

# A

Revista en Ciencias  
de los  
Ámbitos Antrópicos

# ARTÍCULO

AÑO 2026

enero-junio



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA  
DE AGUASCALIENTES

no. 9



*Artificio® tiene por objetivo construir desde un enfoque multidisciplinar el conocimiento sobre la ciencias y métodos en el estudio de los Ámbitos Antrópicos, entendido como prácticas, herramientas y procesos desde ópticas como el diseño, el urbanismo, la arquitectura y la ingeniería civil, y otras.*

*El enfoque de Artificio sigue creciendo y actualizándose. Como antecedentes consideramos perspectivas como las Ciencias de lo Artificial de Herbert Simon, cruciales para comprender el entorno natural y construido y el rol que los seres humanos tienen en su desarrollo. Además, la condición humana de Hanna Arendt también es necesaria para comprender al homo faber y su capacidad para desarrollar herramientas y transformar el entorno. Por ello, el antropoceno como campo emergente puede ser un ejemplo de nuevas corrientes que surgen de cruces interdisciplinarios, vinculando perspectivas como innovación y sustentabilidad.*

*El entorno desde la perspectiva de Artificio, es concebido en un sentido más amplio, como un conjunto de circunstancias naturales y artificiales así como fenómenos políticos, sociales, económicos y tecnológicos que envuelven, se relacionan y afectan o son afectados por actividades humanas.*

*Arbitrada mediante el sistema de doble-ciego y de periodicidad semestral en la modalidad de publicación continua, Artificio publica artículos en español e inglés.*



---

## ARTIFICIO

*Número 9 (Enero-Junio 2026), es una publicación semestral editada por la Universidad Autónoma de Aguascalientes a través del Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción, Av. Universidad No. 940, Ciudad Universitaria, C.P. 20100, correo-e: ralopez@edu.uaa.mx. Editor responsable: Dr. Ricardo López-León. Reserva de Derechos al Uso Exclusivo: 04-2022-102111313400-102, e-ISSN: 2992-7463, ambos otorgados por el Instituto Nacional de Derechos de Autor. Las opiniones expresadas por los/as autores/as no necesariamente reflejan la postura del editor de la publicación.*

*Todas las ediciones en  
<https://revistas.uaa.mx/>*

## Índice

	<b>Presentación</b> <b>Presentation</b> <i>J. Jesús López García</i>	<b>IV</b>
	<b>Estudio experimental y numérico sobre la ventilación natural en los edificios de vivienda a través de los patios.</b> <b>Experimental and numerical study of natural ventilation in residential buildings using courtyards.</b> <i>Daniel Ventura Guerrero, César Augusto Real Ramírez, Roberto Gustavo - Barnard Amosurrutia</i> <i>Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco</i>	<b>1</b>
	<b>Salud, Meta-Diseño y Sistemas Complejos: Apuntes para una Pedagogía del Juego.</b> <b>Health, Meta-Design and Complex Systems: Notes for a Pedagogy of Play.</b> <i>Diego Alatorre Guzmán</i> <i>Universidad de Coimbra</i>	<b>16</b>
	<b>Viabilidad de fachadas ventiladas en espacios educativos: caracterización ambiental de un aula vulnerable.</b> <b>Viability of ventilated facades in educational environments: Environmental characterization of a vulnerable classroom.</b> <i>María Fernanda Ramírez Trejo, Juan Bosco Hernández Zaragoza, Teresa López Lara</i> <i>Universidad Autónoma de Querétaro</i>	<b>31</b>
	<b>Resignificación de la experiencia subjetiva sobre la muerte desde la Neuroarquitectura en la necrópolis.</b> <b>Resignification of the subjective experience of death from Neuroarchitecture in the necropolis.</b> <i>Perla Eleonora Battisti López, Moisés Barrera Sánchez</i> <i>Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas,</i> <i>Benemérita Universidad Autónoma de Puebla</i>	<b>44</b>

## Directorio Institucional

**Mtro. en D. Juan Carlos Arredondo Hernández**  
*Rector de la Universidad Autónoma de Aguascalientes*

**Dr. en Der. Frenando Ruvalcaba Villalobos**  
*Secretario General*

**Mtra. en Ing. Amb. Ma. Guadalupe Lira Peralta**  
*Decana del Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción*

**Dr. en Amb. Ant. Mario Ernesto Esparza Díaz de León**  
*Secretario de Investigación y Posgrado*

## Directorio Editorial

### Editor

**Ricardo López-León**  
*Universidad Autónoma de  
Aguascalientes, México.*

### Editor Asistente

**Gabriel Angel López Macías**  
*Universidad Autónoma de  
Aguascalientes, México.*

## Consejo editorial

**Tom Børsen**  
*Aalborg University, Denmark.*

**Ricardo Sosa**  
*Auckland University, New Zeland.*

**Ainoa Abella**  
*Elisava, Facultad de Diseño e Ingeniería  
de Barcelona, España.*

**Nancy Jiménez Martínez**  
*Universidad Nacional Autónoma de  
México, México.*

**Juan Carlos Ortíz Nicolás**  
*Universidad Nacional Autónoma de  
México, México.*

**Anuar Pacheco Guerrero**  
*Universidad Autónoma de  
Zacatecas, México.*

**Rubén Garnica Monroy**  
*Tecnológico de Monterrey, México.*

**Jesús Pacheco Martínez**  
*Universidad Autónoma de  
Aguascalientes, México.*

**Enrique Santiago García**  
*Universidad Autónoma de  
Aguascalientes, México.*

## Presentación

# Arquitectura, Diseño, Ingeniería Civil y Urbanismo: ramas de un mismo árbol

Por J. Jesús López García

Desde tiempos inmemoriales, la profesión arquitectónica ha estado presente en la historia de la humanidad, baste traer a colación al perito egipcio *Imhotep*, primer arquitecto conocido en la historia (Paolo, 2026). En la Grecia clásica destacan *Pericles* e *Ictinos*; en Roma *Vitruvio* (Vitruvio, 2023), quien escribió «De Architectura» *el libro de arquitectura*, tratado seminal de la materia arquitectónica; en el Renacimiento, *Leonardo da Vinci* representa lo más granado de los polímatas, experto en diversas áreas del conocimiento científico y del arte, particularmente en la arquitectura y en la ingeniería militar.

Con la Revolución Industrial “La palabra «construcción» indica, a finales del siglo XVIII, una serie de aplicaciones técnicas: edificios públicos y privados, calles, puentes, canales, movimientos de tierras e instalaciones urbanas: acueductos y alcantarillado. Incluye, más o menos, toda manufactura de gran tamaño donde no sea predominante el aspecto mecánico”. (Benevolo, 2007: 21), así, la arquitectura y las ingenierías estaban unidas por la actividad constructiva, prevaleciendo la primera ya que la “... enseñanza de la arquitectura se imparte durante el *ancien régime* en la Académie d’Architecture, fundada en 1671... [sin embargo]... las tradiciones humanísticas de la Academia y de su escuela no son las más adecuadas para formar técnicos puros, por lo que en 1747 se inaugura la Ecole des Ponts et Chaussées...y en 1748 se instituye la Ecole des Ingénieurs de Mézière...Por primera vez se establece la dualidad de «ingeniero» ...” (Benévolo, 2007: 25-26).

Teniendo como referencia lo anterior “...los primeros profesionales que se consideraron ingenieros estaban más relacionados con las máquinas y la ingeniería militar, que con lo que hoy se incluye en la ingeniería civil. Anteriormente esta actividad estaba estrechamente unida a la profesión del arquitecto, hasta que a finales del siglo XVIII y principios del XIX, se produjo la separación de ambas... [en donde la]... Ingeniería de infraestructuras, generalmente llamada de Obras Públicas, es la actividad principal de los ingenieros civiles”. (Troyano, 2005: 44).

Si bien la arquitectura y las ingenierías nos remiten hasta épocas remotas, también el urbanismo forma parte de esos antecedentes, siendo parte inseparable de la asignatura arquitectónica, como lo expone Aldo Rossi (2025), al afirmar que la “...ciudad se entiende...como una arquitectura, y esta, a su vez, como construcción de la ciudad en el tiempo...”, teniendo en cuenta que el concepto moderno del urbanismo aparece a partir del siglo XIX a causa de las consecuencias que trajo consigo el asentamiento de las industrias tal las grandes concentraciones, convirtiéndose en una masa de recientes aglomeraciones humanas. Gradualmente las ciudades crecen de manera desmedida; aquellos que se trasladan del campo para trabajar en las fábricas se convierten rápidamente en obreros industriales, requiriendo por ello de servicios de infraestructura urbana, particularmente de casas, las cuales son levantadas por un grupo de especuladores que su único propósito es la obtención de un máximo de ganancia.

Los resultados son catastróficos a causa de las deficiencias en la edificación de los conjuntos habitacionales, los cuales, al no tener más remedio son habitados por las personas ya que “...a nadie le importaba lo más mínimo que ofrecieran seguridad e higiene, que tuvieran luz y aire o que estuvieran abominablemente sobrepobladas...” a decir de Croome (Benévolo, 2007: 68); sin duda alguna, el problema era más urbanístico que de construcción, teniendo efectos de insalubridad, de congestión y de molestia. Las casas no tenían instalaciones de índole alguna, provocando la imposibilidad para evacuar los desechos líquidos y sólidos; carecen de agua potable entubada a causa de que en ese momento el uso industrial del líquido excluye el civil. Las actividades exteriores de las circulaciones peatonales y vehiculares, el juego de los niños y la cría de los animales -que en el campo no representan problema alguno-, en la ciudad emergen como una situación fastidiosa e intolerante, amén que las epidemias e infecciones están a la orden del día propagándose a todos los ámbitos sociales.

Además, se suman otras cuestiones como la red ferroviaria; Inglaterra se alza como el país que abre al público el primer ferrocarril en 1825, en donde gradualmente se extiende a Europa y al resto del mundo. El asentamiento de la vía, requiere de una reglamentación específica, modificando con ella el ordenamiento del territorio. Con estos precedentes podemos afirmar que “...los métodos de la urbanística moderna arrancan de estos dos hechos: de las servidumbres impuestas por las nuevas realizaciones técnicas –el ferrocarril primordialmente- y de los servicios invocados por los higienistas para remediar las deficiencias sanitarias de las instalaciones paleo industriales” (Benévolo, 2007: 73).

Las alteraciones sufridas por el arribo de las grandes fábricas trajeron consigo un desagrado de la cultura del siglo XIX por la ciudad moderna pues “...el desorden y la vulgaridad de la producción industrial se reflejan ya en todo el escenario de la vida social, comprendidos los objetos de uso común, empleados cotidianamente...[emergiendo]...un movimiento para mejorar la forma y el carácter de estos objetos –muebles, utensilios, tejidos, vestidos, enseres de todo género- y este movimiento ejerce la función de punta de lanza en el debate cultural de la segunda mitad del XIX...” (Benévolo, 2007: 189), encabezado principalmente por William Morris (Monteverde, 2023).

La corriente liderada por Morris, identificada como Arts & Crafts, tuvo como propósito la renovación de las artes aplicadas a través de un «arte del pueblo para el pueblo», evitando toda referencia industrial, no obstante, se requirió estructurar un “...discurso y confrontar todo el esfuerzo teórico y práctico aplicado a la consecución de la calidad en los objetos de uso... [con una actitud]...impulsada con fines generales, pero con motivaciones específicas y completamente distintas, como es el movimiento que da origen al *industrial design*” (Manieri, 2001: 82).

