido adquiriendo el espacio en los procesos educativos e investigativos, la necesidad de seguir tensionando, desde diversas perspectivas, todos los elementos que hacen parte de la trama educativa, y la potencialidad que integra la configuración espacial para movilizar el quehacer de los docentes.

Palabras clave

aprendizaje; arquitectura; educación; enseñanza; espacios educativos

ABSTRACT

A systematic review was conducted with the aim of mapping the research landscape concerning the influence of spatial configuration in educational processes, based on three analytical categories: space, education, and subjectivation. The review also seeks to compile research references that may inform decision-making when intervening in or designing educational environments. A total of 92 documents were selected using various search and classification strategies, depending on the chosen databases. All documents were organized into analytical matrices and processed using ATLAS.ti. Research trends were identified through code and memo networks, revealing four patterns: From the Particular, Distant Globality, Inherent Globality, and From the Participants. These are further enriched by what has been defined as contemporary tensions. Among the conclusions, the increasing relevance of space in educational and research processes is underscored, along with the need to continue critically examining, from diverse perspectives, the various elements that constitute the educational fabric. The findings also highlight the potential of spatial configuration to shape and mobilize teaching practices.

Keywords

architecture; education; educational spaces; learning; teaching

✱ Licenciado en Educación Física, Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá (Colombia).
Magíster en Estudios Sociales, Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá (Colombia).
Docente ocasional tiempo completo. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá (Colombia).
Facultad de Educación Física. Grupo de investigación Estudios en Educación y Experiencia Corporal. Universidad Pedagógica Nacional. Bogotá (Colombia).
Integrante del grupo de investigación Estudios en Educación y Experiencia Corporal y de los semilleros de investigación: LIBERA (Universidad Pedagógica Nacional) y Vigencia de la Pedagogía Bauhaus en la Enseñanza-Aprendizaje de las Artes en Colombia (Universidad Nacional de Colombia).
Investigador en el proyecto: Ballet triádico 2.0, código HERMES 57302, de la Facultad de Artes de la Universidad Nacional de Colombia.
◆ https://scholar.google.es/citations?user=xNdR2_MAAAAJ&hl=es&authuser=1
🆔 <https://orcid.org/0000-0002-8994-7457>.
✉ wyrrianoc@upn.edu.co

INTRODUCCIÓN

Analizar la intervención de la configuración espacial en los procesos educativos no es novedoso. En la Grecia clásica se organizaron las primeras academias y liceos destinados a la instrucción, así como continuas caminatas por la ciudad para estimular el pensamiento. La Edad Media no fue indiferente a la delimitación de espacios óptimos para la formación de sus religiosos. En el siglo XVII, Comenio exaltó la necesidad de brindar condiciones espaciales adecuadas para los procesos educativos. A su vez, en Latinoamérica, durante los siglos XIX y XX hubo un incremento exponencial en la construcción de edificaciones destinadas a los procesos educativos; periodo en el cual, además, se consolidaron modelos pedagógicos de importantes referentes que resaltaron el papel del espacio y los diferentes elementos que le configuran —algunos de los cuales acá serán abordados—.

Así, pues, es preciso partir de lo esencial: la preocupación por el espacio en la educación ha sido una constante, lo que ha cambiado son las formas de valorarlo y asumirlo en cuanto que es parte del proceso educativo. Asimismo, cada vez se hace mas necesario balances bibliográficos que reúnan de forma sistemática las producciones investigativas que se van generando durante periodos considerables y que han sido publicadas en diversos medios de divulgación para que así, por una parte, se contribuya en la profundización de nodos investigativos que van adquiriendo relevancia para las comunidades académicas y, por otra, se brinden referentes que contribuyan a la toma de decisiones al momento de intervenir o construir edificaciones que tienen fines educativos.

En función de lo anterior, se desarrolló la investigación: *Entre palabras, muros y cosas. Influencia de la organización espacial en los procesos educativos*, la cual tuvo como objetivo

general: analizar la influencia de la organización espacial del Colegio Distrital Nydia Quintero de Turbay y el Museo de Arte Moderno de Bogotá en los procesos de subjetivación de estudiantes de Educación Media. En la primera fase de la investigación se hizo una revisión documental para dar cuenta de las tendencias investigativas que han estudiado la articulación entre las categorías de análisis: espacio, educación y subjetivación.

En la categoría *espacio* se subrayó la intervención de los diferentes implicados en la constitución del espacio, se trata, en suma, de revalorar la configuración espacial en términos de asociaciones de diversa índole entre múltiples partícipes humanos y no humanos que conforman ensamblajes. Con respecto a la categoría *educación*, se asumió como “la interacción de personas en determinadas organizaciones espaciales, las cuales están configuradas en función de costumbres, normativas e intereses de actualización que tienen como fin común promover el saber” (Riaño, 2025, p. 205). Por último, la categoría *subjetivación* hizo referencia al proceso a través del cual las personas configuran diferentes maneras de vivir. Así, se abordaron las tesisuras espaciales mediante las cuales los cuerpos humanos constituyen formas de asumirse con respecto a todos los otros aspectos que hacen parte de su día a día.

Una vez acotada la base conceptual de la investigación, se procederá a presentar la metodología mediante la cual se seleccionaron, revisaron y procesaron las publicaciones encontradas y se discute a partir de cuatro tendencias identificadas. Por último, se exponen las conclusiones entre las cuales se destacan la importancia del espacio en los procesos educativos y la necesidad de seguir involucrando la configuración espacial en el quehacer que acontece en las edificaciones que tienen fines educativos.

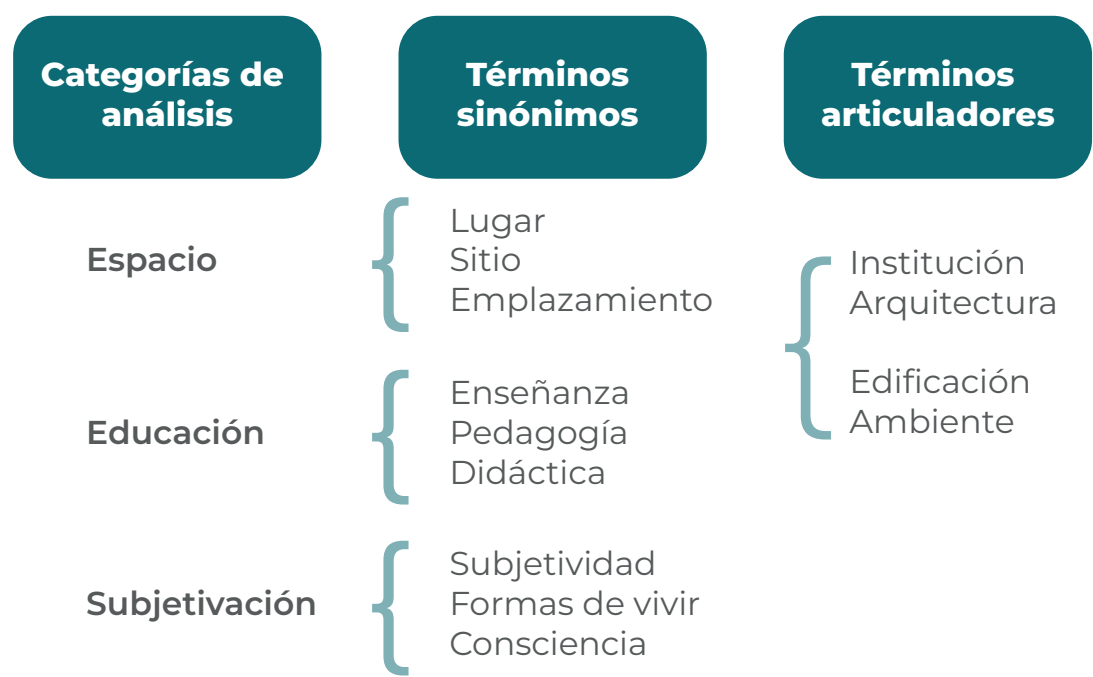
METODOLOGÍA

La búsqueda documental se realizó en las bases de datos: Scopus, Web of Science, EBSCO Host, Academic Search Complete, Education Research Complete, ERIC (Education Resources Information Center), Fuente Académica, Red de repositorios latinoamericanos, BASE (Bielefeld Academic Search Engine), REDIB (Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico), Redalyc, Dialnet, Scielo y Google académico.

Los términos primarios que se utilizaron en la búsqueda fueron las categorías de análisis. Estos, como se muestra en la Figura 1, se combinaron con palabras sinónimas y términos articuladores. Aunque se priorizaron los tesauros sugeridos por la UNESCO, no fueron exclusivos,

debido a que no se reconoce la categoría de análisis *subjetivación* junto a otros términos afines. A su vez, en algunas bases de datos los resultados no eran muy precisos, es decir, eran muy numerosos y poco relacionados con la estructura material donde suceden los procesos educativos. Aunado a lo anterior, dada la polisemia del término espacio (el cual suele utilizarse para hacer referencia a sitios tangibles o dimensiones inteligibles), se utilizaron términos complementarios que ayudaron a delimitar los resultados que arrojaban los buscadores. Así, en algunas ocasiones, se articularon cuatro términos para precisar la búsqueda. En todos los casos se aplicó como criterio de inclusión el descriptor booleano: ‘y’ junto al comando “ ” a inicio y fin de cada palabra.

Figura 1. Relación de términos en la búsqueda documental



Fuente: elaboración propia (2024).

La búsqueda se centró en documentos publicados en el contexto iberoamericano y se restringió a los idiomas español y portugués. Con respecto a la delimitación temporal, no hubo restricción alguna. No obstante, la publicación más antigua en la cual se vincularon las tres categorías de análisis data de 1975. Una vez se organizaron los documentos encontrados, se procedió a extraer todas las referencias bibliográficas utilizadas en los textos y se organizaron en una pestaña en Excel por orden alfabético. Este ejercicio permitió dar cuenta de los autores y textos más citados, además de contribuir a identificar textos que no fueron arrojados por las bases de datos, pero dada su recurrencia fueron incluidos en la revisión documental.

Se logró una base documental compuesta por 61 artículos, 7 capítulos de libros, 12 libros, 1 revista dedicada, 6 informes de investigación para la obtención de títulos de maestría, 1 informe de especialización y 4 tesis de doctorado, documentos que se registraron en una matriz categorial y se vincularon al programa ATLAS.ti. En la matriz se realizó el registro general del documento que incluía la información bibliográfica junto con elementos centrales de las investigaciones, tales como el objetivo, categorías de análisis, campo de cono-

cimiento, metodología, resultados y aportes u observaciones relevantes.

En el ATLAS.ti. se subrayaron y asociaron las citas textuales con las categorías y subcategorías de análisis. A partir de este ejercicio fueron emergiendo las cuatro tendencias investigativas, es decir, se fueron configurando recurrencias y proximidades entre los diferentes extractos que se asociaban a cada código registrado en el programa y se fueron conformando las redes de códigos y memos. Además, para confirmar que los documentos se estaban vinculando con la tendencia correcta, se corroboraba la información plasmada en la matriz categorial y, en aquellos casos en los que fuera necesario precisar afirmaciones, se hacía una validación complementaria regresando al documento fuente.

Los textos más citados en la base documental conformada son: *La humanización de la arquitectura* (Aalto, 1982), *La poética del espacio* (Bachelard, 2000), *Territorios de la infancia. Diálogos entre arquitectura y pedagogía* (Cabanelas y Eslava, 2005), *Vigilar y Castigar: nacimiento de la prisión* (Foucault, 1975), *El cuerpo utópico. Las heterotopías* (Foucault, 2010), *La producción del espacio* (Lefebvre, 2013), *La escuela como máquina de educar. Tres escritos sobre un proyecto de la modernidad* (Pineau et al., 2001).

RESULTADOS

Se identificaron cuatro tendencias de análisis que problematizan el espacio, la educación y la subjetivación. Se complementan con lo que ha sido identificado como tensiones contemporáneas, haciendo referencia a problematizaciones que han ido ganando interés en la actualidad

y han sido abordadas desde la articulación de las categorías de análisis propuestas. Se irán señalando las características más importantes además de las diferentes corrientes internas o abordajes particulares que se han agrupado en las tendencias investigativas delimitadas.

Desde lo particular

En la primera tendencia investigativa se toman unos elementos precisos del contexto o espacialidad donde sucede el quehacer educativo para indagar, a partir de estos, vínculos con saberes, situaciones, contextos o determinados momentos históricos. En este sentido, se particularizan los elementos integrados en el espacio para dar cuenta de usos, trayectos o alteraciones, ya sea de las metodologías o del trasegar histórico de los centros educativos.

Espacio como instrumento de enseñanza

En la primera corriente se asume el espacio como fuente del proceso educativo. En este sentido, a modo de ejemplo, desde la matemática se pide a los estudiantes que enumeren los elementos que integran el entorno, desde las artes se pide que ilustren los diferentes elementos que componen el aula, entre otras opciones. De esta manera, el espacio educativo, como bien sintetizó Escolano (1994), se vincula al plano didáctico en cuanto que “referente pragmático que es utilizado como realidad o como símbolo en diversos aspectos del desarrollo curricular” (p. 112).

Así, en esta primera perspectiva, “el medio arquitectónico funciona como un sistema de coordenadas perceptivas, cognitivas, afectivas y relacionales” (Romañá, 2004, p. 208). El espacio se asume, según Amann (2016), “como herramienta pedagógica, adaptándose tanto al modelo pedagógico como a cada figura docente” (p. 152). A su vez, el proceso educativo no se centra únicamente en dos agentes que se vinculan por el saber. De acuerdo con Miranda y Sasiain (2021), el aprendizaje “ocurre en la interacción entre participantes, objetos, materiales y espacios. Los objetos materiales y artefactos son igualmente agentes performativos del aprendizaje” (p. 399). También, desde la neurociencia se ratifica que hay “una relación directa entre la cualidad espacial, propiamente dicha ‘topológica, funcional, material, morfológica’, y el aprendizaje” (Amann, 2016, p. 148).

Cultura material

La segunda corriente se articula en lo que ha sido denominado el giro material de la historiografía educativa. Aquí toma relevancia cada objeto o lugar que ha hecho parte de la cotidianidad educativa porque se puede volver objeto de investigación para contribuir en dar cuenta de los modos como se ha ido transformando el quehacer educativo a lo largo del tiempo. Así, no se asumen solo como materia para la instrucción, sino que también asumen un rol activo en la memoria social. Como bien lo presenta Dussel (2019a): “la historia de un artefacto depende de los usos y sentidos que les damos a los objetos y buscar atender a lo

que ese artefacto produjo en la nueva red humanos-objetos que se creó a partir de su presencia” (p. 17).

Esta corriente investigativa ha hecho importantes contribuciones en el análisis de configuraciones arquitectónicas de lugares como el patio (Capitel, 2005), y los corredores y pasillos (Coronado, 2010; García et al., 2016), al dar cuenta de cómo estos impactaron más allá de las situaciones cotidianas. Se asumen en cuanto que materialidades que alteran las dinámicas sociales de las cuales hacen parte y desde ahí se da cuenta de su influencia en los modos de ser singulares y colectivos. Ejercicio interpretativo que desde la particularidad enlaza la colectividad, ayudando a interpretar diferentes momentos históricos y las tensiones socioculturales que han influido en las colectividades.

Globalidad distante

En esta tendencia se integran aquellas investigaciones en se enfocan en el análisis y proyección de los escenarios educativos, sobre todo, desde la cultura profesional arquitectónica y, por tanto, se priorizan las proporciones, la complementariedad y la tradición edilicia, entre otros elementos. Estas indagaciones problematizan la construcción de los escenarios educativos en función de los manuales y las normas de construcción, las regresiones y avances de algunas edificaciones, entre otros aspectos, todos, en relación con la capacidad proyectiva del arquitecto.

Arquitectura tradicional-funcional

La primera corriente de análisis problematiza la construcción de escenarios educativos bajo modelos preestablecidos, ya sea por la tradición arquitectónica o por los planos que se integran en los manuales de construcción. Así, pues, se da cuenta de una serie de recurrencias en algunas edificaciones y se dejan en evidencia las limitaciones de las proyecciones arquitectónicas centradas en la modulación (García et al., 2016). Según muestran, con esta forma de proyectar los escenarios educativos se han dejado de lado las diferencias con respecto a condiciones climáticas, el entorno natural o paisajístico del sector, las condiciones sociodemográficas y los propósitos educativos de los diferentes colectivos que habitarían dichos escenarios, entre otros aspectos (Cattaneo, 2015).

A su vez, al analizar los documentos con los cuales se formalizaba la construcción de dichos escenarios, se podrá evidenciar, como lo muestra Quiceno (2009), constantes alusiones al perfeccionamiento de la sociedad, el fortalecimiento ético y la purificación de las costumbres, entre otros nobles fines que no se hacen patentes en las configuraciones espaciales. En contraposición a esto, los documentos exaltan la necesidad de adaptar las

edificaciones en función de las condiciones y necesidades de los contextos, no obstante, según resaltan Remess y Winfield (2008) “esto es prácticamente letra muerta” (p. 48).

Esta primera corriente, aunque ha sido muy contundente su problematización por la rigidez impuesta con respecto a la condición indeterminada del proceso educativo (Costa y Da Silva, 2017), la supresión de lo diverso (García et al., 2016), la centralización en torno al docente y el descuido de la infancia (Crespo y Pino, 2010), la priorización de exigencias políticas sobre los requerimientos de los usuarios (Camacho, 2017) se ha visto limitada en su impulso reformista puesto que afronta una doble encrucijada. Por una parte, los escenarios educativos ya construidos, además de ser necesarios para asegurar la cobertura de la población, son poco moldeables. Por la otra, se ha configurado ya una cierta identidad de los escenarios educativos, lo cual hace que su construcción tienda a la continuación —a lo que se suma la prisa de los gobernantes de turno por demostrar resultados—, por lo que las construcciones estandarizadas aparecen como respuesta útil.

Arquitectura de tránsito

La segunda corriente dentro de la globalidad distante se subdivide en dos vertientes de análisis. La primera está enfocada en el diálogo entre los avances en el campo de la biología y los espacios construidos. Se resalta la forma como diferentes especies tienen cierta función y organización inherente, para luego, emparentar estas características con la organización edilicia del escenario educativo (Vargas, 2018). De acuerdo con lo anterior, la organización de la edificación busca hacer de las aulas unidades vivas que tienen funciones concretas las cuales se articulan a través del tránsito entre diferentes lugares que se complementan de forma progresiva (Ramírez, 2009a; Muñoz y Martínez, 2012; Pía y Mayorga, 2017).

La segunda vertiente está vinculada con la arquitectura promotora de urbanidad, la cual tomó relevancia gracias al ideal de ciudadanía que en gran parte moderó la movilidad demográfica hacia los sectores urbanos durante el siglo XX. Aquí el escenario educativo se vuelve una representación a menor escala de la ciudad; de manera tal que “los espacios alongados, a la manera de calles, se convierten en sitios de interacción y aprendizaje, complementados por lugares para el trabajo individual o espacios tipo plazuela, para el accionar de grupos” (Ramírez, 2009b, p. 64).

Así, la configuración espacial toma relevancia en la medida en que los estudiantes emulan las experiencias cotidianas que pueden experimentar en los centros urbanos. Tienen, pues, cierta libertad supervisada y una serie de eventos colectivos que configuran una imagen

referencial de ciudadanía y nación, entre otros sentidos sociales y culturales —que se articulan con proyectos políticos que se reflejan en la configuración espacial de los escenarios educativos— (Escolano, 2007; Dórea, 2013; Afanador y Báez, 2015; Cháves, 2016; Dussel, 2019b; Maldonado, 1999; Benavides y Benavides, 2007).

Arquitectura estética

La tercera corriente centra su interés en el componente estético de los escenarios educativos y está subdividida en dos vertientes de análisis: por una parte, la propensión a que los lugares sean agradables, cómodos, que generen suficiente confort y puedan ser el reflejo de los gustos de quienes los habitan. Ante lo cual, se problematizan la necesidad y el impacto que se derivan al hacer que los espacios educativos sean amenos y óptimos en función del estadio etario y las demandas de los estudiantes (Montiel, 2017). En función de lo anterior, entran en debate diferentes variables arquitectónicas que se busca que sean acordes con las demandas de comodidad de la comunidad educativa (Alonso-Sanz, 2017; Remess y Winfield, 2008; García et al., 2016).

La segunda vertiente dentro de la arquitectura artística ha sido promovida, en gran medida, por investigadores chilenos. Sus indagaciones están orientadas al análisis del componente expresivo y estético que integran los espacios educativos; asumidos como lienzos que estimulan la sensibilidad y formación en valores. En este sentido se considera que, según Marini et al. (2018), “atender a las estéticas cotidianas escolares permitiría aprovechar el arsenal simbólico de las escuelas, sus materialidades, disposiciones y rutinas para avanzar en la comprensión de las relaciones subjetivas que entre estas dimensiones se desarrollan” (p. 373).

En esta vertiente también tienen cabida las sensaciones de displacer (Errázuriz, 2015a). A su vez, se asume el arte como principio envolvente y busca que el escenario educativo se constituya en una atmósfera estético-pedagógica que promueva la alfabetización sensible. Dicha perspectiva pretende indagar en torno a propuestas educativas que contribuyan a fomentar “las bases para el desarrollo de su potencial creativo, enriquecer la formación y desarrollo de nuevas ideas, y los educa culturalmente para interpretar desde posiciones sensibles los diferentes procesos sociales” (Crespo y Pino, 2010, p. 489).

Globalidad inherente

Esta tendencia se refiere a las perspectivas espaciales de personas que eran educadoras, es decir, permanecían y materializaban el quehacer formativo en su cotidianidad profe-

sional y, a partir de su experiencia y problematización de los procesos educativos, delimitaron principios o nociones generales de configuración espacial global (de toda la institución o varios lugares que le componen) que consideraban necesarias para incentivar el aprendizaje. Son, pues, propuestas pedagógicas en las cuales el espacio tiene un papel preponderante y han logrado materializarse en proyectos edilicios.

Pedagogía Waldorf

Fundada por el filósofo y pedagogo Rudolf Steiner (quien en los últimos años de vida se interesó en la arquitectura), la pedagogía Waldorf surgió a inicios del siglo XX e integró parte de los principios que moderaban la antroposofía (propuesta fundada por el mismo Steiner y allegados, con quienes participaba de la Sociedad teosófica). Steiner consideraba que el conocimiento propio permitiría reconocer la espiritualidad humana y, a partir de esta, acceder a la espiritualidad que modera el cosmos; moralidad superior accesible al hombre por medio del autoconocimiento y constante reflexión en torno a su triformación (sistemas nervioso-sensorial, respiratorio-circulatorio y metabólico-motor).

La Pedagogía Waldorf, en lo que respecta a lo espacial, sigue lo propuesto por el expresionismo arquitectónico alemán (Jiménez, 2009), es decir, la obra edilicia se aborda como estimulante para el alma. En función de lo anterior, se da alto nivel de atención al desarrollo de los sistemas que conforman la triformación de los infantes en articulación con los tres septenios (cada uno enfocado en la bondad, la belleza y la realidad respectivamente) y, a partir de ellos, brinda orientaciones espaciales que contribuyan a promover formas de articulación entre las partes y el todo del entorno próximo (Jiménez, 2009; Vargas, 2018). Con esto, se hace frente a la recurrente problematización en torno a cómo se prefigura y modera la interacción que tienen los estudiantes con la institución educativa pues “los espacios de una escuela Waldorf deben invitar a los niños a la experimentación y descubrimiento de nueva información a partir de lo observado” (Jiménez, 2009, p. 82).

Metodología Montessori

María Montessori, a inicios del siglo XX, tras años de apoyo a infantes con necesidades educativas especiales y la posterior fundación de la Casa de los niños—que tuvo amplia acogida y se fue replicando en diferentes partes de Europa y Estados Unidos—, propuso una serie de principios que han sido articulados en la metodología Montessori. Esta busca la educación de la infancia por medio de actividades y escenarios que propicien su desarrollo desde el interior —partiendo del presupuesto de que el menor está en capacidad de regularse y aprender por sí mismo—. En

función de lo anterior, los ambientes de aprendizaje han de ser planeados y analizados detallando cada variable o acontecimiento posible de manera tal que anticipen y propicien la exteriorización y afianzamiento de valores innatos (Mayoral-Campa y Pozo-Bernal, 2017).

Llama la atención que, según lo indica la Association Montessori Internationale, cada objeto que integra la escena educativa ha de ser analizado con sumo detalle e incluso sometido a procesos de indagación científica que permitan reconocer su grado de influencia en los procesos de aprendizaje. A su vez, es preciso destacar que si bien la metodología Montessori ha presentado una importante recepción a escala mundial (según la Association Montessori Internationale se estima que existen más de 25.000 escuelas Montessori en el mundo), según indica Jiménez (2009), la metodología Montessori “no ha desarrollado una arquitectura institucional. Sus arquitecturas responden a la interpretación, hecha por diseñadores, constructores y miembros de las instituciones” (p. 123).

Pedagogía de los espacios

Como última propuesta se ha encontrado la que se denomina *Pedagogía de los espacios o Aprendizaje basado en espacios*. Esta vincula todas las espacialidades por las que puedan transitar las personas al estar vinculadas a los centros educativos y centra su atención en formar a las personas para que tengan una capacidad de análisis más concreta —por la vinculación con la materialidad—, relacional y diversa (Jiménez, 2022; García y Muñoz, 2004). Así, la Pedagogía de los espacios reconoce que los procesos educativos han de estar centrados en aspectos concretos e inmediatos que hacen parte del día a día. En la medida en que esto se logre, será posible “reconocer en el contexto de los espacios pedagógicos la importancia de la capacidad de agencia de los sujetos en procesos de formación” (Runge y Muñoz, 2005, p. 18). Además de contribuir a reconocer las formas como el espacio entabla con los estudiantes un diálogo semiótico el cual podría ser vinculado en los procesos educativos (Acaso, 2018).

Desde los partícipes

La problematización del espacio en una perspectiva clásica se ha interesado por cuestionar las formas de relación que se entablan entre el sujeto y la espacialidad. Así, según Romaña (2004) “el objetivismo enfatizaría el papel del ambiente como objeto configurador o posibilitador del ser humano, el subjetivismo el papel del humano como sujeto cognoscente o sensible, activo o modificador del medio” (p. 202). A continuación, se abordarán algunos de los sustentos que integran estas dos perspectivas y se mostrarán dos más: afectación bidireccional y escenario educativo extendido.

Sujeto intérprete de la influencia de la organización espacial

Desde esta primera corriente se asume que, como lo expresa Quiceno (2009), “el espacio es simbolización, designación y sentido. El espacio existe en los discursos, no en la realidad. Está en la palabra antes de existir en la realidad y si existe en la realidad, es porque previamente es palabra” (p. 22). Con lo cual, la influencia de las condiciones materiales solo adquiere relevancia en la medida en que el sujeto se siente situado (Agudelo, 2016). Perspectiva que se alimenta, a su vez, de valoraciones como las hechas por Alonso García (2006), quien subraya que “la calidad de un espacio no se reserva en sus propiedades espaciales o simbólicas, en sus características técnicas y arquitectónicas, sino en la interpretación que hagamos de su utilización” (p. 280). Ante lo cual, poco importa la materialidad construida. Transformar las conciencias sin transformar la realidad sería el eje primario de esta corriente, puesto que “el espacio no mejora la realidad, no perfecciona la vida del hombre, ni la de la sociedad” (Quiceno, 2009, p. 22).

Ahora bien, dado que la base de esta perspectiva asume la reflexión como el eje que modera el vínculo de filiación cotidiana, según Errázuriz (2015a), es necesario propiciar cierto extrañamiento, la constante ruptura con la familiaridad de lo cotidiano. Ante lo cual, se evidencia una constante tensión entre familiarización y extrañamiento en cuanto formas de problematizar las interpretaciones que van consolidando los sujetos del espacio que habitan.

Configuración espacial como determinadora

En contraposición a lo presentado en la corriente anterior, acá se sobrepone el impacto del espacio con respecto a los sujetos. Se le asume como “un elemento del currículum invisible y silencioso, aunque sea por sí mismo bien explícito o manifiesto” (Escolano, 1994, p. 111). Así, autores como Roldan y Da Silva (2021) argumentan “que la experiencia de lo material tiene un lugar activo en los procesos de constitución del horizonte de inteligibilidad” (p. 121). De este modo, la predisposición espacial es la que determina aquellas acciones que se pueden desarrollar en los diferentes escenarios educativos (Da Silva, 2019) y su incidencia trastoca rasgos psicológicos y comportamentales (Cantón, 2007) promoviendo, en ocasiones, “la locura y la incapacidad del sujeto de resistir a las tinieblas que lo habitan o que lo acechan” (Troncoso, 2010, p. 102).

Ante estas apreciaciones, surgen posturas para las cuales los escenarios educativos se asumen como dispositivos de poder (Armella y Grinberg, 2012; Yonda et al., 2015; García et al., 2016). Frente a ello, el espacio educativo se aborda como

el “determinante de estilos y posibilidades de acciones, relaciones y aprendizajes” (Crespo y Pino, 2010, p. 488). Modera la experiencia al delimitar patrones de uso y, por tanto, modera la percepción de lo común (Miranda y Sasiain, 2021; Cattaneo y Espinoza, 2018).