Así, el diseño tuvo como primer representante al diseño industrial, como una respuesta a los requerimientos de componentes de uso cotidiano: sillas, mobiliario, enseres domésticos, y demás. Por otro lado, se ha difundido ininidad de ocasiones que en 1922, William Addison Dwiggins acuñó el concepto «diseño gráfico», en su ensayo «New kind of printing calls for New Design», aunque Pablo Shaw sostiene que “...el primer uso del término... [se remonta]...hasta la Escuela de Artes y Oficios de California en 1921, un año antes de que Dwiggins lo utilizara... [además se tienen evidencias de un lapso anterior a 1921, pues]... Andrea V. Grimes, bibliotecaria de colecciones especiales de Artes del Libro y Colecciones Especiales de la Biblioteca Pública de San Francisco... [le hizo llegar a

Shaw en 1917]... fotocopias y escaneos de varios catálogos de la Escuela de Artes y Oficios de California...en el que el término «diseño gráfico» se había empleado antes de Dwiggins...El material abarcaba los años 1915 a 1921. En el catálogo de 1917-1918 aparece por primera vez un curso de Diseño Gráfico y Rotulación, que reemplaza a uno llamado Diseño y Rotulación Avanzados. Ambos fueron impartidos por Frederick H. Meyer” (Shaw, 2018).

Las diversas áreas que gradualmente se fueron desarrollando como materias que resuelven casos específicos de las especialidades arquitectónicas, diseño, ingeniería civil y de urbanismo, son insolubles al propósito de **Artificio**, como podemos apreciar en los artículos de este número.

El primero de ellos, escrito por Diego Alatorre Guzmán, diseñador industrial, aborda la salud y el Meta diseño y los sistemas complejos a través de la pedagogía del juego; en el segundo, María Fernanda Ramírez Trejo, Juan Bosco Hernández Zaragoza y Teresa López Lara, llevan a cabo una investigación aplicada sobre la incidencia solar, lumínica y sonora, en salones de clase, proponiendo paneles anclados sobre los muros –fachadas ventiladas- obteniendo condiciones ambientales en el aula a través de los fundamentos teóricos, sin embargo, al ser un estudio de caso, las generalizaciones son sumamente limitadas. El tercer trabajo, desarrollado por Perla Eleonora Battisti López y Moisés Barrera Sánchez, quienes se aproximan a experiencias en los panteones poblanos a través de ámbitos arquitectónicos y plásticos, con un enfoque fenomenológico, resignificando la experiencia subjetiva de la parte emocional y el duelo con una perspectiva de la necrópolis desde la neuroarquitectura. El cuarto y último estudio versa sobre lo experimental y numérico de la ventilación natural por medio de los patios de las casas, experimentando con las dimensiones de los espacios que aportan iluminación y ventilación. Llevan a cabo dos etapas: una experimental física con un modelo a escala 1:30 dentro de un túnel aerodinámico, la otra, a través de una simulación numérica; los participantes son Daniel Ventura Guerrero, César Augusto Real Ramírez y Roberto Bernard Amosurrutia.

Con todo lo referido se colige que las diversas especialidades son ;ramas de un mismo árbol!

## Referencias

Benevolo, L. (2007). *Historia de la arquitectura moderna*. España: GG.

Manieri, M. (2001). *William Morris y la ideología de la arquitectura moderna*. España: GG.

Monteverde, J. (Prólogo y notas). (2023). *William Morris. Arquitectura. Textos reunidos*. España: Pepitas de calabaza.

Paolo, L. (2026). *Imhotep: l'architetto che plasmò l'Antico Egitto*. Italia: Harmakis Edizioni.

Rossi, A. (2025). *La arquitectura de la ciudad*. España: GG.

Shaw, P. (2018). *El Dwiggin definitivo No. 81: ¿Quién acuñó el término «diseño gráfico»?* Shaw. Recuperado de <https://www.paulshawletterdesign.com/2018/01/the-definitive-dwiggin-no-81-who-coined-the-term-graphic-design/>

Troyano, F. (2005). Arquitectos e Ingenieros. Historia de una relación. *Revista de Obras Públicas*, (3,460), 41-54. Recuperado de [https://quickclick.es/rop/detalle\\_articulo.php?registro=18467&anio=2005&numero\\_revista=3460](https://quickclick.es/rop/detalle_articulo.php?registro=18467&anio=2005&numero_revista=3460)

Vitruvio, M. (2023). *Los diez libros de Arquitectura*. España: Alianza Forma.

## Artificio

Revista en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos

Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción

*Universidad Autónoma de Aguascalientes, México.*

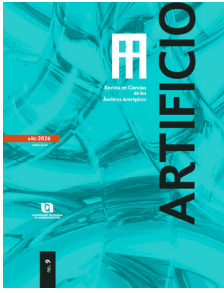
Núm. 9 (2026) periodo enero-junio

**e-ISSN**

2992-7463

**Site**

<https://revistas.uaa.mx/index.php/artificio>



## Artificio

Revista en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos  
Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción  
Universidad Autónoma de Aguascalientes, México.  
Núm. 9 (2026) periodo enero-junio

e-ISSN  
2992-7463

Site

[https://revistas.uaa.mx/  
index.php/artificio](https://revistas.uaa.mx/index.php/artificio)



# Estudio experimental y numérico sobre la ventilación natural en los edificios de vivienda a través de los patios

*Experimental and numerical study of natural ventilation in residential buildings using courtyards*

**Daniel Ventura Guerrero**

Posgrado en Diseño Bioclimático  
Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco  
ORCID: 0009-0008-0629-5643  
al2233802967@azc.uam.mx

**César Augusto Real Ramírez**

Departamento de Sistemas  
Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco  
ORCID: 0000-0003-0376-3575  
carr@azc.uam.mx

**Roberto Gustavo Barnard Amosurrutia**

Departamento de Medio Ambiente  
Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco  
ORCID: 0000-0002-9435-5229  
rgba@azc.uam.mx

Recived: 2025-06-06

Accepted: 2025-08-08

### **Cómo citar este trabajo. How to cite this paper.**

Ventura Guerrero, D., Real Ramírez, C. A., Barnard Amosurrutia, R. G. (2026). Estudio experimental y numérico sobre la ventilación natural en los edificios de vivienda a través de los patios. *Artificio* (9), eArt.0901, 1-15.

# Estudio experimental y numérico sobre la ventilación natural en los edificios de vivienda a través de los patios

Daniel Ventura Guerrero · César Augusto Real Ramírez · Roberto Gustavo Barnard Amosurrutia

## Resumen

El patio de ventilación cumple con dos funciones principales en los edificios, la iluminación y la ventilación de los espacios interiores. El reglamento de construcciones del Distrito Federal establece las dimensiones en las que deben de construirse los patios para cumplir con sus funciones. En este trabajo se analiza si el dimensionamiento de patios permite obtener las condiciones de ventilación natural suficientes que conduzcan a una calidad del aire interior adecuada en una vivienda. El estudio se divide en dos partes, la primera corresponde a la experimentación física con un modelo físico a escala 1:30 dentro de un túnel aerodinámico donde se visualiza el flujo de humo en el espacio interior del departamento y mediciones puntuales en diferentes puntos dentro y alrededor del modelo. La segunda es la simulación numérica que consiste en resolver las ecuaciones constitutivas mediante OpenFOAM con el modelo de esfuerzos de Reynolds en estado no estacionario. Los resultados obtenidos en este trabajo muestran que el dimensionamiento del patio permite las condiciones de ventilación adecuadas en el caso de estudio. Se observó también que la geometría y la distribución de los espacios interiores promueve trayectorias más largas y se disminuye la cantidad de cambios de aire, lo que afecta la calidad del aire interior de la vivienda.

**Palabras clave:** Ventilación natural, patio de viviendas, experimentación física, túnel de viento, dinámica de fluidos computacional.

## Abstract

Lighting and ventilation are the two main purposes of courtyards in buildings. The construction regulations of Mexico City establish the dimensions in terraces and must be built to fulfill their functions. This study examines whether the courtyard dimensions enable the development of optimal natural ventilation conditions, which contribute to a house's indoor air quality. The first part of this study explains the visualization of the flow and the measurements of thermodynamic variables using a scaled physical model at 1:30 inside an aerodynamic tunnel. The recordings in the visualization demonstrate how the smoke enters the residence and leaves into the courtyard. Measurements were taken at various locations inside and around the scaled model. The constitutive equations were solved with the Reynolds stress turbulence model using the OpenFOAM software. The results of the experiment and the numerical simulations demonstrate that the standard courtyard's size allow to develop appropriate ventilation conditions. The house's accessories have a considerable influence by develop longer air trajectories, which reduces the quantity of air and the house's indoor air quality.

**Keywords:** Natural ventilation, residential courtyard, physical experiments, aerodynamic tunnel, computational fluid dynamics.

## INTRODUCCIÓN

Las condiciones de ventilación de los espacios en los que habitan las personas son importantes ya que la gente pasa entre el 60 y el 90% del tiempo en los espacios interiores (Guyot et al., 2022). Estas condiciones del flujo determinan la calidad del aire interior (CAI) en los departamentos y puede llegar a afectar la habitabilidad de los espacios. De acuerdo con la norma ASHRAE, una CAI aceptable es aquella en la que la salud de los usuarios de un espacio no se encuentra en riesgo debido a los agentes biológicos, químicos y físicos que se encuentran en el aire (del Campo Díaz & Terés Zubiaga, 2011).

La ventilación natural en los edificios tanto industriales como habitacionales se utiliza para mantener una calidad del aire interior adecuada, debido a que el aire exterior que se suministra a los espacios, permite sustituir el aire interior que puede contener niveles elevados de contaminantes y/o de agentes biológicos (Alcayna Orts, 2013). Para mantener condiciones de ventilación y una calidad adecuada del aire interior mediante la ventilación natural se debe alcanzar una tasa de ventilación que permita renovar el aire de los espacios, lo cual se mide en el número de cambios de aire por hora y tiene valores generalmente entre 0.8 y 2 (Sosa Griffin, 1999).

En el presente trabajo se estudiaron las condiciones de ventilación natural a partir del comportamiento del aire que se obtiene en los espacios interiores de un departamento cuando se utiliza un patio de medidas normativas como estrategia de ventilación, en un conjunto habitacional de varios niveles. Se analizó también la relación que guarda la distribución arquitectónica de los espacios con el patrón de flujo de aire al abandonar el departamento para posteriormente interactuar con el patio de iluminación y ventilación.

Se revisaron las metodologías en diferentes trabajos reportados en la literatura para estudiar la ventilación natural y obtener resultados satisfactorios para los usuarios. Principalmente se analizaron los estudios más relevantes sobre las condiciones de ventilación que se pueden obtener al utilizar el patio de ventilación en edificios.

En los trabajos analizados (Hang et al., 2023; Niu et al., 2024; Sun et al., 2024) se utilizaron métodos

experimentales y numéricos para estudiar el transporte de los contaminantes dentro de las viviendas y como se concentran los contaminantes en algunas zonas interiores en los departamentos. Se plantean además algunas estrategias de diseño para mejorar la renovación de los ciclos de aire en las zonas con mayor concentración de contaminantes o patógenos.

De acuerdo con los trabajos mencionados, al utilizar la ventilación natural se puede obtener las condiciones adecuadas para mejorar la salud (Hobeika et al., 2023; López Plazas & Sáenz de Tejada, 2024; Sun et al., 2024), siempre y cuando se diseñen adecuadamente los elementos de ventilación, tales como ventanas y patios, y se tomen en cuenta los elementos externos como son: la orientación del edificio, la vegetación circundante y la ubicación del espacio en relación con el edificio (Hang et al., 2023; López Plazas & Sáenz de Tejada, 2024; Niu et al., 2024; Sun et al., 2024).

El patio funciona adecuadamente como estrategia de ventilación cuando se permite una ventilación cruzada en los espacios (Micallef et al., 2016), mientras que en la ventilación unilateral se alcanzan las condiciones adecuadas de ventilación solo en el nivel de planta baja y en el último nivel del conjunto habitacional (Hang et al., 2023; López Plazas & Sáenz de Tejada, 2024). Los estudios mostraron que se debe continuar con el estudio de los patios como estrategia de ventilación, debido a que el aire viciado o los contaminantes que sale de un departamento hacia el patio puede dirigirse y entrar en los demás departamentos del conjunto, principalmente aquellos que se encuentren en el mismo nivel o en los niveles superiores (Micallef et al., 2016; Sun et al., 2024).

Dentro del dimensionamiento, la altura y el ancho del patio influyen en las condiciones de ventilación de los espacios y en el comportamiento del aire, se obtuvo una mejora significativa cuando se incrementa el ancho del patio, mientras que las condiciones de ventilación empeoran para las viviendas de los niveles más bajos, cuando se aumenta la altura del patio. Los edificios con patios más amplios proporcionan mejor ventilación que aquellos que son más profundos (Micallef et al., 2016; Prakash, 2022).

El propósito de esta investigación es analizar si la normativa de construcción de la Ciudad de México sobre el dimensionamiento de patios es conveniente para promover la ventilación natural en espacios reducidos tales como las viviendas de interés social y los conjuntos habitacionales. Se busca evidenciar la necesidad de aumentar los cambios de aire para crear confort y en caso de ser necesario, proponer cambios en los criterios de construcción de la normativa o bien respaldar las normas mediante un estudio aerodinámico.

El caso de estudio que se analiza consiste en un conjunto habitacional de seis niveles ubicado en la alcaldía Cuauhtémoc, en la Ciudad de México. El conjunto habitacional cuenta con diferentes tipos de patios de iluminación y ventilación, que varían entre

ellos en forma y medidas, cada uno de estos patios tiene la finalidad de permitir el acceso de luz y la ventilación a los departamentos que componen cada nivel.

La eficiencia en el dimensionamiento de los patios impuesto por la normativa se estudiará a partir del análisis de un caso de estudio. La metodología se divide en dos fases, la experimentación física y la simulación numérica. La etapa de experimentación física se compone de dos fases, la visualización del fenómeno y la medición, las cuales se desarrollarán en el túnel aerodinámico de diseño bioclimático de la UAM Azcapotzalco, se espera obtener la información suficiente para resolver los modelos numéricos. La etapa de simulación numérica será validada con los datos de la experimentación.

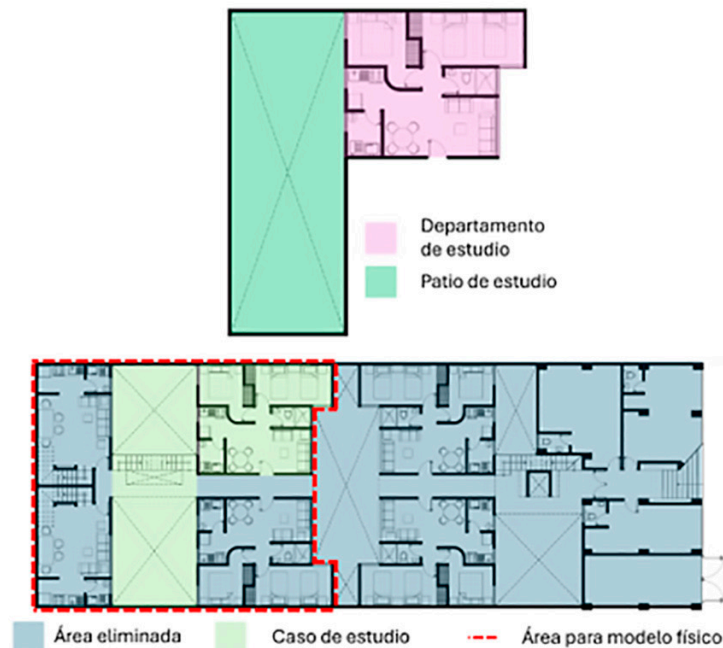


Figura 1. Planos arquitectónicos con la distribución del caso de estudio, a) departamento y patio y b) planta baja del conjunto habitacional.

Como se muestra en la Figura 1, para la realización de la investigación se definió un caso de estudio y se seleccionó el patio que se encuentra en la parte posterior del conjunto, a diferencia de los demás patios del conjunto, es el patio cuyas medidas cumplen de manera satisfactoria el dimensionamiento que especifica el Reglamento de Construcciones de la Ciudad de México (Ciudad de México, 2024).

Se seleccionó además el departamento de la planta baja cuyos espacios se ventilan mediante el patio.

Se decidió que el modelo físico abarcara únicamente al patio y los departamentos que lo rodean, los espacios restantes no son parte del caso de estudio. Al ser un modelo más reducido en cuanto a dimensiones geométricas, es posible utilizar toda la capacidad de cómputo en su solución.

## METODOLOGÍA

El apartado de metodología se divide en dos, la primera parte es la metodología experimental utilizada en este trabajo.

### a. Experimental

La metodología experimental se divide en el escalamiento del modelo físico, la selección de los materiales, la construcción y armado del prototipo.

#### i. Escalamiento

Para la determinación de la escala del modelo, se tomaron en cuenta las dimensiones para facilitar su construcción y manipulación. En la escala se consideraron las dimensiones para visualizar correctamente el fenómeno y permitieran que los instrumentos de medición entraran en la posición adecuada. La consideración más importante para la

determinación de la escala fueron las condiciones de operabilidad dentro del túnel aerodinámico ya que la sección del área de pruebas con la que cuenta tiene dimensiones de 1.10 m x 1.10 m. Las dimensiones del modelo físico no deben obstruir más del 50% del área. Si se excede el porcentaje de bloqueo, las turbinas del túnel aerodinámico se apagarán.

Teniendo en cuenta lo antes mencionado, se fabricó el modelo físico en una escala 1:30, lo que permitió que tuviera una sección transversal de 0.53 m x 0.50 m equivalente a 0.026 m<sup>2</sup>, lo que representa un nivel de obstrucción del 26% con relación al área transversal de la zona de pruebas del túnel aerodinámico, tal como se muestra en la Figura 2. Se logró que los motores de los ventiladores del túnel aerodinámico no se apaguen cuando se coloca el modelo en el interior de la zona de pruebas y que la dimensión del modelo físico sea la adecuada para visualizar el fenómeno y realizar las mediciones.

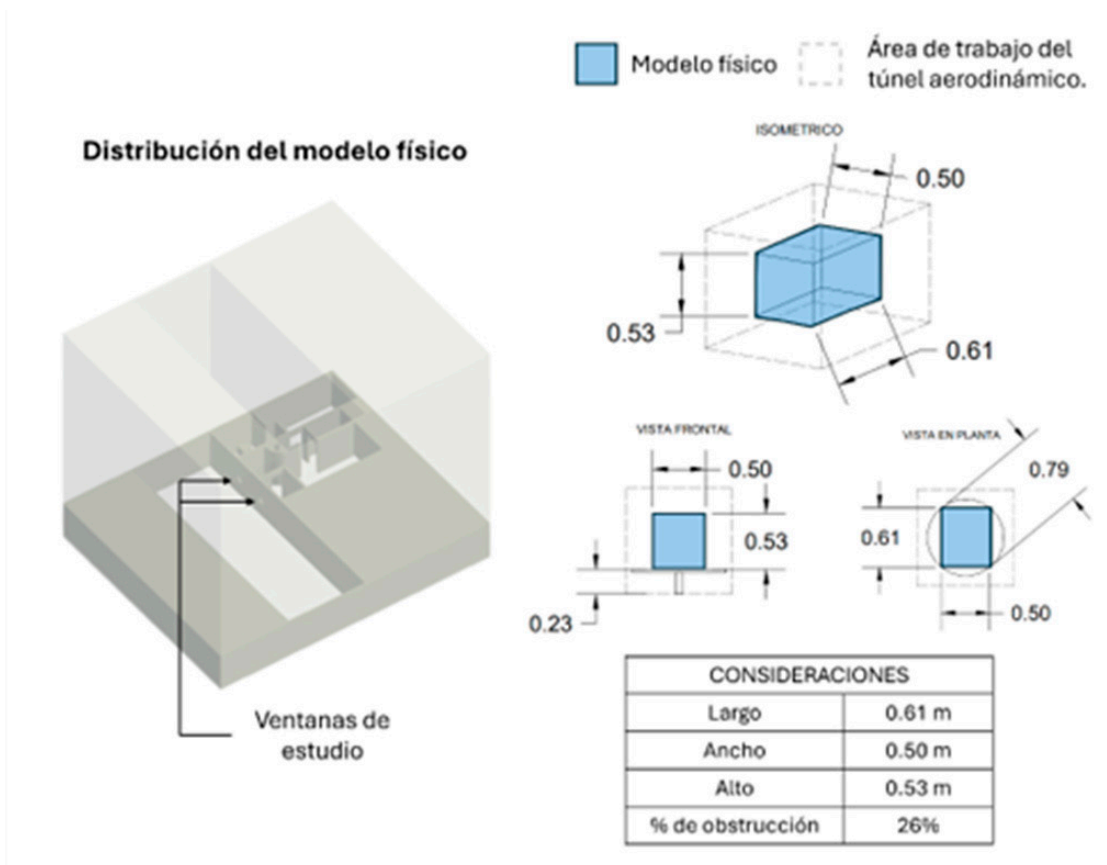


Figura 2. Escala del modelo físico y medidas en planta, alzado e isométrico.

## ii. Construcción

Una vez que se determinó la escala y las medidas del modelo físico, se realizó la construcción del modelo con cartón corrugado y acrílico como se muestra en la Figura 3. El cartón corrugado permite obtener una visualización correcta del fenómeno al contrastar adecuadamente con el humo que se utilizó en la técnica de visualización, además, facilitó la realización de los muros curvos que tiene el diseño del departamento. El acrílico se utilizó como tapa para visualizar el comportamiento del humo en planta.

Un aspecto importante durante la construcción del modelo fue evitar la presencia de huecos y que

existiera alguna fuga. Estas fugas podrían modificar el patrón de flujo del humo y alterar los resultados de la visualización o la medición. El despiece del modelo físico se realizó mediante corte laser como se muestra en la Figura 3a, para evitar la aparición de huecos en las uniones como se muestra en la Figura 3b. Para minimizar la presencia de huecos en las uniones se utilizó cinta como se muestra en la Figura 3c. Con todo lo anterior se obtuvo un modelo físico funcional y adecuado para la experimentación física en el túnel aerodinámico como se muestra en la Figura 3d.



*Figura 3. Detalles de la construcción del modelo físico a escala. a) corte de las piezas en cartón, b) armado del modelo, c) pegado de las paredes, d) modelo físico.*

## b. Modelo numérico

Para la realización del modelo numérico se utilizaron las características geométricas y las condiciones de operación utilizadas en el modelo físico.

### i. Preprocesamiento

La etapa de preprocesamiento representa la etapa inicial para la realización de las simulaciones numéricas. Esta etapa comienza con la elaboración

volumétrica del modelo numérico, la cual se realizó en el software Revit 2023, donde se modelaron mediante extrusiones únicamente los aspectos arquitectónicos del departamento, tales como muros y vanos (Stine, 2022). La etapa de preprocesamiento culmina con la discretización del modelo para lo cual se utilizó el software Salome 9.12. El modelo discretizado representa el volumen de aire al interior del departamento. En la Tabla 1 se muestran los parámetros y valores establecidos en la discretización (Ribes & Caremoli, 2007).

Parámetros	Valor
Tamaño máximo del elemento.	0.09-0.1
Tamaño mínimo del elemento.	0.0009-0.001
Tasa de crecimiento.	0.3
Número de elementos en cada arista.	15
Número de elementos en las curvaturas.	2
Cantidad de elementos en la malla obtenida	2,005,184

Tabla 1. Parámetros y valores de la discretización del modelo numérico.