Para otros autores, como Escolano (1994), Gallo y Adorno (2013), Parra (2014) y Nunes y Neira (2017), problematizar el escenario educativo como dispositivo es relevante, no solo por los posibles ajustes funcionales o de acoplamiento a ciertos patrones de uso o inconformidades que se derivan de la configuración espacial, sino que también se reconoce que dicha materialidad ejerce un alto grado de influencia en la transmisión de ciertos valores culturales, los cuales integrarán los sujetos en su día a día y seguirán preservando como referente en los demás escenarios por los que puedan transitar.

Afectación bidireccional

En articulación con las dos corrientes que se han presentado, se evidencia una tercera corriente en la que prima la reciprocidad. No hay plena superposición del sujeto o el espacio con respecto al otro, con lo cual, se asumen vínculos de afectación y constitución retroactiva en los que las valoraciones, las predisposiciones materiales y los usos espaciales se recrean por la acción de las partes implicadas (Bocanegra, 2017). En función de lo anterior, se indagan las formas cómo la configuración espacial y sus valoraciones se recrean cuando los sujetos les habitan (Romaña, 2004; Abba et al., 2014; Castro, 2021; Roldan y Da Silva, 2021). Lo cual resalta, según García y Muñoz (2004), “‘el juego dialéctico’ de los espacios, esa dinámica cambiante que se establece en el interior del binomio sujeto-espacio y que responde a la heterogeneidad de miradas y expresiones de unos y otros, sujetos y espacios” (p. 271).

Esta afectación recíproca entre las partes sería una forma de valorar y proyectar lo que Amann (2016) denomina espacios de aprendizaje total, ya que “tanto el continente como el contenido de la arquitectura escolar se convierten en protagonistas de este cambio” (p. 156). Con lo cual, al no centrar la atención en solo uno de los involucrados, hay constante modificación y continua reformulación de las posibilidades educativas en función de los alcances de las partes involucradas. Así, “la tarea de investigación debe estar dirigida a identificar yuxtaposiciones, intersecciones y disputas entre estas dimensiones, mostrando que no existe acoplamiento pleno entre las mismas, aunque tampoco plena autonomía” (Roldan y Da Silva, 2021, p. 119). Es una tentativa por explorar otros sentidos en la materialidad en la que sucede el quehacer educativo o, en palabras de Fischer y Munhoz (2020), “vivir las aulas en una relación de camaradería e intercambio” (p. 7).

Escenario educativo extendido

En esta corriente se vinculan otros escenarios y actores circundantes a los centros educativos. Así, de acuerdo con Cachorro y Díaz (2006), “la arquitectura tiene apéndices o prolongaciones en propuestas extraprogramáticas curriculares” (p. 5). De esta manera, se analizan las redes que se configuran, a partir de los escenarios educativos, con los otros lugares o instalaciones en las cuales puedan estar presentes los sujetos en su día a día. El escenario educativo se asume como “la casa de la enseñanza y el aprendizaje; el sitio del estar y el convivir del aprendiz y del maestro” (Coronado, 2010, p. 151). Perspectiva compartida por Gutiérrez (2009), Garrido (2005; 2011), Méndez (2011), Nunes y Neira (2017) y Marini et al. (2018), quienes exaltan la necesidad de abordar los escenarios educativos a partir de sus extensiones. En función de ello se podrá enfatizar en el accionar colaborativo, en el compartir y vivir con el otro y no solo aquellos que se vinculan de forma directa a las aulas, talleres y demás espacios de aprendizaje.

De acuerdo con lo anterior, según resaltan Amann (2016) y Remess y Winfield (2008), la atención se centra en que las estructuras espaciales —con sus respectivos equipamientos— sean lo más flexibles que se pueda, en lo que se refiere tanto a espacios interiores como a exteriores —puesto que todo el espacio del escenario educativo se considera útil para la mediación pedagógica—. Esto daría lugar a la consolidación de cierto hábitat educativo (Coronado, 2010), en cuanto serie de espacialidades que apoya los procesos de aprendizaje no solo para los escolares, sino también para la comunidad general. De esta manera se contribuiría también a que el accionar educativo intervenga en diferentes problemáticas, necesidades o expectativas de diversos segmentos generacionales, agrupaciones culturales y según la disponibilidad de recursos (Muntañola, 2004). Con todo lo anterior, “la cuestión del espacio tiene otras dimensiones. El trabajo escolar se liga al territorio” (Serra, 2018, p. 39).

Tensiones contemporáneas que interpelan a los espacios educativos

En esta última sección se reúnen algunas tensiones transversales que trascienden la configuración espacial, involucrando también condiciones contextuales y socioculturales que influyen en situaciones recurrentes de los escenarios educativos y que tienen relación de diferentes formas con la manera como se construye y se hace uso de las edificaciones donde tiene lugar el quehacer educativo.

Entre el individuo y el cliente

Autores como Elórtogui et al. (2020) han advertido que la distribución y organización de los escenarios educativos que se construyeron

en la segunda mitad del siglo XX promovían “exclusión social y económica, separando a los grupos sociales y sus costumbres [por medio de] escuelas separadas de acuerdo con la accesibilidad mediada por los recursos económicos” (p. 256). Vinculado a lo anterior, en la actualidad, ante las configuraciones arquitectónicas que buscan espacios híbridos o de intercambio con el ánimo de permitir la superposición continua de actividades, autores como Gonçalves y Gaspar (2010) y Nunes y Neira (2017) indican que esta es la antesala que capacita a los estudiantes para incursionar en el mundo empresarial, en el que se vuelven sujetos dispuestos a transitar entre el álgido flujo de encuentros y situaciones de diversa índole, sin afectar su capacidad de producción.

A lo anterior se suma también que, según Nunes y Neira (2017), las modificaciones a la imagen exterior o fachada de los escenarios educativos atiende al interés de captación de la de atención —en cuanto atractor comercial—, no tanto a fines formativos. Así, las modificaciones espaciales empiezan a tomar un cariz comercial en el que, según expresa Sibilia (2011) “los estudiantes son conceptualizados como consumidores poco satisfechos con el producto escolar que el mercado actual les ofrece, de modo que sería necesario cautivarlos con tácticas de *marketing* para que vuelvan a interesarse por tan denigrada mercadería” (p. 10). De esta manera, se deja en evidencia el cambio de valores que opera en la actualidad y la manera como la organización espacial se alinea con la tendencia comercial en la cual los procesos educativos pasan a segundo plano.

Problematizaciones desde el género

Ante la creciente problematización en torno al género, los escenarios educativos —haciendo énfasis en lo espacial— no pueden pasar indemnes. Se han problematizado el acceso y las prácticas que se desarrollan en los espacios educativos, identificando que hay lugares de los que los hombres se apropian y hacen mayor uso —los espacios públicos en mayor medida— y las mujeres se relegan, por lo general, a los espacios privados (Cantón, 2007). A su vez, autoras como Cortés y Marí (2013) resaltan que esta segregación, aunque es motivada por los escenarios educativos, no se reduce a estos, sino que irradia otros escenarios o situaciones a los cuales puedan estar abocados los estudiantes.

Se tienen otras apreciaciones sobre la configuración espacial del escenario educativo, como la propuesta por Da Silva (2019), quien resalta que la problematización del género binario y su eventual apertura a la diferencia insta a que la materialidad del escenario educativo deba ser replanteada en los mismos términos. Según Da Silva (2019) “este gesto volvería factible ‘incluir’ a los Otros, aquellos que sobrevuelan con mayor o

menor definición (definirse es uno de los imperativos de la ontología hegemónica de nuestro tiempo) el continuum que va de lo ‘masculino’ a lo ‘femenino’” (p. 135).

Influencia de la tecnología

Como última tensión, ante la masificación de los dispositivos móviles y demás tecnologías que poco a poco incursionan en los escenarios educativos, se problematiza que las prácticas educativas se han ido tornando obsoletas al no integrar estos artefactos que contribuirían en estar a altura de las demandas y expectativas de las nuevas generaciones (Perales, 2013). Se ha resaltado la pérdida de relevancia del entorno físico como mediación didáctica gracias al advenimiento de mundos virtuales (González, 2021), aunado a que la bidireccionalidad entre quien enseña y quien aprende —que en gran medida estaba respaldada por la organización espacial— desde el punto de

vista de Armella (2013) “estalla y el centro pierde su centralidad: las direcciones son múltiples, los focos de atención diversos” (p. 22).

A su vez, se ha problematizado la forma en que los dispositivos reúnen una serie ilimitada de espacialidades virtuales a las cuales se puede acceder por medio de los dispositivos, con lo cual, el espacio educativo tangible adquiere otra connotación, se vuelve “un espacio y un texto escolar que remiten siempre a otra cosa, a otro lugar, a otros personajes, a otras historias. Un espacio y un texto escolar que parecen no tener ni principio ni fin. Como una página web” (Armella y Grinberg, 2012, p. 116). Ante lo cual, según proponen Armella y Grinberg (2012), “la cuestión, probablemente, radique en la capacidad que tengamos de aprovechar esa enorme y continua circulación de información y estímulos para producir instancias de conceptualización y pensamiento” (p. 119).

DISCUSIÓN

Es preciso abordar en detalle dos aspectos de relevancia. El primero, a propósito de la corriente: *Escenario educativo extendido*, es advertir que la configuración material de los escenarios dedicados a la educación es el punto de partida para que haya integración entre el quehacer educativo y las necesidades educativas propias del contexto social del cual hacen parte las personas. No se trata solo de que haya un constante llamado a que en las diferentes clases se aborden temas relacionados con la consciencia social, el urgente cuidado medioambiental o las innumerables necesidades contextuales que precisan atención y están relacionadas, de diferentes formas, con las maneras como se habita el espacio. La configuración arquitectónica influye en la ampliación o reducción de los alcances del quehacer educativo, por lo cual, vincular las instituciones educativas con las realidades contextuales, empieza por la manera en que se dispone la materialidad en la que sucede la educación. Ya lo señalaba Romaña (2004):

El medio arquitectónico no sólo induce funciones, facilitando o dificultando movimientos, promoviendo o entorpeciendo la ejecución eficaz de tareas, etc., sino que transmite valores, promueve identidad personal y colectiva, favorece ciertas formas de relación y convivencia. En suma, se hace lugar y educa. (p. 207)

Aspecto que se vincula con posturas como las planteadas por García et al. (2016), Amann (2016), Dussel (2019b), Méndez (2011), Parra (2014) y Castro (2021), las cuales invitan a cuestionar, al

mismo tiempo que sensibilizan, sobre las formas en que se abordan los lineamientos existentes para la construcción de los escenarios educativos.

En segundo lugar, llama la atención que en aspectos relacionados con las adaptaciones y el diseño de los espacios arquitectónicos escolares para las personas con discapacidad, no se tengan avances investigativos en función de las tres categorías de análisis delimitadas. A nivel normativo, en la Norma Técnica 4595 (Ministerio de Educación, 2006) se tienen varios lineamientos (los cuales se reúnen en cuatro grupos: puertas, circulaciones interiores, áreas libres y espacios interiores) que configuran los modos de habitar el espacio. A su vez, se cuenta con un anexo que explica la manera como se pueden atender dichas adaptaciones o ajustes para aquellas instituciones que han sido construidas sin cumplir a cabalidad los lineamientos que se han venido consolidando en las últimas décadas.

También, el Decreto 1421 de 2017 exalta la importancia del Diseño Universal de Aprendizaje (DUA) y el Plan Individual de Ajustes Razonables, como insumos que contribuyen a adaptar los escenarios educativos en función de las diferentes necesidades o limitaciones; sin embargo, no se encontraron investigaciones que aborden estos aspectos de forma específica. Tal vez sea necesario, para futuras investigaciones, incluir los términos *discapacidad* o *DUA* como categorías de análisis complementarias y así poder identificar los posibles avances investigativos.

CONCLUSIONES

Como se ha podido evidenciar, la investigación en torno al espacio, la educación y la subjetivación es un nodo que ha movilizado a numerosos investigadores y esto ha hecho que adquiriera mayor presencia en el quehacer investigativo. De esta revisión sistemática se desprende también que hay un interés latente de la comunidad académica, pues, además de todos los estudios ya presentados, se cuenta también con importantes publicaciones como el número 13 de la revista A&P Continuidad, a cargo de Daniela Cattaneo (2020), los libros compilación de Baquero et al. (2007), Garrido (2008), Errázuriz (2015b), Castro y Oliva (2020) y Páramo y Burbano (2021), los cuales reúnen una significativa cantidad de investigaciones y ensayos que contribuyen a, por una parte, fortalecer, reformular y extender los intereses investigativos acá presentados y, por otra parte, a que se sigan profundizando y consolidando referentes que aporten a la mejora de las edificaciones en las que sucede la educación en sus más variadas posibilidades.

Por otro lado, se pone en evidencia la importancia de valorar el proceso educativo no solo como una serie de contenidos para transmitir o enunciar ante un grupo de personas por medio de elaboradas estrategias que apoyen

en que la información pueda parecer más significativa, sino que también se trata de reconocer que, antes de que dichos procesos se viabilicen, ya hay una serie de predisposiciones e intervinientes no humanos que se vinculan al quehacer educativo. En la medida en que la materialidad del escenario educativo sea valorada y predispuesta en articulación con los procesos de enseñanza y aprendizaje, se promoverán usos espaciales con mayor riqueza tanto en las mediaciones educativas como en los procesos de subjetivación de aquellos que estén inmersos en los escenarios educativos.

Por último, es preciso reconocer que no hay forma de eludir la intervención del espacio en el día a día; este se presenta de muy diversas formas y es inmanente al hecho de existir. En este sentido, se invita a seguir indagando los diferentes elementos que conforman los escenarios educativos para que así, en esa constante problematización de las diferentes intervenciones e interpretaciones espaciales, se exploren posibilidades educativas que contribuyan a que cuerpos singulares y colectivos sociales, entendidos como seres sensibles con posibilidades de llegar a ser algo distinto de acuerdo con lo que van sintiendo en los escenarios educativos, puedan recrear sus maneras de ser con el mundo.