El modelo desarrollado en Revit se exporta en formato stl para realizar la malla. Los parámetros descritos en la Tabla 1 se ingresan al software Salome para discretizar el modelo numérico. Estos parámetros determinan la resolución de los resultados.

## ii. Condiciones de frontera

Las condiciones de frontera tienen toda la información necesaria que se define en el solucionador para resolver las ecuaciones constitutivas. Se estableció la condición de no deslizamiento y no salto de temperatura en las paredes que contienen el volumen de control.

Se definieron también las variables climatológicas, las cuales son: la velocidad del fluido en  $1 \text{ m}\cdot\text{s}^{-1}$ , la densidad del aire  $0.96 \text{ kg}\cdot\text{m}^{-3}$ , la presión atmosférica,  $80 \text{ kPa}$  y la temperatura del aire  $289.15 \text{ K}$ . Todos estos valores fueron tomados de los datos reportados por la Dirección de Monitoreo Atmosférico de la CDMX (Gobierno de México, 2025).

Por último, se definieron las condiciones de entrada y salida del volumen de control. Para establecer la entrada y las condiciones de operación dentro del departamento se definió un prisma cúbico en una de las recámaras, cuyas caras permiten definir

diferentes orientaciones del flujo de aire dentro de la habitación. La definición del prisma permite visualizar el flujo en diferentes orientaciones de manera independiente o también en conjunto. En cada arista del prisma, se definió una velocidad de entrada perpendicular a cada pared. Para la condición de salida se utilizó la superficie superior del patio, donde se definió una presión de salida igual a cero, ya que previamente se definió una atmosfera de presión, establecida en las variables climatológicas.

## iii. Procesamiento

En esta subetapa se resolvieron las ecuaciones constitutivas del modelo numérico, es decir se calculó la solución numérica. Para la realización de las simulaciones, se utilizó el solucionador OpenFOAM, se leyeron los datos generados en la discretización y las condiciones de frontera, las cuales se describen en el apartado. El modelo de turbulencia utilizado es el modelo de esfuerzos de Reynolds o RSM por sus siglas en inglés, el cual permite obtener resultados detallados de la turbulencia (Weller et al., 1998). Es uno de los modelos más utilizados en aplicaciones de diseño y flujo de fluidos y tiene una excelente relación entre la precisión y el tiempo de cálculo.

La primera ecuación que OpenFOAM resuelve es la ecuación de continuidad, es una ecuación utilizada en la dinámica de fluidos computacional para cualquier sistema donde existe un fluido en movimiento.

La forma general de la ecuación de continuidad en OpenFOAM se expresa en la Ecuación 1 de la siguiente forma:

$$\nabla \cdot \mathbf{U} = 0 \quad (\text{ec.1})$$

$\nabla$  es el denominado operador de la divergencia y el termino  $\mathbf{U}$  es el vector de velocidad del fluido con unidades en:  $\text{m}\cdot\text{s}^{-1}$ .

La ecuación de transporte para el tensor de esfuerzos de Reynolds, se encuentra definida en la Ecuación 2:

$$\frac{D(\rho \overline{u_i u_j})}{Dt} = P_{ij} + \Pi_{ij} - \epsilon_{ij} + D_{T,ij} + D_{P,ij} + \Omega_{ij} \quad (\text{ec.2})$$

Donde  $\frac{D(\rho \overline{u_i u_j})}{Dt}$  es el término de convección y representa la tasa de cambio de los esfuerzos de Reynolds en el tiempo  $t$ ,  $\rho$  es la densidad del fluido en  $kg \cdot m^{-3}$ ,  $u_i$  es la velocidad promedio en  $i$ ,  $u_j$  es la velocidad promedio en la componente  $j$ ,  $P_{ij}$  es la producción de esfuerzos de Reynolds debido a la interacción del esfuerzo de Reynolds con el campo de velocidad promedio,  $\Pi_{ij}$  es el término que distribuye la energía turbulenta entre los diferentes componentes de los esfuerzos de Reynolds,  $\epsilon_{ij}$  es la tasa a la que la energía cinética de las fluctuaciones turbulentas se disipa en calor debido a la viscosidad,  $D_{T,ij}$  representa el transporte de los esfuerzos de Reynolds debido a las fluctuaciones de la velocidad,  $D_{p,ij}$  representa el transporte de los esfuerzos de Reynolds debido a las fluctuaciones de presión,  $\Omega_{ij}$  este término aparece en los sistemas de referencia rotatorios, en esta investigación no será utilizado.

La ecuación de conservación de cantidad de movimiento se expresa en la Ecuación 3:

$$\frac{\partial(\rho U_i)}{\partial t} + \nabla \cdot (\rho U U_i) = -\frac{\partial p}{\partial x_i} + \nabla \cdot \mu_{eff}(\nabla U_i) - \frac{\partial(\rho \overline{u_i u_j})}{\partial x_j} + S_i \quad (ec.3)$$

Donde  $U_i$  es la componente  $i$  de la velocidad,  $p$  es la presión en  $Pa$ ,  $x_i$  es la componente espacial  $i$  en metros,  $\mu_{eff}$  es la viscosidad efectiva en  $kg \cdot m^{-1} \cdot s^{-1}$ ,  $S_i$  representa los términos fuentes adicionales, tales como la gravedad.

#### iv. Post-procesamiento

La etapa de post-procesamiento consiste en la visualización y análisis de los resultados generados en el procesamiento. Para esta etapa se utilizó el software Paraview (Ahrens et al., 2005), el cual transforma en gráficas y tablas los resultados numéricos obtenidos y permite visualizar el comportamiento del aire en el caso de estudio, de igual manera permite conocer los valores de velocidad del aire en diferentes puntos del departamento y del patio mediante un código de colores.

## RESULTADOS

### a. Visualización.

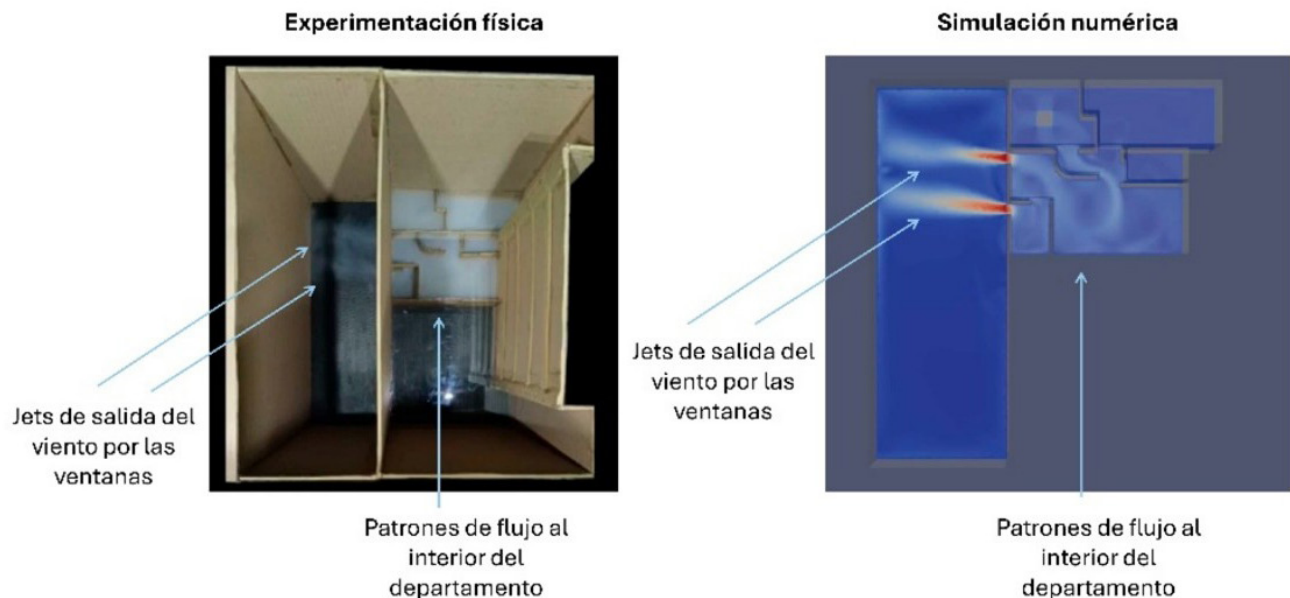


Figura 4. Comparación de resultados entre a) experimentación física y b) simulación numérica.

En la Figura 4 se muestra el resultado de la visualización del modelo físico dentro del túnel aerodinámico y el resultado de las simulaciones numéricas. Se puede observar que las simulaciones numéricas reproducen cualitativamente el patrón de flujo observado en la visualización realizada en la experimentación física. En el experimento primeramente se llena de humo el volumen a escala del departamento, posteriormente se abre una compuerta en las ventanas del modelo. El humo sale del departamento y se dirige hacia el patio. En ambas figuras, se puede observar el movimiento del humo dentro del departamento. En los alrededores del departamento no existe algún elemento que pueda afectar la visualización. Tampoco existen personas o muebles que puedan afectar el comportamiento del humo en el interior.

En la Figura 4b se muestra los resultados de la simulación tridimensional en estado no estacionario. Se utilizó un plano horizontal de visualización a la altura de las ventanas, es decir, a 1.25 metros por encima del nivel del piso. En este plano se puede observar, con ayuda del código de colores, que el aire en la habitación describe una trayectoria en el interior del departamento antes de salir hacia el patio a través de las ventanas. Se observa además que el aire cambia su velocidad en diferentes zonas del departamento debido a la reducción de los espacios que generan las paredes interiores.

La trayectoria del aire descrita en la simulación al interior del departamento inicia en la habitación donde se ubica la entrada de aire del modelo

numérico. La entrada del aire se definió con un prisma al centro de la habitación. La geometría propuesta permite visualizar el comportamiento del flujo de aire dentro del departamento. El prisma tiene seis orientaciones, las cuales pueden utilizarse en diferente configuración. Desde una hasta seis direcciones, de forma separada o en simultáneo, sin necesidad de realizar para cada configuración una simulación diferente.

La puerta de la habitación representa la primera contracción del flujo, por lo cual el viento aumenta su velocidad al pasar a través de ella. El elemento curvo que se encuentra al salir de la habitación es la segunda contracción, lo que aumenta la velocidad del aire. Después choca con el muro del baño y cambia de dirección hacia la sala donde se divide y forma dos vórtices que ocupan el volumen de la sala. El vórtice de la izquierda se dirige hacia la cocina donde se encuentra la ventana que representa la mayor contracción, por ende, es en la ventana donde se observa la mayor velocidad del viento en todo el trayecto.

De acuerdo con la información de la Figura 4, el comportamiento del aire en el patio es similar tanto en la experimentación física como en la simulación numérica, ya que el flujo de salida es visible en ambos casos. Una vez en el patio, el flujo de aire se desarrolla a partir de la aceleración que sufre al pasar a través de las ventanas. En ambos casos es visible que el flujo de aire comienza a ocupar el volumen del patio. En la visualización también se observa que el flujo pasa cerca de las paredes.

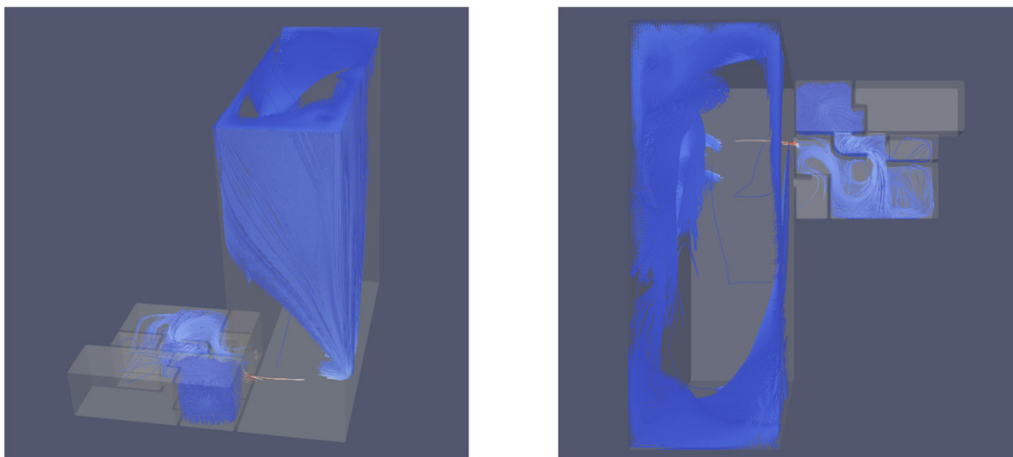


Figura 5. Líneas de flujo con un color de acuerdo con la magnitud de velocidad. (a) axonométrico y (b) vista superior.

De acuerdo con el axonométrico de la simulación que se muestra en la Figura 5a, el aire sigue una trayectoria continua y el patrón de flujo únicamente se encuentra en ciertos espacios del departamento. En esta figura se observa que la incidencia del aire generado en la habitación uno, en la segunda habitación es casi nula. Mientras que en el baño existe una ligera incidencia de líneas de flujo, incluso cuando el muro curvo dirige el flujo hacia esa dirección.

En la Figura 5a, el axonométrico nos permite visualizar que las líneas de flujo únicamente salen hacia el patio a través de la ventana de la cocina, donde aumenta su velocidad y se obtiene la salida del aire que choca con el muro del patio. Una vez que el flujo de salida se encuentra en el patio, comienza a ascender alrededor de los muros del patio y conforme asciende, se distribuye en los muros circundantes. Paulatinamente, las líneas de flujo ocupan el volumen del patio.

En la Figura 5b se muestra la vista en planta de la simulación numérica, en la cual no se utiliza un plano de visualización, el patrón de flujo está representado a través de líneas de flujo tridimensionales. Esta visualización nos permite observar y analizar de manera distinta el comportamiento del aire en el departamento y en el patio. Se puede observar también la trayectoria que sigue el viento al interior del departamento hasta salir al patio.

De acuerdo con las líneas de flujo de la Figura 5 se observa que la geometría y la distribución de los espacios interiores del caso de estudio tienen una incidencia importante en la ventilación del departamento. Por ejemplo, la existencia del muro curvo al exterior de la habitación cambia la dirección del aire y lo dirige hacia los espacios más alejados de las ventanas. En la sala, donde se observan dos vórtices, el vórtice del lado izquierdo continua hacia la cocina para finalmente moverse a través de la ventana y salir hacia el patio.

La incidencia del flujo que pasa alrededor del muro curvo desarrolla una ruta de salida con mayor longitud, lo cual no es adecuado para mantener la calidad del aire dentro del departamento, lo más conveniente es que la ruta de salida del aire implique el menor recorrido posible y se evite la incidencia del aire en diferentes espacios con la

finalidad de propiciar una velocidad constante y evitar que el aire viciado de un espacio se dirija a otro lugar del interior del departamento. Con un recorrido más largo, también se propicia una menor cantidad de cambios de aire.

De acuerdo con los resultados de la experimentación física y la simulación numérica que se pueden visualizar en las Figuras 4 y 5, las dimensiones del patio normativo permiten obtener condiciones adecuadas de ventilación al interior del departamento, lo que permite la salida del aire que se encuentra al interior del departamento y facilita el ingreso de aire del exterior del departamento, sin embargo, para que ocurra esta situación, debe haber un flujo continuo dentro del departamento o bien una corriente desde el exterior.

De acuerdo con López Plazas y colaboradores, las viviendas estudiadas que cuentan con una ventilación unilateral a través del patio, son las menos favorables para propiciar el intercambio de aire entre el interior y el exterior (López Plazas & Sáenz de Tejada, 2024). En 2023, Hang y colaboradores mencionaron bajo una ventilación natural unilateral, la tasa de renovación del aire no es suficiente y la calidad del aire es baja (Hang et al., 2023). En el trabajo de Niu y colaboradores se realizaron simulaciones numéricas y se encontró que al utilizar únicamente la ventilación natural unilateral como estrategia de ventilación no se obtuvieron resultados óptimos (Niu et al., 2024). En este trabajo, el caso de estudio se encuentra en la planta baja del edificio y debido a las características del conjunto habitacional, los espacios al interior del departamento se ventilan de manera unilateral a través del patio de ventilación.

A través del análisis de los resultados se pudo observar que, aun cuando la ubicación del departamento y el tipo de ventilación son las menos favorables, se promueve la renovación del aire del departamento mediante el intercambio del aire interior por aire exterior. Por lo cual los aspectos desfavorables de la ventilación en el caso de estudio no están directamente relacionados con su ubicación, en realidad la distribución arquitectónica de los espacios tuvo una mayor influencia en las condiciones de ventilación que se dan al interior del departamento.

En trabajos anteriores revisados se encontró que existen condiciones de ventilación que pueden surgir a partir de ventilar espacios a través de un patio. Una de ellas es que la capacidad de renovación del aire al usar el patio como estrategia de ventilación natural, se encuentra en un nivel intermedio en comparación con otras estrategias. Sin embargo, la tasa de renovación del aire se afecta considerablemente conforme se reduce el porcentaje de apertura de las ventanas (López Plazas & Sáenz de Tejada, 2024). Otra condición importante es que el aire proveniente de los niveles inferiores suele interactuar con los niveles superiores, lo que afecta la calidad del aire de los demás niveles (Hobeika et al., 2023).

De acuerdo con los resultados obtenidos, el porcentaje de apertura de las ventanas del caso de estudio, correspondiente al 5% del área del espacio como establece la normativa, conduce a condiciones desfavorables de ventilación. Esto se debe a que el volumen de aire interior que sale hacia el patio es poca, esto ocasiona que la tasa de renovación del aire disminuya y que la calidad del aire al interior del departamento sea afectada.

Asimismo, en los resultados de la experimentación física y de la simulación numérica se observó que el aire que sale del departamento tiende a ascender cercano a las paredes del patio hasta llegar a la parte superior. Este comportamiento podría causar problemas en la calidad del aire de los departamentos superiores, debido a la posibilidad de que el aire contaminado que proviene del departamento de estudio ingrese en los demás niveles. Debido a lo anterior se debe prestar atención al diseño de las ventanas en el patio y no únicamente a su dimensionamiento.

En el trabajo de Micallef y colaboradores se analizaron las condiciones de ventilación que se obtienen en una habitación que tiene ventilación cruzada y que se ventila a través de un patio, con una relación de ancho/alto, similar a la del patio de análisis de este trabajo (Micallef et al., 2016). Y se encontró que cuando existe una ventilación cruzada, el flujo del aire ingresa a la habitación por el lado que se encuentra en sotavento debido a la zona de recirculación que se forma después del choque del aire en barlovento. Posteriormente, el aire atraviesa la habitación y se dirige hacia el patio

en dirección contraria al viento. De esta forma se realiza el intercambio del aire interior y exterior.

El comportamiento del aire observado en una habitación con ventilación cruzada es muy diferente al observado en el caso de estudio analizado en esta investigación. Los resultados obtenidos en la actual investigación muestran que el intercambio de aire entre el interior y el exterior solo se realiza a través de la ventana que da hacia el patio. Esta diferencia en el comportamiento del aire implica que un espacio al estar ventilado de manera unilateral tenga condiciones menos favorables de ventilación, debido a que el área efectiva para realizar el intercambio de aire interior por aire exterior es menor y se realiza únicamente a través del patio.

## CONCLUSIONES

La geometría y la distribución de los espacios interiores del caso de estudio tienen una incidencia importante en las condiciones de ventilación del departamento, en el caso de estudio, el muro curvo condiciona la dirección del flujo de aire y su interacción con los espacios que componen el diseño. Un recorrido más largo para el aire, promueve una disminución en la cantidad de cambios de aire.

Las dimensiones de los espacios influyen en el comportamiento del aire, la presencia de contracciones o la disminución de área de los espacios, promueve que la velocidad del aire aumente. El dimensionamiento de las ventanas también es importante, se propone 5% del área del espacio, para obtener una aceleración significativa del aire al salir del departamento.

De acuerdo con los resultados obtenidos, el uso de un patio de ventilación con medidas normativas permite una ventilación adecuada en los espacios interiores, sin embargo, para que ocurra la interacción del aire entre el departamento y el patio, debe existir una corriente que propicie el movimiento del aire en alguno de los dos espacios. Esto puede ocurrir mediante un gradiente de presión o de temperatura.

Existen otros elementos como son los muros, las puertas y las ventanas que deben considerarse al momento de analizar las condiciones de ventilación en el interior del departamento. Para mejorar

la ventilación, es necesario conocer la magnitud de velocidad del aire exterior, las condiciones ambientales en el departamento, el número de usuarios, el tipo de mobiliario e incluso cuando existan, los elementos de ventilación artificial que pudieran alterar el comportamiento del aire.

En este trabajo se presentaron resultados de la experimentación física y de simulaciones numéricas en estado no estacionario y se encontró similitudes. Se realizó un análisis detallado y complementario sobre la ventilación natural en edificios de conjuntos habitacionales. La metodología propuesta posibilita obtener resultados aplicables a la arquitectura y otras áreas de conocimiento.

Los resultados obtenidos muestran que la normativa de diseño sobre el dimensionamiento de elementos de ventilación requiere de mayor atención y estudio. Ya que el análisis que se realizó expuso que existe un aspecto importante que no fue considerado en la norma de construcción. Este aspecto es que el comportamiento del aire al interior de los espacios es un fenómeno tridimensional y no estacionario, por lo cual no es adecuado determinar las condiciones de ventilación de un espacio a partir de criterios de diseño únicamente. Es decir, no es suficiente con considerar el dimensionamiento del patio y ventanas, también es necesario considerar las condiciones no estacionarias del aire al interior del departamento.

A partir de lo anterior se vuelve necesario implementar o desarrollar otras técnicas, que permitan respaldar que la normativa de diseño y construcción establece los criterios adecuados para garantizar que se cumpla con los requerimientos de ventilación necesarios en cada espacio. Además, se debe tener en cuenta el confort y la salud de los usuarios, al mantener un nivel adecuado en la calidad del aire interior, lo que se obtiene a partir de una tasa de renovación suficiente que permita sustituir la cantidad necesaria de aire interior, que se encuentre contaminado, por aire del exterior.

En otras investigaciones se realizó un análisis de las condiciones de ventilación, únicamente a partir del dimensionamiento de patios y criterios de diseño. Sin embargo, en este trabajo se utilizó una metodología que permitió analizar las condiciones de ventilación del caso de estudio en diferentes condiciones de operación. Se obtuvo como resultado el

patrón de flujo al interior de los espacios, es decir, las condiciones no estacionarias del aire. Esto permitió determinar las condiciones favorables y desfavorables de ventilación que aparecen en el departamento, debido al dimensionamiento de las ventanas y del patio. Esta metodología puede ser utilizada para el análisis de diferentes configuraciones de departamentos y los hallazgos pueden ser relevantes al momento de establecer las normas.