REFERENCIAS

- Aalto, A. (1982). *La humanización de la arquitectura*. Tusquets Editores S. A.
- Abba, A. M., Bearzot, M. Ángel, y Ramonda, J. I. (2014). Arquitectura para procesos educativos innovadores. *Políticas Educativas – PolEd*, 7(1). <https://seer.ufrgs.br/index.php/Poled/article/view/50940>
- Acaso, M. (2018). *Pedagogías invisibles. El espacio del aula como discurso*. Los Libros de la Catarata.
- Afanador, M. y Báez, J. (2015). Manuales de urbanidad en la Colombia del siglo XIX: modernidad, pedagogía y cuerpo. *Historia y Memoria*, 11, 57-82. <https://doi.org/10.19053/20275137.3110>
- Agudelo, A. (2016). Construcción del sentido de espacialidad. Hacia un acercamiento empírico del proceso de construcción de espacialidad del campus universitario en los estudiantes. *URBS: Revista de estudios urbanos y ciencias sociales*, 6(1), 65-78. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5641809>
- Alonso García, F. (2006). Contextos arquitectónicos del medio ambiente: de la arquitectura escolar a la del conocimiento. *Observatorio Medioambiental*, 9, 267-296. <https://revistas.ucm.es/index.php/OBMD/article/view/OBMD0606110267A>
- Alonso-Sanz, A. (2017). Escuelas: espacios equivocados frente a los deseados por escolares. *Actualidades Investigativas en Educación*, 17(3), 1-33. <https://archivo.revistas.ucr.ac.cr//index.php/aie/article/view/29824/29851>
- Amann Vargas, B. (2016). Educación para el desarrollo sostenible (eds) y arquitectura escolar. El espacio como reactivo del modelo pedagógico. *Bordón. Revista de Pedagogía*, 68(1), 145-163. <https://doi.org/10.13042/Bordon.2016.68109>
- Armella, J. (2013, 6-8 de noviembre). De Comenio a Coca-Cola, el problema de la atención. O sobre las (nuevas) formas de habitar el espacio escolar [ponencia]. En: *Memorias del VII Jornadas de Jóvenes Investigadores*. Instituto de Investigaciones Gino Germani, Facultad de Ciencias

- Sociales, Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, Argentina. <https://www.aacademica.org/000-076/92>
- Armella, J., y Grinberg, S. (2012). ¿Hay un hipertexto en esta clase? Dispositivos pedagógicos, tecnología y subjetividad. *Signo y Pensamiento*, 31(61), 108-124. <https://revistas.javeriana.edu.co/index.php/signoypensamiento/article/view/4412>
- Bachelard, G. (2000). *La poética del espacio*. Fondo de Cultura Económica
- Baquero, R., Diker, G., y Frigerio, G. (2007). *Las formas de lo escolar*. Del Estante Editorial.
- Benavides, C., y Benavides, R. (2007). *Hábitat escolar. Más allá de la infraestructura educativa*. Secretaría de Educación del Distrito Capital. <http://repositorios.educacionbogota.edu.co/handle/001/920>
- Bocanegra, E. (2017). *Imaginarios educativos y espacios arquitectónicos*. Universidad Externado de Colombia.
- Cabanellas, I., y Eslava, C. (Coords.). (2005). *Territorios de la infancia. Diálogos entre arquitectura y pedagogía*. Editorial Graó.
- Cachorro, G., y Díaz, N. (2006, 9-11 de agosto). Arquitectura escolar, espacialidad y temporalidad [ponencia]. En: *Memoria de XIV Jornadas Argentinas de Historia de la Educación*, La Plata, Argentina. https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/trab_eventos/ev.13273/ev.13273.pdf
- Camacho, A. (2017). La arquitectura escolar: estudio de percepciones. *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social (RIEJS)*, 6(1), 31-56. <http://hdl.handle.net/10486/678085>
- Cantón, I. (2007). El espacio educativo y las referencias al género. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 21(2-3), 115-135. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=27412797008>
- Capitel, A. (2005). *La arquitectura del patio*. Editorial Gustavo Gili S. A.
- Castro, A. (2021). La espacialidad escolar, lecturas en foco y desplazamientos en la (de)construcción de un objeto. *Educação em Revista*, 37, 1-16 <https://periodicos.ufmg.br/index.php/edrevista/article/view/20854>
- Castro, A., y Oliva, S. (Comps.). (2020). *Espacialidad y educación: reflexiones y experiencias desde la investigación*. Universidad Nacional de Córdoba.
- Cattaneo, D. (2015). Arquitectura escolar moderna: interferencias, representación y pedagogía. *Voces y Silencios. Revista Latinoamericana de Educación*, 6(1), 67-83. <https://doi.org/10.18175/vys6.1.2015.06>
- Cattaneo, D. (2020). Espacios educativos para el presente (Editora). *A&P Continuidad*, 13(7), 1-165. <http://hdl.handle.net/2133/22378>
- Cattaneo, D., y Espinoza, L. (2018, 23-24 de mayo). Arquitectura escolar e historia. Repaso sobre enfoques, problemas y proyectos [ponencia]. En: *Memoria del VIII Encuentro de Docentes e Investigadores en Historia del Diseño, la Arquitectura y la Ciudad*, Córdoba, Argentina. <http://hdl.handle.net/11086/11593>
- Chávez, A. (2016). La construcción de subjetividades en el contexto escolar. *Revista Educación*, 30(1), 187-200. <https://www.redalyc.org/pdf/440/44030112.pdf>
- Coronado, J. (2010). La escuela y el edificio escolar público, un proceso de diálogo entre arquitectura, técnica y educación, como parámetros de búsqueda del hábitat escolar en el siglo XXI en Bogotá. *Traza*, 1, 149-160. <https://revistas.lasalle.edu.co/index.php/tr/article/view/5066>
- Cortés, B., y Marí, R. (2013). (Re)Construcción de identidades de género en espacios sociales y educativos. Aportaciones desde la pedagogía y la psicología. *URBS. Revista de Estudios Urbanos y Ciencias Sociales*, 3(1), 69-87. <http://hdl.handle.net/10835/2161>
- Costa, S. K., y Silva Junior, M. F. da. (2017). Discursos que estruturam o poder simbólico no espaço edificado escolar. *Oculum Ensaios*, 14(1), 111-136. <https://doi.org/10.24220/2318-0919v14n1a3240>
- Crespo, J., y Pino, M. (2010). La estética de las edificaciones escolares en educación infantil en la Comunidad Autónoma de Galicia. *Revista de Educación*, 351, 485-511. <https://www.educa->

cionyfp.gob.es/revista-de-educacion/numeros-revista-educacion/numeros-anteriores/2010/re351/re351-20.html

- Da Silva, L. (2019). Subjetivación, arquitectura y poder: claves para un debate acerca de los sanitarios escolares sin género. *Espacios en Blanco. Revista de Educación*, 29(1), 133-143. <https://ojs2.fch.unicen.edu.ar/ojs-3.1.0/index.php/espacios-en-blanco/article/view/260>
- Dórea, C. (2013). A arquitetura escolar como objeto de pesquisa em História da Educação. *Educar em Revista*, (49), 161-181. http://educa.fcc.org.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-40602013000300010&lng=pt&tlng=pt.
- Dussel, I. (2019a). La cultura material de la escolarización: reflexiones en torno a un giro historiográfico. *Educar Em Revista*, 35(76), 13-29. <https://revistas.ufpr.br/educar/article/view/67776>
- Dussel, I. (2019b). El patio escolar, de claustro a aula al aire libre. Historia de la transformación de los espacios escolares (Argentina, 1850-1920). *Historia de la Educación-Anuario*, 20(1), 1-10. https://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2313-92772019000100004&lng=es&tlng=es.
- Elórtogui, S., Arancibia, L., y Moreira, A. (2020). Figuraciones emergentes del espacio-tiempo: cronotopos del cuerpo y el aula en la educación chilena. *Revista de Historia*, 2(27), 237-264. <https://doi.org/10.29393/RH27-17FESE30017>
- Errázuriz, L. (2015a). Calidad estética del entorno escolar: el (f)actor invisible. *Arte, Individuo y Sociedad*, 27(1), 81-100. https://doi.org/10.5209/rev_ARIS.2015.v27.n1.43861
- Errázuriz, L. (2015b). *El (f)actor invisible. Estética cotidiana y cultura visual en espacios escolares*. Consejo Nacional de la Cultura y las Artes, Gobierno de Chile.
- Escolano, A. (1994). La arquitectura como programa. Espacio-escuela y curriculum. *Historia de la educación. Revista interuniversitaria*, 12, 97-120. <https://revistas.usal.es/index.php/0212-0267/article/view/10116>
- Escolano, A. (2007). El espacio escolar como escenario y como representación. *Revista Teias*, 1(2), 1-12. <https://www.e-publicacoes.uerj.br/revistateias/article/view/23853>
- Fischer, D., y Munhoz, A. (2020). Espaços outros que convivem nas escolas: heterotopias. *Conjectura: filosofia e educação*, 25, 1-11. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7982227>
- Foucault, M. (1975). *Vigilar y castigar: nacimiento de la prisión*. Siglo XXI editores.
- Foucault, M. (2010). *El cuerpo utópico. Las heterotopías*. Ediciones Nueva Visión.
- Gallo, E., y Adorno, E. (2013). Lugar-Escuela: Espaços Educativos. *Revista Mal-estar e Subjetividade*, 13(1-2), 221-248. http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1518-61482013000100009&lng=pt&tlng=pt
- García, Á., y Muñoz, J. (2004). Pedagogía de los espacios. Esbozo de un horizonte educativo para el siglo XXI. *Revista Española de Pedagogía*, 62(228), 257-278. <https://www.revistadepedagogia.org/rep/vol62/iss228/2>
- García, M., Yurén, M., y Alberó, B. (2016). Arquitecturas y configuraciones espaciales en la formación universitaria: habitabilidad y heterotopías. *Sinéctica. Revista Electrónica de Educación*, 47, 1-17. <https://sinectica.iteso.mx/index.php/SINECTICA/article/view/673>
- Garrido, M. (2005). El espacio por aprender, el mismo que enseñar: las urgencias de la educación geográfica. *Cad. Cedes*, 25(66), 137-163. <https://pesquisa.bvsalud.org/portal/resource/pt/lil-416227?lang=es>
- Garrido, M. (2008). *La espesura del lugar: reflexiones sobre el espacio en el mundo educativo*. Universidad Academia de Humanismo Cristiano.
- Garrido, M. (2011). La construcción de espacio escolar y la justicia social. *Revista Geográfica de América Central*, 2(47E). 1-21. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/geografica/article/view/2805>
- Gonçalves, D., y Gaspar, V. (2010). Por uma história sensorial da escola e da escolarização. *Revista Linhas*, 11(2), 29-45. <https://revistas.udesc.br/index.php/linhas/article/view/2127>

- González Hernández, W. (2021). Los espacios de aprendizaje y las formas de organización de la enseñanza: una caracterización desde la subjetividad. *Revista De Estudios Y Experiencias En Educación*, 20(42), 313-328. <https://doi.org/10.21703/rexe.20212042gonzalez18>
- Gutiérrez, J. (2009). Estándares básicos para construcciones escolares, una mirada crítica. *Revista Educación y Pedagogía*, 21(54), 155-176. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/revistaeyp/article/view/9786>
- Jiménez, Á. (2009). La escuela nueva y los espacios para educar. *Revista Educación y Pedagogía*, 21(54), 103-125. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/revistaeyp/article/view/9782>
- Jiménez, J. (2022). *Aprendizaje basado en espacios. Metodología de la educación social*. Editorial UOC.
- Lefebvre, H. (2013). *La producción del espacio*. Capitán Swing.
- Maldonado, R. (1999). *Historia de la arquitectura escolar en Colombia*. Universidad Nacional de Colombia.
- Marini, G., Rodríguez, J., y Salas, M. (2018). Estéticas cotidianas escolares: desde lo que se ve hacia cómo se siente la escuela. *Revista Educação & Sociedade*, 39(143), 361-378. <https://doi.org/10.1590/ES0101-73302018171876>
- Mayoral-Campa, E., y Pozo-Bernal, M. (2017). Del aula a la ciudad. Arquetipos urbanos en las escuelas primarias de Herman Hertzberger. *Proyecto, Progreso, Arquitectura*, 17, 100-115. <https://doi.org/10.12795/ppa2017.i17.07>
- Méndez, J. (2011). Espacialidad y educación: aportes para la construcción de ambientes educativos no violentos. *Siwô. Revista de Teología. Revista de Estudios Sociorreligiosos*, 5(4), 41-60. <https://www.revistas.una.ac.cr/index.php/siwo/article/view/3673>
- Ministerio de Educación. (2006). Ingeniería civil y arquitectura. Planeamiento y diseño de instalaciones y ambientes escolares (Norma Técnica Colombiana, NTC 4595). https://www.mineduccion.gov.co/1621/articles-96894_Archivo_pdf.pdf
- Miranda, O., y Sasiain A. (2021). Las relacionalidades estéticas de las configuraciones espaciales en el contexto de educación infantil: Ejercicios con cuerdas, trapos y cuerpos. *Arte, Individuo y Sociedad*, 33(2), 397-411. <https://doi.org/10.5209/aris.68405>
- Montiel, I. (2017). Neuroarquitectura en educación. Una aproximación al estado de la cuestión. *Revista Doctorado UMH*, 3(2), 1-10. <https://revistas.innovacionumh.es/index.php/doctorado/article/view/641>
- Muntañola, J. (2004). Arquitectura, educación y dialogía social. *Revista Española de Pedagogía*, 62(228), 221-228. <https://core.ac.uk/download/pdf/224729655.pdf>
- Muñoz Cadena, C. A., y Martínez Castro, O. (2012). Rafael Maldonado Tapias: un símbolo de la arquitectura escolar en Colombia. *Dearq*, 1(11), 76-81. <https://doi.org/10.18389/dearq11.2012.08>
- Nunes, M., y Neira, M. (2017). A racionalização do espaço como dispositivo da educação superior. *Movimento (Porto Alegre)*, 23(3), 895-906. <https://doi.org/10.22456/1982-8918.65777>
- Páramo, P., y Burbano, A. (2021). *El tercer maestro: la dimensión espacial del ambiente educativo y su influencia sobre el aprendizaje*. Universidad Pedagógica Nacional.
- Parra, D. (2014, 5-15 de mayo). La educación silenciosa. Espacios escolares, discursos de poder e imaginarios colectivos [ponencia]. El control del espacio y los espacios de control. En: *Memoria del XIII Coloquio Internacional de Geocrítica*, Barcelona-España. <https://www.ub.edu/geocrit/coloquio2014/David%20Parra%20Monserrat.pdf>
- Perales, L. (2013). Lenguaje y subjetividad: una mirada otra de la pedagogía desde la virtualidad. *Saber. Revista Multidisciplinaria del Consejo de Investigación de la Universidad de Oriente*, 25(2), 227-233. https://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1315-01622013000200013
- Pía, M., y Mayorga, M. (2017). ¿Pueden los patios escolares hacer ciudad? *Arquitectura Escolar y Educación*, 17, 116-131. <https://revistascientificas.us.es/index.php/ppa/article/view/3341/3905>