## AGRADECIMIENTOS

Los experimentos físicos con el modelo a escala se realizaron en el túnel aerodinámico del Laboratorio de diseño bioclimático en la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco. Las simulaciones numéricas y la construcción del modelo a escala se realizaron en el Laboratorio de Visualización y Cómputo Científico en la Universidad Autónoma Metropolitana Azcapotzalco. El modelo numérico se desarrolló en Autodesk Revit 2023, la discretización se realizó en la plataforma Salome 9.12. La solución numérica se calculó en el software libre OpenFOAM 11. La visualización de los resultados se realizó en Paraview 6.0. La publicación de este artículo se utiliza para satisfacer uno de los requisitos necesarios para obtener el grado de Maestro en Diseño de Daniel Ventura Guerrero. Los autores agradecen a los revisores anónimos sus comentarios y recomendaciones hechas para mejorar la estructura del manuscrito y la presentación de los resultados.

## Referencias

Ahrens, J., Geveci, B., & Law, C. (2005). ParaView: An End-User Tool for Large Data Visualization. *The Visualization Handbook*, 717-731. <https://doi.org/10.1016/B978-012387582-2/50038-1>

Alcayna Orts, J. J. (2013). *Estudio de las necesidades de ventilación natural desde el punto de vista higiénico mediante el análisis de la calidad de aire en la ciudad de Valencia. Aplicación a la lonja de la seda* Universidad Politécnica de Valencia]. Madrid. <https://riunet.upv.es/handle/10251/28980>

Ciudad de México. (2024). *Reglamento de Construcciones para el Distrito Federal*. Ciudad de México: Gaceta Oficial del Distrito Federal Retrieved from [https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/images/leyes/reglamentos/RGTO\\_DE\\_CONSTRUCCIONES\\_DEL\\_DISTRITO\\_FEDERAL\\_8.pdf](https://data.consejeria.cdmx.gob.mx/images/leyes/reglamentos/RGTO_DE_CONSTRUCCIONES_DEL_DISTRITO_FEDERAL_8.pdf)

del Campo Díaz, V. J., & Terés Zubiaga, J. (2011). Ventilación en viviendas: El reto de una ventilación eficaz y eficiente. *Re. Revista de Edificación*, 120-127. <https://doi.org/10.15581/020.1685>

Gobierno de México. (2025). *Servicio Meteorológico Nacional*. Gobierno de México <https://smn.conagua.gob.mx/es/>

Guyot, G., Sayah, S., Guernouti, S., & Melois, A. (2022). Role of ventilation on the transmission of viruses in buildings, from a single zone to a multizone approach. *Indoor Air*, 32(8), e13097. <https://doi.org/10.1111/ina.13097>

Hang, J., Yang, X., Ou, C.-Y., Luo, Z.-W., Fan, X.-D., Zhang, X.-L., Gu, Z.-L., & Li, X.-X. (2023). Assessment of exhaled pathogenic droplet dispersion and indoor-outdoor exposure risk in urban street with naturally-ventilated buildings. *Building and Environment*, 234. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2023.110122>

Hobeika, N., García-Sánchez, C., & Bluysen, P. M. (2023). Assessing Indoor Air Quality and Ventilation to Limit Aerosol Dispersion-Literature Review. *Buildings*, 13(3). <https://doi.org/10.3390/buildings13030742>

López Plazas, F., & Sáenz de Tejada, C. (2024). Natural ventilation to improve indoor air quality (IAQ) in existing homes: The development of health-based and context-specific user guidelines. *Energy and Buildings*, 314. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.114248>

Micallef, D., Buhagiar, V., & Borg, S. P. (2016). Cross-ventilation of a room in a courtyard building. *Energy and Buildings*, 133, 658-669. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2016.09.053>

Niu, S., Tong, H., Liu, X., Wang, A., Chen, L., Song, D., Zhou, X., Shi, X., & Jin, X. (2024). A quick simulation workflow to optimizing natural ventilation for building and landscape design. *Energy and Buildings*, 324. <https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2024.114875>

Prakash, D. (2022). Ventilation performance analysis on low-rise courtyard building for various courtyard shape factors and roof topology. *International Journal of Ventilation*, 22(1), 56-76. <https://doi.org/10.1080/14733315.2022.2036477>

Ribes, A., & Caremoli, C. (2007). SALOME platform component model for numerical simulation. *Proceedings of the 31st Annual International Computer Software and Applications Conference (COMPSAC 2007)*, 553-564. <https://doi.org/10.1109/COMPSAC.2007.185>

Sosa Griffin, M. E. (1999). *Ventilación natural efectiva y cuantificable: Confort térmico en climas cálidos-húmedos* (CDCH UCV, Ed. Vol. 62). Consejo de desarrollo científico y humanístico.

Stine, D. J. (2022). *Design Integration Using Autodesk Revit 2023*. SDC Publications. <https://books.google.com.mx/books?id=cLRoEAAAQBAJ>

Sun, H., Owen, J. S., Almazmumi, S., Liu, C., Mohammadi, M., Dik, A., Jimenez-Bescos, C., & Calautit, J. K. (2024). Pollutant cross-transmission in courtyard buildings: Wind tunnel experiments and computational fluid dynamics (CFD) evaluation. *Building and Environment*, 264. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2024.111919>

Weller, H. G., Tabor, G., Jasak, H., & Fureby, C. (1998). A tensorial approach to computational continuum mechanics using object-oriented techniques. *Computer in Physics*, 12(6), 620-631. <https://doi.org/10.1063/1.168744>

## Daniel Ventura Guerrero

---

Es arquitecto egresado de la Universidad Autónoma Metropolitana unidad Azcapotzalco en el área de concentración en Tecnología y Administración. Actualmente es alumno de la maestría en diseño bioclimático en la UAM Azcapotzalco y desarrolla un proyecto sobre el estudio de la ventilación natural mediante patios a edificios residenciales. En el proyecto se utilizan técnicas experimentales y numéricas. Para la parte experimental se utiliza la visualización con humo y la medición con técnicas no intrusivas. En la parte numérica se utilizó la técnica de dinámica de fluidos computacional. El arquitecto Daniel Ventura ha realizado presentaciones en foros académicos sobre el diseño bioclimático.

## César Augusto Real Ramírez

---

Nació en la Ciudad de México en 1977, realizó sus estudios de licenciatura y maestría en Ingeniería Mecánica en el Instituto Politécnico Nacional. Terminó sus estudios de doctorado en Ciencias e Ingeniería de Materiales en la Universidad Autónoma Metropolitana. Es profesor titular adscrito al Departamento de Sistemas en la UAM Azcapotzalco. Tiene 30 artículos publicados en revistas JCR. Su principal línea de investigación es el estudio mediante la técnica de dinámica de fluidos computacional con aplicación en sistemas y equipos industriales. Ha participado como responsable técnico en diferentes proyectos de investigación patrocinados.

## Roberto Barnard Amosurrutia

---

Es un académico y arquitecto mexicano con una trayectoria en el ámbito de la enseñanza y la investigación, particularmente en el área de diseño bioclimático y estudios ambientales en la arquitectura. Es profesor-investigador en la Universidad Autónoma Metropolitana (UAM) Azcapotzalco, adscrito al Departamento de Medio Ambiente, y también ha sido coordinador del Posgrado en Diseño Bioclimático de la misma institución. Su formación incluye una Maestría de la Universidad de Virginia Tech. Ha participado activamente en proyectos de investigación relacionados con la sustentabilidad y el cuidado del medio ambiente en la arquitectura, siendo uno de los impulsores del posgrado en Diseño Bioclimático en la UAM Azcapotzalco, el cual ha alcanzado un alto nivel a nivel nacional.



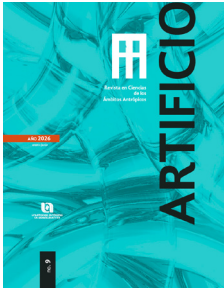
### **Política de acceso abierto**

La Revista Artificio proporciona un acceso abierto a su contenido, basado en el principio de que ofrecer un acceso libre a las investigaciones ayuda a incrementar el intercambio global del conocimiento. Artificio no cobra ni cobrará ningún cargo a sus lectores por concepto de suscripción, ni a los autores por enviar, procesar o publicar sus artículos.

Como condición de publicación, los autores acuerdan liberar sus derechos de autor bajo una licencia compartida, específicamente la licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a cualquier persona compartir, copiar, transformar y redistribuir el material en cualquier medio o formato bajo los siguientes términos:

- \*Dar crédito al autor del texto
- \*No hacer uso del material con propósitos comerciales
- \*Compartir: copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato
- \*Adaptar: remezclar, transformar y crear obras derivadas del material
- \*Si se remezcla, transforma o crea obras derivadas del material, se deben distribuir las nuevas contribuciones bajo la misma licencia que la original.



## Artificio

Revista en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos  
Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción  
Universidad Autónoma de Aguascalientes, México.  
Núm. 9 (2026) periodo enero-junio

e-ISSN  
2992-7463

Site

[https://revistas.uaa.mx/  
index.php/artificio](https://revistas.uaa.mx/index.php/artificio)



# Salud, Meta-Diseño y Sistemas Complejos: Apuntes para una Pedagogía del Juego

*Health, Meta-Design and Complex Systems: Notes for a Pedagogy of Play*

**Diego Alatorre Guzmán**

Centro de Investigaciones de Diseño Industrial (CIDI), FA, UNAM.  
Centro de Estudios Interdisciplinarios (CEIS20)  
Universidad de Coimbra  
diego.alatorre@cidi.unam.mx

Recived: 2025-05-30

Accepted: 2025-09-08

### **Cómo citar este trabajo. How to cite this paper.**

Alatorre Guzmán, D. (2026). Salud, Meta-Diseño y Sistemas Complejos: Apuntes para una Pedagogía del Juego. *Artificio* (9), eArt.0902, 16-30.

# Salud, Meta-Diseño y Sistemas Complejos: Apuntes para una Pedagogía del Juego

Diego Alatorre Guzmán

## Resumen

Con el objetivo de reconocer el diseño como un complemento transversal a la práctica disciplinar en tanto que integra la forma en que imaginamos, sostenemos y reconstruimos el mundo, el presente estudio comienza haciendo una reconstrucción histórica que encuadra la evolución de la práctica médica a través de los descubrimientos científicos y la tecnología generada a consecuencia de éstos. A continuación expongo la paradoja que justifica la modernidad, por medio de una cultura industrial de innovación, producción, centralización y consumo, que al mismo tiempo propaga una profunda crisis vinculada tanto a la salud social como a la individual, y por lo tanto deben ser abordadas en paralelo. En la búsqueda por trascender el concepto normativo e individual de la salud, la tercera sección aborda diferentes perspectivas de la práctica terapéutica, justificando la concepción ecológica de la salud y discutiendo la relación entre la salud y la creatividad a partir de prácticas participativas, donde terapeutas y pacientes reflexionan en torno al vínculo entre el mundo interno y el externo. A partir de estas ideas, la cuarta sección reconoce el carácter político de la creatividad a través del meta-diseño que permite la transformación de la disciplina creativa a partir del estudio de las necesidades y de las expectativas de las personas involucradas en proyectos. La sección cinco presenta un escenario prospectivo a través del cual especulo en torno al porvenir, exponiendo el diseño participativo desde la pedagogía del juego, como una manera para abordar la complejidad en ambientes complejos, con la intención de coordinar proyectos de mutuo aprendizaje, vinculando a la academia con sus comunidades aledañas. Finalmente las conclusiones apuntan a reconocer las emociones y las actitudes como vías para fortalecer vínculos de respeto y confianza fundamentales para resignificar los espacios educativos desde el juego.