- Pineau, P., Dussel, I., y Carusso, M. (2001). *La escuela como máquina de educar. Tres escritos sobre un proyecto de la modernidad*. Paidós Cuestiones de Educación
- Quiceno, H. (2009). Espacio, arquitectura y escuela. *Revista Educación y Pedagogía*, 21(54), 11-27. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/revistaeyp/article/view/9778>
- Ramírez, F. (2009a). La arquitectura escolar en la construcción de una arquitectura del lugar en Colombia. *Revista Educación y Pedagogía*, 21(54), 81-101. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/revistaeyp/article/view/9781>
- Ramírez, F. (2009b). Arquitectura y pedagogía en el desarrollo de la arquitectura moderna. *Revista Educación y Pedagogía*, 21(54), 29-65. <https://revistas.udea.edu.co/index.php/revistaeyp/article/view/9779>
- Remess, M., y Winfield, F. (2008). Espacios educativos y desarrollo: Alternativas desde la sustentabilidad y la regionalización. *Investigación y Ciencia*, 16(42), 45-50. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6104512>
- Riaño, W. (2025). Prolegómenos para otra educación sensible. En W. Riaño, y A. Díaz (Comps.), *¿Qué será de la Educación Física?* (pp. 199-224). Editorial Kinesis.
- Roldan, A. S., y da Silva, L. (2021). Aproximaciones al espacio escolar: un análisis del edificio escolar como dispositivo de convivencia. *Revista de la Escuela de Ciencias de la Educación*, 1(16), 118-128. <https://doi.org/10.35305/rece.v1i16.592>
- Romañá, T. (2004). Arquitectura y educación: perspectivas y dimensiones. *Revista Española de Pedagogía*, 62(228), 199-220. <http://www.jstor.org/stable/23764531>
- Runge, A., y Muñoz, D. (2005). Mundo de la vida, espacios pedagógicos, espacios escolares y ex-centricidad humana: reflexiones antropológico-pedagógicas y socio-fenomenológicas. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 3(2), 1-21. <https://revistaumanizales.cinde.org.co/rllcsnj/index.php/Revista-Latinoamericana/article/view/300>
- Serra, M. (2018). Arquitectura escolar: ¿pedagogía silenciosa? *Revista Crítica*, 3(4), 36-43. <https://www.studocu.com/es-ar/document/instituto-superior-de-profesorado-n0-3/derecho-constitucional/unidad-4-serra-arquitectura-escolar/67256130>
- Sibilia, P. (2011). ¿Es posible una escuela post-disciplinaria? (¿y sería deseable?). En F. Peirone (ed.), *La educación alterada. Aproximaciones a la escuela del siglo veintiuno* (pp. 1-27). Salida al Mar Ediciones.
- Troncoso, A. (2010). El magisterio y la experiencia del espacio. La meseta norte chubutense (1930-1970). *Cuadernos Interculturales*, 8(14), 87-109. <https://www.semanticscholar.org/paper/El-magisterio-y-la-experiencia-del-espacio.-La-Troncoso/271eac427ec7e66fb0e455f3f025f487ddd8dedc>
- Vargas, M. (2018). Arquitectura y antroposofía: La pedagogía Waldorf en los espacios de aprendizaje. Colegio San Christoferus y Colegio Waldorf. Lima, Perú. *P&A. Pedagogía y Arquitectura*, 4(3), 79-91. <https://doi.org/10.31381/pedagogiaarquitectura.v0i4.3283>
- Yonda, M., Obregón, J., y Quijano, O. (2015). La escuela como dispositivo de sujeción o espacio para la subjetivación. Una lectura en contextos locales. *Repositorio institucional Universidad de Manizales*, 1-23. <https://ridum.umanizales.edu.co/handle/20.500.12746/2396>



El impacto de BIM en la coordinación de proyectos: investigación de interferencias

The impact of BIM on Project Coordination: Clash Detection

Enviado: noviembre 01 / 2023 • Evaluado: febrero 24 / 2024 • Aceptado: abril 23 / 2025

CÓMO CITAR

Praia, P., da Costa-Pantoja J., Roma-Buzar M., y Sarasty-Narváez, N. (2025). El impacto de BIM en la coordinación de proyectos: investigación de interferencias. *Revista de Arquitectura (Bogotá)*, 27(2), 191-204. <http://dx.doi.org/10.14718/RevArq.2025.27.5624>

Pedro Praia*

Universidad de Brasilia (UnB), Brasilia (Brasil)
<https://ror.org/02xfp8v59>

João da Costa-Pantoja**

Universidad de Brasilia (UnB), Brasilia (Brasil)
<https://ror.org/02xfp8v59>

Márcio Roma-Buzar***

Universidad de Brasilia (UnB), Brasilia (Brasil)
<https://ror.org/02xfp8v59>

Nathaly Sarasty-Narváez****

Universidad de Brasilia (UnB), Brasilia (Brasil)
<https://ror.org/02xfp8v59>

RESUMEN

Este artículo presenta un análisis y una comparación entre el proceso de coordinación tradicional utilizado por oficinas de proyectos de arquitectura y el método de coordinación automatizada disponible usando la metodología BIM, con un enfoque en proyectos estructurales. El objetivo principal de este estudio es evaluar los beneficios que la sistematización y la automatización de la coordinación aportan a las empresas del sector de arquitectura, ingeniería y construcción que adoptan la tecnología BIM. Para ello, se lleva a cabo una investigación que mapea el procedimiento actual de coordinación en una oficina de arquitectura y lo compara con el proceso automatizado aplicado en dos casos de estudio reales desarrollados en la misma empresa. El estudio de caso revela que el proceso de coordinación mejora considerablemente cuando se emplean herramientas de detección automática, superando la eficacia del método híbrido actualmente en uso. Además, los resultados subrayan que, si bien la adopción exclusiva del BIM por la oficina de arquitectura conlleva beneficios significativos en las etapas de concepción, modelado y documentación, para lograr una coordinación efectiva y detectar conflictos de manera óptima, es necesario que todo el proyecto se desarrolle utilizando herramientas compatibles con BIM. Este hallazgo destaca la importancia de una implementación integral de tecnologías BIM en todas las fases del proyecto para maximizar su eficiencia y evitar posibles discrepancias durante la ejecución.

Palabras clave

BIM; coordinación; detección de interferencias; interoperabilidad; proyecto estructural

ABSTRACT

This article presents an analysis and comparison between the traditional coordination process used by architectural project offices and the automated coordination method available through Building Information Modeling (BIM), with a focus on structural projects. The main objective of this study is to evaluate the benefits that systematization and automation of coordination bring to companies in the architecture, engineering, and construction sector that adopt BIM technology. To this end, the study maps the current coordination procedure in an architectural office and compares it with the automated process applied in two real case studies developed by the same firm. The case study reveals that the coordination process improves significantly when automated clash detection tools are used, surpassing the effectiveness of the hybrid method currently in place. Moreover, the results emphasize that while the exclusive adoption of BIM by the architectural office yields significant benefits during the design, modeling, and documentation stages, effective coordination and optimal conflict detection require the entire project to be developed using BIM-compatible tools. This finding highlights the importance of comprehensive BIM implementation across all project phases to maximize efficiency and avoid potential discrepancies during execution.

Keywords

BIM; compatibility; clash detection; interoperability; structural project

- Arquitecto y urbanista, Centro Universitario de Brasilia (CEUB). Brasilia (Brasil)
Magíster en Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Brasilia (UnB). Brasilia (Brasil)
Doctor en Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Brasilia (UnB) Brasilia (Brasil)
Universidad de Brasilia (UnB), Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Brasilia (Brasil)
<https://scholar.google.com/citations?hl=pt-BR&user=9x4IKNkAAAAJ>
<https://orcid.org/0000-0001-8784-1870>
arapedropraia@gmail.com
- Ingeniero civil, Universidad de Brasilia (UnB). Brasilia (Brasil)
Magíster en Estructuras, Universidad de Brasilia (UnB). Brasilia (Brasil)
Doctor en Estructuras, Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro. Río de Janeiro (Brasil)
Universidad de Brasilia (UnB), Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Laboratorio de rehabilitación del ambiente construido (LabRAC). Brasilia (Brasil)
<https://scholar.google.com/citations?hl=pt-BR&user=hu8mEF4AAAAJ>
<https://orcid.org/0000-0002-0763-0107>
jaoopantoja@unb.br
- Ingeniero civil, Universidad Estadual de Maranhão. São Luiz (Brasil)
Magíster en Estructuras, Universidad de Brasilia (UnB). Brasilia (Brasil)
Doctor en Estructuras, Universidad de Brasilia (UnB). Brasilia (Brasil)
Universidad de Brasilia (UnB), Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Laboratorio de rehabilitación del ambiente construido (LabRAC). Brasilia (Brasil)
<https://scholar.google.com/citations?hl=pt-BR&user=TFfzN9wAAAAJ>
<https://orcid.org/0000-0002-1164-2784>
buzar@unb.br
- Ingeniera civil, Universidad de Nariño. Pasto (Colombia)
Magíster en Estructuras, Pontificia Universidad Católica de Río de Janeiro. Río de Janeiro (Brasil)
Doctora en Estructuras, Universidad de Brasilia (UnB). Brasilia (Brasil)
Universidad de Brasilia (UnB), Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Laboratorio de rehabilitación del ambiente construido (LabRAC). Brasilia (Brasil)
<https://scholar.google.com/citations?user=Of6r-s4AAAAJ&hl=pt-BR&oi=ao>
<https://orcid.org/0000-0002-6846-9257>
nathaly.sarasty@unb.br

INTRODUCCIÓN

En la industria de la construcción, el proceso de transformación digital impulsado por la tecnología Modelado de Información de Construcción (BIM, por sus siglas en inglés de Building Information Modeling) está redefiniendo la forma en que se conciben, ejecutan y gestionan los proyectos en entornos digitales, fusionando descripciones geométricas minuciosas con capas de información complementaria, como cantidades de materiales, presupuestos y atributos estructurales (Cardoso y Burbano, 2020).

Uno de los principales beneficios es la capacidad para detectar fallas e incongruencias entre los proyectos involucrados, lo que permite identificar problemas que, de otra manera, solo se descubrirían en el lugar de construcción. Esta capacidad no solo reduce los gastos y los costos finales de la obra, sino que también promueve la eficiencia y la calidad en todas las etapas del proceso de construcción. Aunque la adopción de BIM puede parecer como un aumento de los costos iniciales de un proyecto, este aparente sobrecosto se compensa rápidamente con los beneficios que se extienden a lo largo del ciclo de vida del edificio. La minimización de errores, la reducción de desperdicios y la colaboración anticipada entre todas las partes involucradas se traducen en ahorros sustanciales y en una notable disminución del costo total del edificio (Bardales et al., 2021; Cao et al., 2015).

La colaboración anticipada entre todos los involucrados es uno de los aspectos fundamentales del uso de la tecnología BIM en la fase de proyecto. Aunque la colaboración por documentos separados aún es posible, resulta inherentemente más difícil y lenta en comparación con la interacción con modelos 3D coordinados, donde el control de modificaciones puede gestionarse eficazmente (Eastman et al., 2014). En este contexto, la tecnología BIM desempeña un papel central, no solo en las oficinas de arquitectura e ingeniería, sino también en las empresas constructoras.

Es importante destacar que, a pesar de las numerosas ventajas que ofrece el BIM, aún son escasas las iniciativas de colaboración entre empresas privadas e instituciones académicas en el campo de la arquitectura, ingeniería y construcción (AEC). En Brasil, según los datos presentados por Sienge y Grant Thornton en 2020, el 61,59% de las empresas todavía no habían adoptado la metodología BIM. Una posible estrategia para fomentar la adopción del BIM es la implementación del Decreto 10.306 del 2 de abril del 2020, que establece la estrategia conocida como BIM BR. Esta estrategia tiene como objetivo principal invertir en acciones de *marketing* y difundir el concepto del BIM, con el fin de impulsar la productividad, promover la adopción del modelo, reducir costos y estimular el crecimiento del PIB en el sector de la construcción, como se destaca

en el documento Decreto 9.377, del 17 de mayo de 2018. Sin embargo, las ambigüedades con respecto a la compatibilidad como un posible factor clave en la adopción de BIM han frenado el desarrollo de una comprensión clara del proceso de adopción. Esto ha resultado en una predicción inexacta de la implementación y una baja tasa de adopción de BIM (Sienge, 2020; Hong et al., 2018). Esta brecha ha suscitado el interés de los autores en realizar un estudio detallado sobre la aplicación de la plataforma BIM en el proceso de modelado y coordinación de proyectos estructurales en desarrollos inmobiliarios. Un análisis minucioso de los procesos de diseño y coordinación de sistemas estructurales en edificios comerciales puede proporcionar a las empresas una ventaja competitiva significativa a través de análisis compartidos, enfoque multidisciplinario y sistematización de procesos (Arayici et al., 2011; Succar y Kassem, 2015).

En este estudio se utilizaron modelos simulados en Autodesk Revit y en el *software* Navisworks para investigar el proceso de coordinación de proyectos en BIM. La metodología incluyó la investigación de las herramientas BIM disponibles en el mercado brasileño, la realización de un estudio de caso con un modelo BIM de un edificio comercial, la caracterización del proceso de coordinación utilizando herramientas de modelado de construcción y un análisis comparativo, cuantitativo y cualitativo, entre las interferencias físicas identificadas en el modelo BIM y las encontradas en el método tradicional de coordinación en 2D/3D, con la clasificación de los problemas según su origen. Esta aproximación proporciona una comprensión integral del proceso de coordinación de proyectos en el contexto BIM.

Coordinación de proyectos mediante BIM

La aplicación de la técnica de modelado de información en la coordinación de proyectos ofrece notables beneficios en términos de seguridad y eficiencia en la construcción de edificaciones. Los proyectos están compuestos por múltiples sistemas (estructural, hidráulico, eléctrico, etc.) desarrollados por diferentes profesionales. Idealmente, para que este proceso funcione de manera eficaz, todos los profesionales involucrados deberían mantener una comunicación continua que permita la identificación de interferencias entre los proyectos y la realización de cambios basados en análisis de diversos escenarios y sus impactos. Una de las estrategias es el uso del formato de datos IFC (por sus siglas en inglés de Industry Foundation Classes), diseñado para permitir el intercambio de información sin pérdida o distorsión de información entre los participantes del proyecto (de Paula et al., 2017). Sin embargo, en el cotidiano de la industria de la construcción, esta aproximación

no siempre es posible, ya sea debido a diferencias entre los participantes, plazos ajustados o la persistencia de métodos de trabajo tradicionales, a menudo dependientes de *softwares* no adecuados para proyectos BIM y flujos de trabajo no colaborativos (Oh et al., 2015).

Las aplicaciones de BIM se están introduciendo cada vez en la industria de la construcción y en la academia, y se han recomendado numerosas aplicaciones de BIM en la literatura. Sin embargo, la cobertura de la teoría de la difusión de BIM — que combina cuestiones contextuales y técnicas de las aplicaciones— sigue siendo escasa y poco desarrollada (Shirowzhan et al., 2020). Los académicos de diferentes disciplinas informan que algunas razones para la baja tasa de adopción de sistemas de información como BIM y sistemas de información gráfica (GIS) están asociadas a la compatibilidad (Shirowzhan et al., 2020; Zuluaga y Albert et al., 2018).