**Palabras clave:** *Aprendizaje a través del juego, Diseño participativo, Prospectiva especulativa.*

## Abstract

With the aim of recognizing design as an irreplaceable complement to disciplinary practice, through which we imagine, build, and sustain more enjoyable and healthy lifestyles, our journey follows a historical perspective that frames the evolution of medical practice through scientific discoveries and the technology that resulted from them. I then present the paradox that justifies modernity: by an industrial culture of innovation, production, centralization, and consumption, which at the same time propagates a profound crisis tied to both social and individual health, and therefore must be addressed in parallel. In the search to transcend the normative and individual concept of health, the third section explores different perspectives on therapeutic practice, supporting the ecological conception of health and discussing the relationship between health and creativity through participatory practices, where therapists and patients reflect on the connection between their inner and outer worlds. Building on these ideas, the fourth section recognizes the political character of creativity through the concept of meta-design, enabling the transformation of the discipline based on the needs and expectations of the people involved. Section five presents a prospective scenario where I speculate about the future of participatory design, from the pedagogy of play, as a way to address complexity in diverse environments and with the intention of sustaining collective relationships for mutual learning, linking academia with its surrounding communities. Finally, the conclusions aim to recognize emotions and attitudes as ways to strengthen bonds of respect and trust, which are fundamental to re-signifying educational spaces through play.

**Keywords:** *Play-based learning, Participatory Design, Prospective Speculation.*

## La evolución histórica del concepto de salud

En la búsqueda por situar el comienzo de esta historia, comencemos por citar el ejemplo que Margaret Mead usa para denotar el inicio de la cultura hace unos 15 mil años en el Paleolítico: el fósil de un fémur fracturado. Evidencia que revela la red de cuidados que permitió al paciente subsistir, a pesar de la inmovilización que requiere la sanación de tal herida; hito histórico que antecede por unos 10 mil años la invención del lenguaje escrito (Byock, 2012).

El siguiente gran suceso en la historia de la medicina se mantiene al día de hoy descrito en el código Hammurabi. Grabado cuneiforme sobre una diorita cilíndrica de 2,4 metros de altura, el documento acadio fue inscrito entre alrededor del año 3 mil antes de Cristo. Aludiendo a la ley del Talión, regula los honorarios y las responsabilidades del ejercicio médico, basado en el principio de reciprocidad (Aguilar Freitas, 2017). En esa época la medicina era considerada un arte sagrada y las enfermedades, un castigo impuesto por dioses y demonios, que debían ser tratadas por monjes y sacerdotes mediante conjuros mágicos, haciendo uso de plantas, minerales y sustancias de origen animal que acompañaban sus ofrendas (Scliar, 2007).

Mientras tanto en China y en la India, las enfermedades se entendían como la pérdida de la armonía, de tal manera que su tratamiento procuraba la recuperación del equilibrio entre los opuestos —el *yin* y el *yang*— a través del estudio sistemático de los flujos energéticos: el *chi* en China y *prana* en la India (Scliar, 2007).

El comienzo de la medicina científica se ubica en la Grecia clásica a partir de Hipócrates. Autor del juramento ético al que actualmente se comprometen las y los médicos, Hipócrates sistematizó el estudio y la protección de la salud a partir de atender las enfermedades como un desequilibrio entre los cuatro humores que conformaban el cuerpo humano: la bilis negra, la bilis amarilla, la flema o pituita y la sangre (Scliar, 2007).

«Hipócrates creó el método de aprendizaje consistente en apoyarse en la experiencia, observando cuidadosamente al paciente, interrogándolo, conociendo sus costumbres y la forma como éstas habían repercutido en su salud y explorándolo cuidadosamente. Fue el

primero en analizar los errores como la mejor forma de aprender y adquirir experiencia en el diagnóstico de las enfermedades» (Jaramillo-Antillón, 2001).

El incipiente éxito del método científico se vio reflejado en el trazo de ciudades cada vez más higiénicas, regidas por diferentes organizaciones con funciones y conocimientos específicos. El control sobre las enfermedades que antes habían abatido poblaciones enteras permitió al imperio romano extender los servicios de abastecimiento de agua y de drenaje, construir campos militares y amplios complejos hospitalarios para atender a su población, incluyendo a los esclavos que hicieron todo esto posible.

En la Edad Media la medicina tuvo un retroceso: los curanderos paganos y las hechiceras fueron asesinadas. El ejercicio de la medicina se confinó a los monasterios que prohibieron la disección de cadáveres, limitando el estudio de la medicina a los valores eclesiásticos que confiaron la salud de los pacientes a la voluntad de Dios (Jaramillo-Antillón, 2001).

Mientras tanto, los médicos árabes retomaron el trabajo de los griegos y publicaron los primeros manuales de medicina. Inspirado en estos, Leonardo da Vinci fue uno de los primeros científicos que utilizó el dibujo como método para construir y compartir conocimiento. Sus dibujos inspiraron nuevas ramas de la medicina a partir de un paradigma ingenieril que privilegia el lenguaje gráfico sobre el lenguaje oral y escrito, relegando sentidos como el tacto y el olfato que previamente habían tenido mayor presencia en la práctica médica (Ihde, 1998 pág. 160).

Durante el Renacimiento aparecieron la peste negra y la sífilis, las primeras epidemias que provocaron la muerte de cerca de la mitad de la población europea y más tarde (junto con la viruela, el sarampión, la tuberculosis y la gripe) serían exportadas a América, significando un factor decisivo para el dominio europeo sobre las poblaciones locales que no habían sido expuestas a tales gérmenes (Diamond, 1997).

A partir de lo que ha sobrevivido hasta nuestros tiempos, podemos inferir que la salud en Abya Yala se entendía relacionada al equilibrio, a la presencia de espíritus y al correcto uso de plantas medicinales por medio de las cuales los sabios, curanderos y chamanes

aportan a restablecer el equilibrio con la madre naturaleza. La lógica de la relacionalidad la describe Yañez del Pozo (2005) en función de la correspondencia y complementariedad entre las diferentes entidades, eventos, hechos, estados de conciencia, emociones y posibilidades que supone una complicada cadena de relaciones.

Con la importación de plantas nativas del *nuevo mundo* a Europa, la creación de nuevos circuitos económicos promovió la investigación científica sobre el conocimiento tradicional, financiando la invención de nuevos instrumentos cada vez más complejos que permitieron por primera vez en la historia ver lo que antes era invisible para el ojo desnudo, abriendo nuevos campos de estudio en todo el espectro de escalas: desde la vida microscópica hasta las leyes que rigen el universo extraterrestre.

El avance científico financió el transcurso epistemológico que impulsó el ascenso de nuevas clases sociales vinculadas a las ciencias y a la tecnología, permitiendo abaratar los costos de producción, la comercialización y la difusión de inventos cada vez más potentes y especializados (Mokyr, 2021).

En 1775 se descubrió la primera vacuna (contra la viruela), en 1842 se usó por primera vez anestesia en un procedimiento quirúrgico y en 1928 se descubrió por accidente la penicilina; sin embargo la industria tardó 15 años para producir comercialmente los antibióticos que cambiarían el tratamiento de enfermedades previamente mortales, como la gangrena y la sífilis (Ros-Vivancos *et al.*, 2018).

Entrado el siglo XIX, Mendel publicó las leyes que explican la herencia genética, Louis Pasteur sentó las bases para desarrollar la esterilización por autoclave, Friedrich Miescher descubrió el ADN, Wilhelm Röntgen los rayos X y Marie Curie la radioactividad; descubrimientos que marcaron el comienzo del siglo XX y el nacimiento de la etiología médica (catalizador de tratamientos para enfermedades hasta entonces incurables) y la aceleración del crecimiento demográfico que duplicó la población mundial en menos de un siglo.

Además de dos guerras mundiales, el siglo XX trajo consigo un sinnúmero de innovaciones científicas como la psicofarmacología y el desarrollo de órtesis y de prótesis cada vez más accesibles y funcionales. Se reconoció la ergonomía y el derecho a la salud, así

como la obligación de los gobiernos de promover y proteger la salud, no sólo como la ausencia de enfermedad, sino como el estado de completo bienestar físico, mental y social (Scliar, 2017).

Al día de hoy, los hitos más significativos contemplan el estudio del genoma humano y el empleo de genes sanos y células madre como anticuerpos monoclonales, «misiles microscópicos de proteínas específicas para sustituir las ausentes debido a lesión de los genes que las producen [y] para regenerar o formar tejidos sanos en diferentes órganos» (Jaramillo-Antillón, 2001).

## La paradoja de la modernidad

La medicina contada a través de la historia de la tecnología permite ver la continua serie de inventos y descubrimientos que forjaron el campo médico actual. En paralelo con la evolución de las ciencias de la salud es posible encontrar un transcurso menos esperanzador, igualmente relacionado con la presencia humana en el planeta y que se manifiesta a través del cambio climático, de la contaminación de mares y ríos, de la extracción de fauna exótica de sus hábitats naturales, del esparcimiento de nuevas enfermedades y del epistemicidio sistemático que promueve la discriminación y contribuye a mantener poblaciones enteras en la pobreza.

Identificada por Illich (1974) en la educación escolarizada y recientemente en las ciudades que privilegian el transporte motorizado (Robert, 2021), la paradoja de la industria médica, como reflejo de su identidad comercial, expone una serie de prácticas enraizadas en el paradigma capitalista, que permiten reformular el famoso aforismo de Karl Marx y describir a la industria de la salud como el opio del pueblo contemporáneo (Davies, 2021).

Dentro de este panorama desolador, el principal causante de los daños que amenazan la vida es por supuesto el ser humano, particularmente cuando se percibe como dueño de la Tierra. En palabras de Florindo Pirone (2020) «Nunca hemos estado mejor, nunca nos hemos sentido tan mal». Con la facultad de controlar el territorio y a todas las especies que comparten este planeta. Sin embargo, poco aporta culpar a la humanidad de la desgracia ocasionada, sin indagar en las razones que llevaron a nuestros

antepasados a desafiar la naturaleza y asumirse superiores a otras especies, incluso tornándose en contra de la vida misma.

Podríamos identificar de manera más específica el uso y proliferación de la tecnología como esa escisión primigenia en la estructura de los valores humanos, que permitió la transformación de los pre-homínidos en homínidos. Lo que desde otras tradiciones se interpreta como la expulsión de Adán y Eva del paraíso y que Stanley Kubrik (1968) representa por medio del monolito negro en 2001: Odisea en el Espacio. Ambos ejemplos apuntan a la tecnología como medio para potenciar las intenciones de quien la controla, extendiendo las capacidades innatas de los usuarios; dividiendo emocionalmente a la población entre las personas que se sienten identificadas con el poder y quienes se identifican con la fracción sometida.

Una lectura más profunda nos permite superar la visión simplista que reconoce a la transgresión tecnológica como la causa de nuestras desgracias e indagar en el transcurso de la historia, cuáles fueron las actitudes e intenciones detrás de cada invento; tarea difícil de sobrellevar en retrospectiva, pero pertinente y relevante si pensamos a la historia como un proceso inacabado en donde podemos incidir.

## Creatividad en Terapia y Viceversa

Retomando la postura de Draper (1966), quien advierte dos intencionalidades asociadas al socialismo, propongo distinguir la «salud desde fuera» de aquella que se ejerce «desde dentro». La primera implica una élite que no está sujeta al control, pero sí decide sobre la vida de otras personas (como el confinamiento a partir de una pandemia), justificada por una lógica pragmática que promueve la eficiencia y el retorno de inversión, y generalmente carece de un genuino interés en hacer cambios estructurales que aseguren el desarrollo pleno de la población y el respeto al ambiente; donde la naturaleza se entiende y se aborda como algo exterior, como un mero recurso económico y los pueblos indígenas que la defienden son una amenaza.

En el otro extremo está la «salud desde dentro», que sólo puede realizarse a través de la autoemancipación de las comunidades en búsqueda de su libertad y de las manos de actores (y no simples consumidores

individuales) movilizados en una lucha por hacerse cargo de su propio destino (Woodcock y Johnson, 2017, pág. 6).