Como destacaron Howell y Batcheler (2005), la búsqueda de un enfoque de acceso no propietario a los datos BIM se ha convertido en una prioridad crucial en la industria, con el objetivo de mitigar problemas recurrentes relacionados con la redundancia de entrada de datos. La interoperabilidad desempeña un papel destacado en este contexto, pues permite la reutilización de datos de proyectos previos y garantiza la coherencia entre los modelos que representan las distintas dimensiones de un edificio desde diversas perspectivas. En este contexto, la interoperabilidad se refiere a la capacidad de identificar qué información debe transferirse entre aplicaciones (Eastman, 2011). Cuando la interoperabilidad funciona eficientemente, se elimina la necesidad de duplicar la información, lo cual simplifica el flujo de trabajo entre diferentes aplicaciones durante el proceso de diseño de manera automática y sin obstáculos (Dias y Arantes, 2015).

La coordinación evalúa en qué medida el BIM se ajusta a la experiencia, necesidades y valores de un usuario. Dado que la industria de la construcción está altamente fragmentada —debido a que involucra varias partes interesadas, cada una con diferentes valores y requisitos— y que utiliza diversas plataformas de *software*, es esencial llevar a cabo una investigación cuidadosa de

la compatibilidad, a nivel tanto organizacional como técnico (Gourlis y Kovacic, 2017). Las herramientas de detección de conflictos e interferencias entre proyectos basadas en BIM, durante el proceso de coordinación de disciplinas, ofrecen numerosas ventajas en comparación con los métodos tradicionales. El antiguo método de superponer planos en una mesa de luz es impreciso, lento, propenso a errores y requiere que todos los diseños estén actualizados. El proceso más utilizado hoy en el mercado brasileño, que se basa en el uso de herramientas CAD 2D para superponer capas e identificar conflictos e interferencias, también resulta ineficiente y lento (Zardo et al., 2020).

Pereira (2016) afirma que, con los modelos BIM, es posible realizar la verificación automática de interferencias entre diferentes especialidades, como, por ejemplo, cuando un elemento estructural sea atravesado por un conducto de aire. Sin embargo, el proceso de detección de conflictos utilizando simplemente modelos de geometría 3D que contienen información geométrica (CAD 3D) detecta un gran número de interferencias sin sentido, en la mayoría de los casos. Por ejemplo, pueden identificarse falsos choques entre superficies simplemente porque un muro está conectado a otro, o porque una tubería atraviesa un muro como parte del diseño previsto. Otra situación que podría provocar la falla en la detección mediante métodos tradicionales sería cuando las geometrías no son sólidas o carecen de un significado de objeto. En este caso, la herramienta de detección de interferencias no será capaz de identificar conflictos entre elementos que se encuentran dentro de otros objetos. Además, la clasificación de conflictos en categorías significativas se ve fuertemente obstaculizada debido a la falta de información incorporada en estos simples modelos de geometría 3D (Eastman et al., 2014). La información presentada por Ferreira y Santos (2007) en la Tabla 1, indica que un proyecto elaborado en 2D depende de deducciones a partir de información similar, frecuentemente incompleta, duplicada o fragmentada. Estos problemas pueden resolverse en principio al adoptar el uso de herramientas de coordinación en un modelo BIM.

Tabla 1. Características de la representación en 2D que dificultan la interoperabilidad

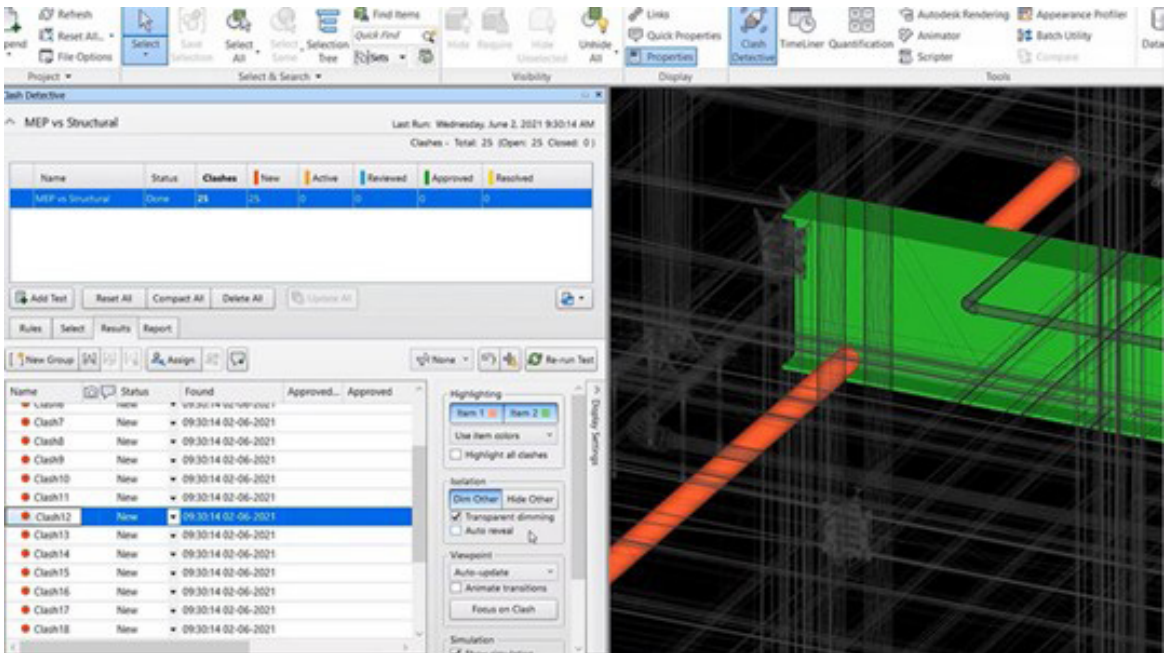
Característica	Descripción
Ambigüedad	Representaciones idénticas pueden interpretarse en más de una forma.
Simbolismo	El objeto se representa mediante un símbolo y sus dimensiones y formas no guardan relación con el objeto real.
Omisión	Se omiten ciertas informaciones consideradas “obvias” para simplificar el dibujo.
Simplificación	El diseñador simplifica la representación de un objeto, alterando el volumen real del objeto ilustrado. Aunque similar al simbolismo, en este caso, la simplificación guarda cierta relación con la forma y las dimensiones del modelo real.
Fragmentación	Se refiere a la separación de información en diversas vistas ortográficas (planta, elevación, corte), a menudo representadas en hojas separadas.

Fuente: adaptada de Ferreira y Santos (2007).

Por otro lado, las herramientas y programas informáticos de detección de conflictos basados en BIM, como Navisworks, permiten combinar la detección automática de interferencias geométricas con análisis basados en reglas y semántica, lo que facilita una detección de conflictos cualificada y estructurada como se muestra en la Figura 1. La interferencia ocurre cuando dos elementos se encuentran en la misma zona. Las interferencias pueden ser de tipo geométrico, de horarios superpuestos o cambios de diseño. Existen tres tipos de conflictos o interferencias: 1) *Hard Clash*: dos elementos que se superponen en el mismo espacio; 2) *Soft Clash*: tolerancia geométrica o

de distancia entre componentes con respecto a otros componentes; 3) *Colisión 4D/Workflow*: colisión que afecta al flujo de trabajo y a los horarios (Arumsari y Al’farisi, 2017). Una de las principales dificultades en la implementación de BIM en las oficinas de arquitectura es la capacitación de los profesionales y el uso del *software* por los agentes involucrados en el proyecto. Según Goes (2011), incluso los modelos centrales de coordinación, cuando se someten al proceso de detección de conflictos, requieren una verificación visual del modelo 3D, ya que muchas veces las interferencias e incompatibilidades son resultado de un error en el modelo tridimensional.

Figura 1. Ejemplo de detección de conflictos utilizando Navisworks



Fuente: Autodesk (2024) [fotografía]. <https://www.autodesk.com.br/products/navisworks>

Las herramientas BIM brindan a los coordinadores de proyectos (conocidos como BIM Managers) la capacidad de realizar análisis detallados y precisos de las interacciones entre diferentes disciplinas de manera selectiva. Esto incluye la identificación de conflictos e interferencias entre proyectos estructurales y de saneamiento, ya que cada componente en el modelo está asignado a una disciplina específica. Esta flexibilidad permite que el proceso de detección de conflictos se realice con varios niveles de detalle y en diversas especialidades, lo que hace posible verificar diversos factores.

METODOLOGÍA

El método de investigación adoptado es el de un análisis comparativo entre dos métodos de detección de conflictos en modelos 3D: el método híbrido y el método de detección de choques conocido como *clash detection* en BIM, mediante un estudio de caso. Dado

Por ejemplo, los coordinadores pueden identificar situaciones en las que el espacio entre los componentes hidráulicos y el contrapiso no cumplen los requisitos mínimos. Este análisis refinado es viable solo cuando se trabaja con modelos bien definidos y estructurados, como lo menciona Eastman (2011). El BIM y sus herramientas asociadas demuestran habilidades en el manejo de información multidisciplinaria durante el ciclo de vida del proyecto. Por lo tanto, esta capacidad ofrece oportunidades para respaldar las prácticas de construcción sostenible (Akbari et al., 2024).

que no había criterios predefinidos para relacionar interferencias en el proceso de coordinación, se desarrollaron criterios específicos para esta investigación con el fin de regular el proceso de detección de conflictos que involucra elementos estructurales. Como punto de

partida, los correos electrónicos intercambiados entre las oficinas de diseño desempeñaron un papel fundamental en la categorización de los tipos de conflictos y en la creación de una matriz comparativa entre elementos constructivos. Este enfoque híbrido, que combina procesos manuales y automáticos, se utilizó a lo largo del trabajo.

La oficina de arquitectura Fittipaldi Arquitectura optó por un enfoque híbrido en la verificación de conflictos e interferencias, ya que no recurrió a programas de detección automática para identificar estas incompatibilidades. En su lugar, adoptaron un enfoque visual basado en modelos tridimensionales, combinando la tradicional verificación en 2D con el uso de modelos y visualizaciones en tres dimensiones. La oficina aún se encuentra en proceso de transición total de los procesos del método tradicional al BIM (nivel de madurez 1). A pesar de que todo el proceso de creación y ejecución de los proyectos de arquitectura se realiza en BIM, los proyectos complementarios aún se reciben en formato

CAD en algunas ocasiones, lo que dificulta la aplicación total del proceso BIM completo, incluyendo la fase de revisión de interferencias.

En el segundo análisis se utilizó la herramienta de detección de conflictos en el *software* Revit, seguida de pruebas y análisis de la herramienta *clash detection* disponible en el *software* Navisworks Manager. Las principales diferencias entre el proceso híbrido implementado en la oficina y el proceso BIM aplicado en este estudio radican en la forma en que se gestionaron los tipos de conflictos y los grupos de elementos a verificar. En el primer caso, la categorización y sistematización se realizaron manualmente, utilizando un método visual de búsqueda. En contraste, en el proceso BIM, este procedimiento se automatiza mediante la *clash detection*. Para llevar a cabo este estudio, se generó un modelo central federado que abarca todas las disciplinas dentro del *software* Revit. Posteriormente, este modelo central se importó al *software* Navisworks, donde se llevó a cabo el proceso de detección de conflictos.

RESULTADOS

Descripción del proyecto

Se trata del edificio de recepción del Condominio Jardim Genebra, ubicado en Brasilia, Brasil. Es un edificio de tamaño mediano que

incluye un salón de fiestas, cocina gourmet, sala de administración, oficina del arquitecto, baños, garita central de monitoreo, almacén, comedor para empleados, vestuarios, taller de herramientas y garaje (Figura 2).

Figura 2. Imagen renderizada a partir del modelo BIM

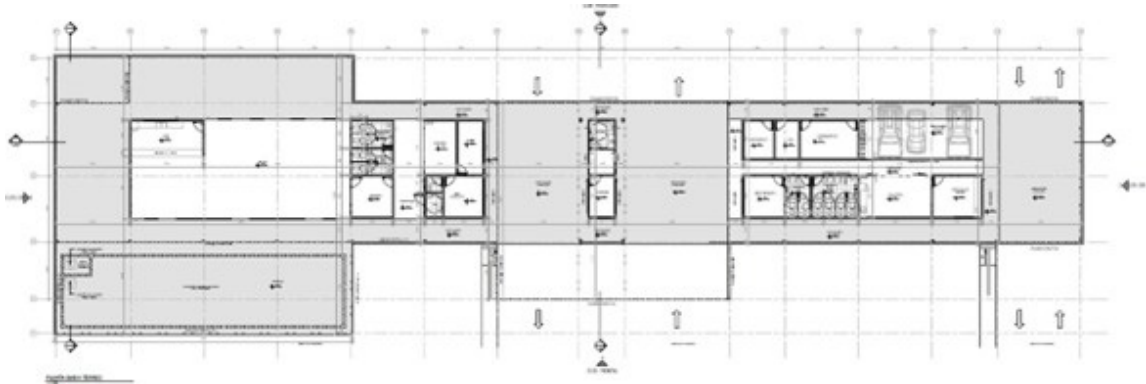


Fuente: Fittipaldi Arquitetura (2023).

El edificio tiene una estructura mixta y una cubierta de un solo plano con una inclinación del 8%. El concepto arquitectónico adoptado incluye columnas en los extremos de la cubierta y un sistema de vigas con perfiles I en el contorno de la cubierta. La estructura de este edificio combina elementos metálicos para la cubierta y las columnas externas, mientras que las columnas y vigas internas son de concreto armado moldeado *in situ*.

Además, el aislamiento térmico y acústico se garantiza mediante tejas especiales con muros de albañilería. Este edificio abarca una superficie de aproximadamente 2.650 m² (Figura 3), siguiendo un concepto horizontal y construido sobre una malla estructural modular. Cabe destacar la presencia de un amplio porche que rodea todo el edificio, que funciona como alero y reduce la incidencia directa de la radiación solar en los espacios interiores.

Figura 3. Planta del edificio de recepción del condominio Jardim Genebra



Fuente: Fittipaldi Arquitetura (2023).

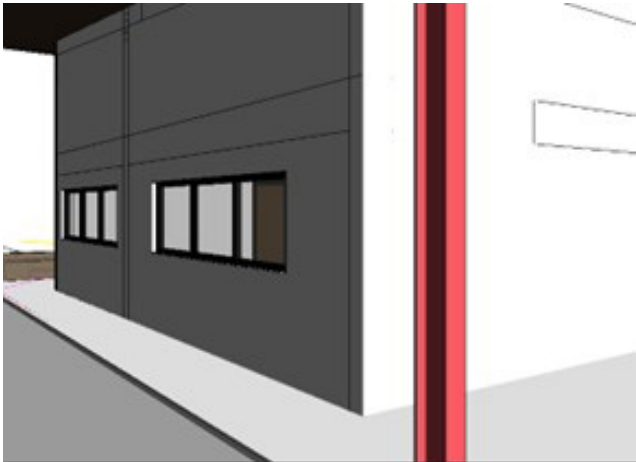
Coordinación híbrida

En este estudio de caso, todas las oficinas contratadas optaron por desarrollar sus proyectos utilizando programas BIM. Proporcionaron tanto los proyectos en CAD 2D como modelos BIM de cada disciplina, junto con la información no geométrica relevante. Se recibieron archivos tanto en formato IFC, creados en diferentes programas, como modelos de Revit. En el alcance de esta investigación, se llevó a cabo el análisis y la coordinación de los proyectos de arquitectura, concreto y estructura metálica, confrontando los elementos constructivos de cada disciplina. Es importante destacar que todos los proyectos relacionados con este edificio fueron concebidos

y modelados utilizando *software* de la plataforma BIM.

En la oficina de arquitectura Fittipaldi, una de las principales dificultades radica en la limitación en el uso de *software* de coordinación y sus respectivas herramientas de detección de conflictos. Esto resulta en la necesidad de realizar el proceso de compatibilidad de manera visual, a pesar de utilizar maquetas electrónicas en BIM. En este método, los recursos y ventajas esenciales de la verificación digital, incluida la detección de conflictos, no se aprovechan plenamente. Sin embargo, es importante destacar que este enfoque ya representa un avance significativo en comparación con el método tradicional en 2D (Figura 4).

Figura 4. Comparación entre la construcción y el modelo BIM



Fuente: Fittipaldi Arquitetura (2023).

El proceso de verificación se definió como *híbrido* debido a la combinación de la técnica puramente visual de los procesos de análisis de interferencias en dos dimensiones, pero con modelos tridimensionales y la búsqueda de choques e interferencias estrictamente visuales. La comunicación se realiza a partir de imágenes extraídas del modelo en el que se insertan todas las disciplinas simultáneamente. En la Tabla 2, se muestra la relación de las interferencias físicas.

Los conflictos identificados se comunicaron de diversas maneras, incluyendo el uso de archivos DWG con comentarios agregados, imágenes bidimensionales y modelos IFC superpuestos, como se ilustra en la Figura 5. Es importante destacar que no se elaboraron listas ni informes formales durante el proceso de compatibilización. En su lugar, todas las interferencias se registraron y compartieron a través de imágenes, y se documentaron y comunicaron mediante correo electrónico.

Tabla 2. Informe de compatibilidad híbrida

Informe de compatibilidad híbrida		
#	Tipo	Descripción
1	Compatibilidad	Alinear las vigas estructurales con la inclinación de la cobertura
2	Compatibilidad	Ajustar la altura de losas en los proyectos de acero y de concreto
3	Compatibilidad	Corregir la altura de la losa en relación con el proyecto arquitectónico
4	Compatibilidad	Alinear la cara externa de vigas metálicas con las columnas estructurales
5	Compatibilidad	Mover la puerta de la portería en relación con la columna 22
6	Compatibilidad	Mover la puerta de la portería en relación con la columna 23
7	Compatibilidad	Mover la cortina de la ventana 01
8	Compatibilidad	Mover los perfiles metálicos que están próximos al acceso vehicular principal
9	Compatibilidad	Retirar el tanque de agua inferior localizado frente al salón de fiestas
10	Compatibilidad	Sustituir el pasamano por la viga VC1
11	Compatibilidad	Revisar la altura de los pasamanos en relación con el piso terminado
12	Compatibilidad	Mover la ventana J05 en relación con la columna de concreto P40
13	Compatibilidad	Ajustar la altura de la cortina de vidrio CVT03 en relación con la viga V19
14	Compatibilidad	Ajustar la altura de la cortina de vidrio CVT05 en relación con la viga V09
15	Compatibilidad	Ajustar la altura de las columnas metálicas de la cobertura
16	Compatibilidad	Ajustar la altura del cielorraso de madera en relación con las columnas metálicas
17	Compatibilidad	Retirar las losas y columnas de concreto del modelo estructural metálico
1	Coordinación	Ajustar la altura de la cobertura considerando la norma técnica NT 0 CBMDF
2	Coordinación	Revisar la inclinación de las rampas en relación con las normas de accesibilidad NBR 9050
0	Constructibilidad	No se aplica a esta fase
0	Especificación	No se aplica a esta fase

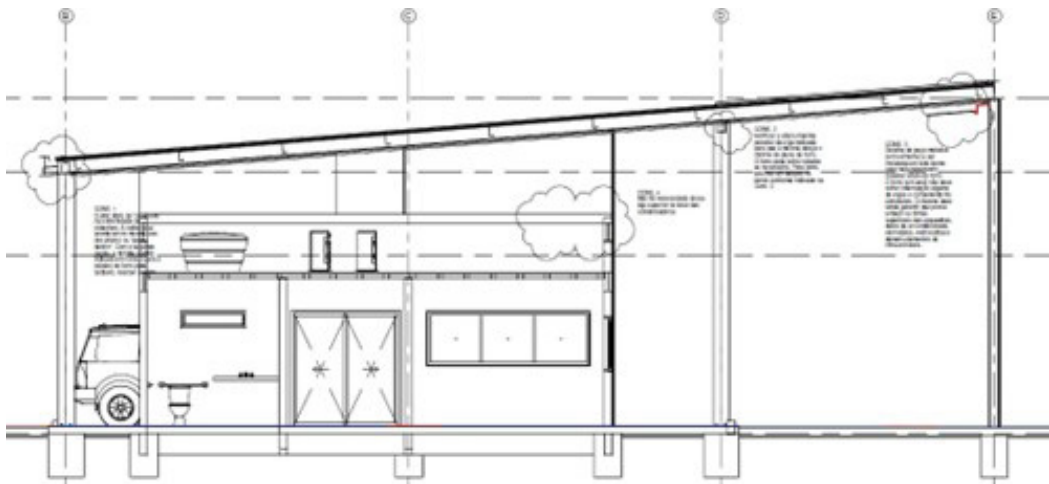
Fuente: elaboración propia (2023).

En este estudio de caso, el enfoque híbrido para la detección de interferencias reveló un mayor número de problemas en la categoría de verificación y coordinación. En su mayoría, estos problemas se refieren a las incompatibilidades entre el proyecto de arquitectura y los proyectos estructurales, que abarcan tanto el concreto como la estructura metálica. Se creó una visión general que asocia la categoría de arquitectura con una categoría unificada de estructura, que abarca ambos proyectos. A continuación, se presentan ejemplos visuales para facilitar la comunicación de las interferen-

cias físicas (IF) identificadas. Estas IF se detectaron mediante un análisis manual y visual del modelo federado BIM, utilizando el proceso híbrido de verificación.

La Tabla 3, relaciona la categoría de arquitectura con una categoría única de estructura que contiene los dos proyectos (concreto y metálico). Se detectaron 19 interferencias, 17 en la categoría de interferencias físicas, 2 en la categoría de coordinación y ninguna en las otras categorías, dado que el proyecto aún se encuentra en la fase de legalización.

Figura 5. Corte arquitectónico del proyecto condominio Jardim Genebra



Fuente: Fittipaldi Arquitetura (2023).

Tabla 3. Total de interferencias en el proceso híbrido

Total de interferencias en el proyecto híbrido	
Tipo	Interferencias
Compatibilidad IF	17
Coordinación	2
Constructibilidad	0
Especificación	0
Total	19

Fuente: elaboración propia (2023).

La Tabla 4 presenta la matriz que relaciona las IF encontradas mediante la superposición de los proyectos y la búsqueda manual y visual de interferencias entre elementos construc-
tivos, realizada a partir de la matriz propuesta por Ramírez (2018).

Tabla 4. Matriz de compatibilidad híbrida

		Elementos arquitectónicos							
		Muros		Puertas		Ventanas		Cielorraso	
Elementos estructurales	Columnas	MUR		PUE		VEN		CIE	
		00 IF		02 IF		03 IF		01 IF	
	COL		COL		COL		COL		
	Vigas	MUR		PUE		VEN		CIE	
		02 IF		01 IF		02 IF		01 IF	
	VIG		VIG		VIG		VIG		
Losas	MUR		PUE		VEN		CIE		
	02 IF		00 IF		02 IF		01 IF		
LOS		LOS		LOS		LOS			

Fuente: elaboración propia (2023).

Coordinación usando BIM

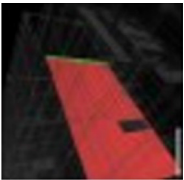
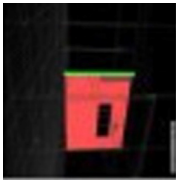
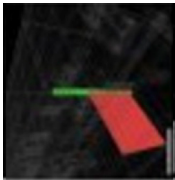
En el proceso de coordinación BIM, los conflictos más significativos surgieron al comparar el proyecto de estructura de concreto con las demás disciplinas de proyecto. La aplicación del software Navisworks en la etapa

de coordinación reveló la extensión de los conflictos generados por la falta de precisión en la modelización, especialmente en el área de arquitectura. En este contexto, solo se abordaron los elementos relacionados con la categoría de IF. El informe resultante se elaboró en función de los conflictos identificados entre

los elementos estructurales y arquitectónicos, siguiendo el método definido en la matriz de coordinación. Se estructuró con imágenes

extraídas del modelo federado para una mejor comprensión y documentación de estos problemas.

Tabla 5. Informe Navisworks

Reporte de interferencias Autodesk Navisworks										
Imagen	Nombre de la interferencia	Distancia	Ubicación en la cuadrícula	Punto de interferencia	Elemento 1		Elemento 2		Nombre del elemento	Tipo de elemento
					Nivel	Nombre del elemento	Tipo de elemento	Nivel		
	Interferencia 1	0,147 m	B-05: planta baja sótano	x:-4.868 y: -26.131 z=0.000	Planta baja sótano	Muro básico	Muro básico 15 cm	Sin nivel	Columna 20 x 20 cm	Columna 20 x 20 cm
	Interferencia 2	0,147 m	B-02: planta baja sótano	x:-24.068 y: -26.145 z=4.095	Planta baja sótano	Muro básico	Muro básico 15 cm	Sin nivel	Columna 20 x 20 cm	Columna 20 x 20 cm
	Interferencia 3	0,147 m	B-03: planta baja sótano	x:-17.814 y: -26.119 z=0.000	Planta baja sótano	Muro básico	Muro básico 15 cm	Sin nivel	Columna 20 x 20 cm	Columna 20 x 20 cm
	Interferencia 4	0,143 m	C-13: planta baja sótano	x:45.868 y: -30.943 z=2.850	Planta baja sótano	Muro básico	Muro básico 15 cm	Sin nivel	Columna 20 x 20 cm	Columna 20 x 20 cm

Fuente: elaboración propia (2023).

En la Tabla 5 se muestra el ejemplo de la primera página del informe generado automáticamente por el *software* Navisworks Manager. Se pueden configurar datos como el nivel donde se encuentra el conflicto, la imagen, la orientación en el espacio tridimensional y el nombre de los elementos en conflicto.

En la Tabla 6 se muestra la matriz de coordinación con todas las IF encontradas mediante el proceso de *clash detection* del *software* Navisworks. Se detectaron conflictos entre los elementos arquitectónicos: muros de mampostería, puertas, ventanas y techos, y los elementos estructurales: columnas, losas y vigas.v

Tabla 6. Matriz de compatibilidad BIM

		Elementos arquitectónicos							
		Muros		Puertas		Ventanas		Cielorraso	
Elementos estructurales	Columnas	COL	PAR	COL	POR	COL	VEN	COL	FOR
			25 IF		05 IF		03 IF		02 IF
	Vigas	VIG	PAR	VIG	POR	VIG	VEN	VIG	FOR
			47 IF		02 IF		05 IF		08 IF
	Losas	LOS	PAR	LOS	POR	LOS	VEN	LOS	FOR
			08 IF		00 IF		00 IF		02 IF

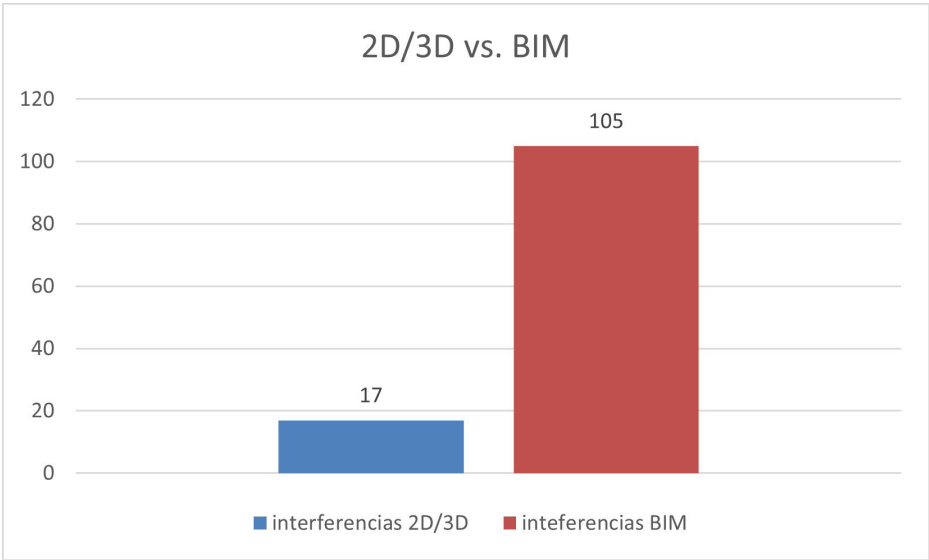
Fuente: elaboración propia (2023).

DISCUSIÓN

En este artículo se compara la cantidad de interferencias detectadas por el método híbrido y por el método BIM. El método híbrido identificó 17 interferencias, mientras que en el segundo método se encontraron 107 interferencias. Todas estas interferencias pertenecen a la categoría de coordinación entre arquitectura y estructura. El gráfico comparativo de los dos métodos se presenta en la Figura 6. En el proceso de detección de conflictos se compararon todos los elementos constructivos analizados. En el ámbito del proyecto de arquitectura, los elementos considerados incluyen mampostería, puertas, ventanas y techos. Es importante destacar que todas las interferencias físicas identificadas por

el método híbrido también fueron detectadas por el método automatizado. También es importante resaltar que fueron identificados tres tipos de conflictos o interferencias: elementos que se superponen en el mismo espacio, interferencias de tolerancia geométrica o de distancia entre componentes con respecto a otros componentes y, en menor medida, colisión que afecta el flujo de trabajo y los horarios. El número superior de interferencias encontradas con el método BIM puede ser resultado del mayor número de interferencias de tolerancia geométrica encontradas, aunque se haya solicitado que se indique solamente una interferencia cuando dos elementos se encuentran en la misma posición.

Figura 6. Comparación de interferencias entre los métodos híbrido y BIM



Fuente: elaboración propia (2023).

Es relevante destacar que el *software* Navisworks convierte superficies curvas en planos y puntos, lo que resalta la importancia de ajustar la tolerancia y el tipo de colisión para minimizar resultados falsos positivos y falsos negativos. Se realizaron doce pruebas de acuerdo con la matriz de relación entre elementos arquitectónicos y estructurales. Estas

pruebas se llevaron a cabo en la categoría *Hard* con una tolerancia de 0,01 metros. El aumento significativo en el número de interferencias entre elementos, como muros de mampostería y vigas, así como muros y columnas, es resultado del proceso de modelado, en el cual los muros de mampostería se modelan antes de la inserción del modelo estructural.

CONCLUSIONES

El principal objetivo de este estudio fue analizar el proceso de coordinación y establecer una comparación entre la coordinación automática ofrecida por la plataforma BIM y el método actualmente utilizado por la oficina de arquitectura Fittipaldi Arquitetura, basándose en un estudio de caso específico. La etapa de coordinación de proyectos desempeña un papel fundamental al proporcionar una visión integral del edificio considerando todos los proyectos involucrados en la construcción. Esta fase ofrece una visión panorámica de todo el proceso de concepción y documentación de un proyecto en el contexto de la AEC. La importancia de la coordinación no se limita solo a la resolución de cuestiones geométricas relacionadas con interferencias físicas, sino que también abarca aspectos legales, regulatorios y constructivos. La coordinación optimiza, racionaliza y acelera el proceso de construcción a través de la digitalización, lo que permite anticipar errores e incompatibilidades entre proyectos que, en muchos casos, solo se detectarían en el lugar de construcción.

El estudio de caso reveló que el proceso automatizado de detección de conflictos es notablemente más preciso y eficaz en la identificación de fallas e interferencias entre los diversos

proyectos involucrados en la construcción de un edificio. Quedó claro que la mayoría de los conflictos ocurren entre los elementos estructurales, como vigas y columnas, y los elementos arquitectónicos, como muros y cortinas de vidrio. Esto se debe a factores como imprecisiones en la modelización y al uso de tipologías estructurales con elementos (columnas y vigas) incorporados en la albañilería. Para que la detección automatizada de choques e interferencias entre elementos constructivos y estructurales sea posible, es imperativo que el proyecto estructural también se modele en BIM.

Los resultados comparativos de los datos demuestran que la adopción de BIM por parte de la oficina de arquitectura aporta beneficios y ventajas en las etapas de concepción, modelización y documentación, y se muestra eficaz en el proceso de coordinación de proyectos, ya que permite el uso completo de las herramientas de detección automática de conflictos disponibles en las herramientas BIM. En resumen, es importante destacar que los resultados enfatizan que BIM no se limita al uso de software de esta plataforma. Esta investigación enfatiza que el proceso BIM requiere una integración real entre los diseñadores, que va más allá de la integración entre modelos y archivos.

CONTRIBUCIONES Y AGRADECIMIENTOS

Este artículo deriva de una investigación llevada a cabo por el laboratorio de rehabilitación del ambiente construido (LabRAC), en el marco de la línea de investigación de estructuras y arquitectura de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Brasília.

Los autores de este trabajo han realizado las siguientes contribuciones: Pedro Praia: desarrollo de la investigación y estudios de caso,

João da Costa Pantoja: dirección del proyecto de investigación de maestría, redacción del artículo, Marcio Augusto Roma Buzar: codirección del proyecto de investigación de maestría, redacción del artículo, Nathaly Sarasty Narváez: redacción, revisión, traducción, adecuación del artículo. Los autores declaran que no tienen conflictos de interés relevantes en relación con la investigación presentada.

REFERENCIAS

- Akbari, S., Sheikhhoshkar, M., Rahimian, F. P., El Haouzi, H. B., Najafi, M., y Talebi, S. (2024). Sustainability and building information modelling: Integration, research gaps, and future directions. *Automation in Construction*, 163, 105420. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2024.105420>
- Arayici, Y., Coates, P., Koskela, L., Kagioglou, M., Usher, C., y O'Reilly, K. (2011). Technology adoption in the BIM implementation for lean architectural practice. *Automation in Construction*, 20(2), 189-195. <http://doi:10.1016/j.autcon.2010.09.016>
- Arumsari, P., y Al'farisi, M. K. (2017). Cost estimation using ministerial regulation of public work no. 11/2013 in construction projects. *Earth and Environmental Science*, 109(1), 012033. <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/1755-1315/109/1/012033>
- Autodesk. (2024). [fotografía]. <https://www.autodesk.com.br/products/navisworks>
- Bardales, N. H. M., Rojas, L. C., y Marín, R. (2021). Implementación de la metodología BIM en el Perú: Una revisión. *Revista Científica Pakamuros*, 9(2). <https://doi.org/10.37787/0b391g12>
- Brasil. (2018, 17 de mayo). Decreto 9.377. Diário Oficial da União. http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2015-2018/2018/decreto/D9377.htm
- Cao, D., Wang, G., Li, H., Skitmore, M., Huang, T., y Zhang, W. (2015). Practices and effectiveness of building information modelling in construction projects in China. *Automation in Construction*, 49, 113-122. <http://doi.org/10.1016/j.autcon.2014.10.014>
- Cardoso Llach, D., y Burbano, A. (2020). Other computations: Digital technologies for architecture from the global south. *Dearq*, 27, 6-21. <https://doi.org/10.18389/dearq27.2020.01>
- de Paula, H. M., Rodrigues, K. C., de Castro Mesquita, H., y Eduardo, R. C. (2017). Mapeamento sistemático de referências do uso do BIM na compatibilização de projetos na construção civil. *REEC-Revista Eletrônica de Engenharia Civil*, 13(1). <https://doi.org/10.5216/reec.v13i1.45014>
- Dias, E. R., y Arantes, E. M. (2015). Interoperabilidade de ferramentas de modelagem paramétrica em projetos industriais. *Gestão & Tecnologia de Projetos*, 10(2), 35-46. <https://www.revistas.usp.br/gestaodeprojetos/article/view/101369>
- Eastman, C., Teicholz, P., Sacks, R., y Liston, K. (2014). *Manual de BIM: um guia de modelagem da informação da construção para arquitetos, engenheiros, gerentes, construtores e incorporadores*. Bookman Editora.
- Eastman, C. M. (2011). *BIM handbook: A guide to building information modeling for owners, managers, designers, engineers and contractors*. John Wiley & Sons.
- Ferreira, R. C., y Santos, E. T. (2007). Características da representação 2D e suas limitações para a compatibilização espacial. *Gestão & Tecnologia de Projetos*, 2(2), 36-51. <https://doi.org/10.4237/gtp.v2i2.39>
- Fittipaldi Arquitetura. (2023). Proyecto residencial- plantas y cortes arquitectónicos [Documento no publicado].
- Goes, R. T. B. (2011). *Compatibilização de projetos com a utilização de utilização de ferramentas BIM*. Instituto de Pesquisa Tecnológicas do Estado de São Paulo.
- Gourlis, G., y Kovacic, I. (2017). Building Information Modelling for analysis of energy efficient industrial buildings—A case study. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 68, 953-963. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2016.02.009>
- Howell, I., y Batcheler, B. (2005). Building information modeling two years later—huge potential, some success and several limitations. *The Laiserin Letter*, 22(4), 3521-3528. http://www.laiserin.com/features/bim/newforma_bim.pdf
- Hong, Y., Hammad, A. W., Sepasgozar, S., y Akbarnezhad, A. (2018). BIM adoption model for small and medium construction organisations in Australia. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 26(2), 154-183. <https://doi.org/10.1108/ECAM-04-2017-0064>
- Oh, M., Lee, J., Hong, S. W., y Jeong, Y. (2015). Integrated system for BIM-based collaborative design. *Automation in Construction*, 58, 196-206. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.07.015>

- Pereira, M. D. dos S. (2016). *Implementação do BIM nas organizações: Práticas e sugestões para a implementação* [Dissertação de mestrado, Universidade do Minho]. Universidade do Minho, Escola de Engenharia. <https://hdl.handle.net/1822/48366>
- Ramírez, M. C. (2018). *Planejamento de projetos de edificações na administração pública: Estudo de caso com uso de ferramentas de modelagem da informação da construção* [Dissertação de mestrado, Universidade de Brasília]. Repositório Institucional da Universidade de Brasília. <http://repositorio.unb.br/handle/10482/35716>
- Shirowzhan, S., Sepasgozar, S. M., Edwards, D. J., Li, H., y Wang, C. (2020). BIM compatibility and its differentiation with interoperability challenges as an innovation factor. *Automation in Construction*, 112, 103086. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103086>
- Sienge, Grant Thornton. (2020). *Mapeamento de maturidade BIM Brasil*. <https://www.sienge.com.br/relatorio-mapeamento-de-maturidade-bim/>
- Succar, B., y Kassem, M. (2015). Macro-BIM adoption: Conceptual structures. *Automation in Construction*, 57, 64-79. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2015.04.018>
- Zardo, P., Mussi, A. Q., y Silva, J. L. D. (2020). Tecnologias digitais no processo de projeto contemporâneo: potencialidades e desafios à profissão e à academia. *Ambiente Construído*, 20, 425-440. <https://doi.org/10.1590/s1678-86212020000200407>
- Zuluaga, C. M., y Albert, A. (2018). Preventing falls: Choosing compatible fall protection supplementary devices (FPSD) for bridge maintenance work using virtual prototyping. *Safety Science*, 108, 238-247. <https://doi.org/10.1016/j.ssci.2017.08.006>



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 Maria Cereghino-Fedrigò

Teléfonos
+57 (601) 327 73 00 - 327 73 33
Ext. 3109; 3112 o 5146
Fax: +57 (601) 285 88 95

Correo electrónico
revistadearquitectura@ucatolica.edu.co
cifar@ucatolica.edu.co

Página WEB
www.ucatolica.edu.co

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



Impresión
Xpress Estudio Gráfico y Digital S.A.S.
Bogotá D. C., Colombia
abril de 2024

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

Contribución de la Revista de Arquitectura (Bogotá) a los ODS. Análisis temático y bibliométrico (2015-2025)

Contribution of the Journal of Architecture (Bogotá) to the SDGs: Thematic and Bibliometric Analysis (2015-2025)

Anna Maria Cereghino-Fedrico Flor · Adriana Pedraza-Pacheco

Resiliencia de la arquitectura regional de bahareque: simulación según un modelo basado en agentes con el software NetLogo

Resilience of Regional Bahareque Architecture: Agent-Based Simulation Using NetLogo software

Carlos Eduardo Rincón-González · Jorge Augusto Montoya-Arango

Confort asociado al teletrabajo en viviendas del IPV y Procrear: clima templado cálido

Comfort associated with remote work in IPV and Procrear housing:

warm temperate climate

Yésica Alamino-Naranjo · María Celina Michaux

¿Qué eligen quienes eligen la tierra? Casas, estilos de vida y sentidos sociales

What Do Those Who Choose Earth Choose? Houses, Lifestyles, and Social Meanings

Antonela Lucia Mostacero · Josela Garcilazo · Santiago Cabrera · Celeste Arnaudo

Identificación de barreras en la interacción entre Construcción Industrializada (CI) y Building Information Modeling (BIM)

Identification of Barriers in the interaction between Industrialized Construction and Building Information Modeling (BIM)

Ítalo Sepúlveda-Solari · Sebastián Sarmiento-Herrera · Gabriela Peterssen-Soffia

El patrimonio en la era de la globalización

Heritage in the Age of Globalization

Alberto Cedeño-Valdiviezo

Sustainable Construction as Getting Dressed of Place: Two Experiences in the Tropics

La construcción sostenible como vestirse de lugar: dos experiencias en el trópico

Carlos Mauricio Bedoya · Carlos Alberto Mejía · Édgar Cano Restrepo ·

Creativity in the Design Process: Cognitive Actions and Conceptual Transformations

Creatividad en el proceso de diseño: acciones cognitivas y transformaciones conceptuales

Nazife Asli Kaya · Seniz Cikis

Estrategia para la implementación parcial de una herramienta didáctica que valora la sostenibilidad en proyectos arquitectónicos

Strategy for the Partial Implementation of a Didactic Tool for Assessing Sustainability in Architectural Projects

Carlos Antonio Rada-Solano · Christiam Alonso Castro-Escalante

Circularidad como alternativa sostenible en la autoconstrucción de viviendas en zonas vulnerables de Latinoamérica

Circularity as a Sustainable Alternative in the Self-Construction of Housing in Vulnerable Areas of Latin America

Patricia González-Vallejo · Marta Edith Yajnes Susana · Inés Caruso · Claudia Marcela Muñoz-Sanguinetti

Tendencias investigativas sobre espacios educativos y subjetivación en Iberoamérica

Research Trends on Educational Spaces and Subjectivation in Ibero-America

Wilson Riaño-Casallas

El impacto de BIM en la coordinación de proyectos: investigación de interferencias

The impact of BIM on Project Coordination: Clash Detection

Pedro Praia · João da Costa-Pantoja · Márcio Roma-Buzar · Nathaly Sarasty-Narváez



ARLA
Asociación de Revistas Latinoamericanas de Arquitectura
Universidad de Bío Bío (Chile)



ProQuest
Databases, Ebooks and Technology for Research
Estados Unidos



CLASE
Ciencias Latinoamericanas en Ciencias Sociales y Humanidades
Universidad Nacional Autónoma de México



Redalyc
Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
Universidad Autónoma del Estado de México



SAPIENS Research
Revista de las Ciencias Sociales y Humanidades
Categoría C200
Sapiens Research Group



MIAR
Matrix for the Analysis of Journals
Universidad de Barcelona



publindex
Publicaciones Científicas de Colombia
Indice Bibliográfico Nacional - IBN
Colombia - Colombia



Clarivate Analytics
Emerging Sources Citation Index
Architectural - Journal List
Estados Unidos



DOAJ
Directory of Open Access Journals
Universidad de Lund - Suecia



Google Académico
ISSN: 1657-0308
E-ISSN: 2257-426X
DOI: 10.14718/RevArq



EBSCO
Fulltext Academic Plus
Art & Architecture
Estados Unidos



SciELO
Scientific Electronic Library Online - Colombia
Latinoamérica, el Caribe, España y Portugal



REDIB
Red Iberoamericana de Investigación y Conocimiento Científico
España



Dialnet
Sistema abierto de intercambio de revistas publicadas en castellano
Universidad de La Rioja (España)



latindex
LATINDEX (Castellano)
Sistema abierto de intercambio de revistas publicadas en castellano
Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM)



LatinREV
Red Latinoamericana de Revistas Académicas en Ciencias Sociales y Humanísticas
FLACSO Argentina



@REVArQUcatolica



REVISTA DE ARQUITECTURA (BOGOTÁ) UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA



HTTPS://WWW.MENDELEY.COM/PROFILES/REVISTA-DE-ARQUITECTURA-BOGOT/