Las terapias concebidas «desde dentro» no suelen ser prescriptivas, ya que se asumen como puentes para que los pacientes dialoguen con sus dolencias y con su contexto, por lo que integran la participación de los enfermos en el diseño, elaboración y seguimiento de sus programas terapéuticos, adaptando los procedimientos a las dolencias y los procesos propios de cada quien, de tal manera que, en vez de silenciar u ocultar los síntomas, se proponen alternativas para resignificar el dolor, aportar al fortalecimiento personal y dotar de nuevos sentidos a la vida (Forgeard & Elstein, 2017).

En palabras de Paulo Freire: *Ninguém liberta ninguém, ninguém se liberta sozinho: os homens se libertam em comunhão*. Esta perspectiva integra aspectos que todavía suelen estudiarse por separado (como en la biología, la medicina clínica, la salud pública o la ecología) a pesar de que son fundamentales para entender el concepto de salud integral vinculado a la educación, como una vía inter, multi y transdisciplinar que integra tanto la restauración, como la prevención, que comienza en la vida cotidiana y tiene implicaciones tanto en el campo profesional, como en nuestras relaciones con amigxs, familiares y vecinxs, representadas en las actitudes y comportamientos.

La creatividad, según Piaget (1962), permite expresar nuestros sentimientos de manera equilibrada, a través de un lenguaje vivo, dinámico e individual, sobre todo en etapas tempranas de nuestra formación como individuos, en las que el lenguaje verbal por sí solo es inadecuado y por lo tanto, es fundamental para el crecimiento y autonomía de cualquier persona. Desde la práctica terapéutica, la creatividad permite conectar, entender y comunicarse efectivamente con los pacientes y es particularmente útil para afrontar casos riesgosos, para experimentar con tratamientos alternativos, improvisando ante resultados imprevistos y para experimentar con nuevos procedimientos para tratar casos complejos y poco explorados (Forgeard & Elstein, 2017).

Es por esto que Kaplan (1995) y Câmara, *et al.* (2012) apuntan al fomento de la responsabilidad, de la atención y de la conciencia en la toma de decisiones, buscando mejorar las condiciones de bienestar, respetando los derechos humanos y el ambiente,

permitiendo la adopción de hábitos de vida saludables, mediante el uso correcto, cuidadoso y constructivo de los servicios de salud disponibles. Al integrar el aspecto contextual, la concepción ecológica de la salud permite una mayor extensión y continuidad en el concepto de sanación, que no puede verse de forma aislada, pues comienza a nivel molecular y culmina en la biósfera; lo que requiere estudiarse a partir de la red en donde se expresa nuestra salud, determinada no sólo por los aspectos microbiológicos de las patologías, sino que también contempla los aspectos relacionales, ambientales, socioeconómicos y culturales que acompañan el desarrollo humano (Arah, 2009; Scliar, 2017).

Una de las teorías psicoterapéuticas que mejor destaca el vínculo entre la salud y la creatividad es la Gestalt, teoría formalizada en Alemania por Laura y Fritz Perls a principios del siglo XX. Se basa en una serie de principios existenciales y experimentales (tanto cognitivos como perceptuales), a través de los cuales nos relacionamos entre personas y con el medio ambiente (Amendt-Lyon, 2003).

En términos de la relación entre el terapeuta y el paciente, estas terapias procuraban sensibilizar, motivar, dar confianza y alegría, mejorando la comunicación y permitiendo abordar temas complejos, volviéndolos más alegres y fáciles de encarar (Gaete, 2021; Schaefer, 2003). A diferencia de las corrientes tradicionales, donde el terapeuta monopoliza su posición de poder y decide sobre los procedimientos para tratar a sus pacientes, la terapia Gestalt contempla el desarrollo de intervenciones «hechas a la medida» que invitan a los pacientes a diseñar sus propios procesos terapéuticos, desde la identificación de las problemáticas a tratar, como los medios y los resultados esperados (Ferreira, *et al.*, 2012, pág. 123).

La evidencia clínica encuentra que la exploración creativa (por ejemplo, a través de la narrativa, del dibujo y de la fotografía) es un medio particularmente útil para pacientes con desórdenes psicóticos, con problemas relacionados con la regulación de las emociones y con aflicciones psicológicas resultantes de otras enfermedades, como el alzheimer, la depresión y el cáncer. La risa, por ejemplo, ha sido descrita como un estímulo espontáneo a través del cual producimos endorfinas que contribuyen a una sensación de diversión y de bienestar, facilitando el aprendizaje al mismo tiempo que nos proporcionan un antídoto contra el

tedio que eleva y restaura el espíritu (Louie, Brook y Frates 2016; Homeyer and Morrison, 2008).

## Meta-diseño<sup>1</sup>

Otra manera para reconocer el vínculo entre la medicina y el arte es a través del trabajo de profesionales de la salud como Ronald David Laing, psiquiatra y poeta, quien denotó el carácter situacional de la esquizofrenia; Aleksandr Borodín, químico, médico militar y destacado compositor; Arthur Conan Doyle, cirujano y autor de la saga de Sherlock Holmes; Antón Chéjov, médico internista, considerado uno de los mejores escritores de la historia y Viviane Mosé, poetisa y psicóloga, autora del *Poema preso*.

El pensamiento creativo, productivo o «independiente» dota de nuevos significados a experiencias traumáticas y ayuda a comprender las implicaciones de nuestras acciones dentro del complejo entramado en el que actuamos. En palabras de Jodorowsky (2007), la creatividad nos libera de la ilusión de la lógica y nos permite recuperar la felicidad de la vida, de imaginar y de jugar con la mente para no estar presos en esta realidad.

En la búsqueda por reinventar la propia práctica creativa, Andries Van Onck cuestiona las herramientas que utilizamos, abordando nuestra capacidad para manipular y controlar los mensajes que emitimos. Al entender la creatividad como un proceso comunicativo, su trabajo involucra a diseñadores en relación con otras personas, desde la selección de las materias primas y los conceptos a explorar, hasta los instrumentos con los que trabajan, convirtiendo el diseño en una serie de decisiones ético-políticas y no simplemente una cuestión de estilo.

Aportando a estas ideas, Gene Youngblood (1986) abordó la crisis del diseño en su sentido cultural y político, exponiendo la «resistencia al posmodernismo» que representa el fracaso de la imaginación, cooptada por el imperialismo, visión que promueve el consumismo artístico y la destrucción socioambiental. Su propuesta considera estrategias extraestéticas y supraculturales, accesibles sólo desde fuera de la disciplina. Para el teórico del arte y escritor estadounidense,

<sup>1</sup> Esta sección está adaptada del artículo *Metadiseño para la Democracia (y viceversa)* publicado en 2024 por la Revista Parajás v. 7 n. 1 y disponible aquí: <https://revistaparajas.com.br/index.php/rv1/article/view/5>

el metadiseño es una práctica revolucionaria que busca manipular el contexto más que el contenido, permitiendo a las personas entablar «conversaciones creativas»: el mundo deja de ser un lugar estático que se nos impone al nacer, sino un proyecto abierto y autogestionado que nos libera de la opresión del destino y de la sumisión voluntaria que caracteriza el *status quo*.

Quizás el ejemplo más adecuado para ilustrar las ideas de Van Onck sea la obra de James Nolan Gandy<sup>2</sup>, cuyas creaciones gráficas resultan de la programación mecánica de los armonógrafos que él mismo diseña y construye. Mientras que el paradigma clásico del diseño centraría su crítica en el producto gráfico, Van Onck se interesa por el proyecto-máquina que permite a Nolan programar y reproducir sus figuras ondulantes.

Para expresarnos libre y genuinamente, exponemos nuestras prioridades y al hacerlo, forjamos relaciones interpersonales en los diferentes ambientes que habitamos (Amendt-Lyon, 2003). La armonía y la coherencia en la relación entre los individuos y su contexto pueden expresarse, como Maturana y Varela (1984) lo notan, en función de la naturaleza epistémica de nuestra humanidad, es decir, como resultado de un proceso cognitivo y constructivista. La creatividad, descrita como la plasticidad estructural es una propiedad de cualquier organismo para adaptarse al medio, por lo que puede ser entendida como un símbolo de bienestar, que cuenta del continuo aprendizaje que significa la vida, que se expresa como resultado de la conexión, «como si fuera un juego que elegimos jugar» (Deterding, 2014, pág. 326).

A medida que los medios pierden el carácter protagónico que marcó el estudio de la comunicación en el siglo XX, la perspectiva sociohistórica de Arturo Escobar (2017) perfila una política cultural desde una posición comprometida. De este modo es posible pensar en los medios como la evidencia de un proceso de maduración individual que resulta esencial para el derrame económico y la participación cívica (Rowse y Walsh, 2012), que atraviesa múltiples campos del conocimiento y se enriquece con las habilidades de quienes deciden expresarse creativamente, comunicando sus motivaciones y talento a través de las herramientas que dominan.

Al desprenderse de los objetos y centrarse en los procesos por los cuales las cosas llegan a ser, el diseño se inscribe como un proceso económico de intercambio, subsistencia y crecimiento profesional que posiciona a los creativos en relación con el mundo, con los materiales disponibles y con las tradiciones locales. Desde esta perspectiva se vuelve evidente que el uso de modos específicos de comunicación ya no se percibe como una cuestión de estilo o de intención individual, sino como la evidencia de un proceso inherentemente conectado a las condiciones en las que el mensaje es generado y comunicado, lo cual puede expresarse en términos de relaciones de poder, tales como el acceso a recursos, materiales, herramientas, conocimientos y las intenciones de transformarlos.

Como seres relacionales, nuestra práctica creativa nos conecta: refleja y fortalece los vínculos comunitarios a través de los cuales se organiza la acción colectiva. En palabras de Gatt e Ingolden, el diseño «no transforma el mundo, sino que es parte del mundo que se transforma a sí mismo» (Escobar, 2017), que nos permite realizar cualquier cosa que imaginemos, siempre y cuando respetemos las coherencias estructurales del sistema en donde operamos; lo que Humberto Maturana (2001) considera un gran reto, en tanto que requiere reconocer el estado emocional que nos gobierna en el momento que actuamos, pues es función de nuestras emociones, asumimos la responsabilidad de nuestras acciones y por lo tanto nos invita a reconocer la realidad social que determina nuestra naturaleza y, por tanto, también la de nuestros mayores problemas, desconfiando de la tecnología como única solución a nuestros problemas.

En su escala organizacional, el meta-diseño se relaciona con la innovación y suele suceder en ambientes donde es difícil distinguir entre el trabajo y el juego; organizaciones en donde solemos encontrar personas altamente capacitadas, que aunque actúan con gran seriedad y con propósitos claros, son capaces de mantener el sentido del humor, mantener vivas sus fantasías y ver las contradicciones de la vida como desafíos emocionantes. Sin creatividad, el liderazgo adquiere una cualidad un tanto mecánica, como distante (Nevis, 2003).

<sup>2</sup> <http://www.jamesnolangandy.com/>

## Pedagogía del Juego

Como una provocación para abrir espacios de libre expresión, esta investigación encuentra en la creatividad una oportunidad didáctica para avalar la democracia, enraizada en la curiosidad y la imaginación, el respeto, la deliberación y la subversión de la tecnología existente, respondiendo a las necesidades de múltiples personas. Recordando que la educación, al igual que la democracia, no se limita a la responsabilidad institucional, sino que representa una manera de darle sentido a la vida.

Más allá de la gamificación de la educación y del aprendizaje basado en juegos, donde los juegos se desarrollan con un objetivo impuesto de arriba hacia abajo —ya sea para aumentar la participación de los jugadores o para enseñar contenidos importantes pero comprometiendo la diversión (la mayoría de las veces estos juegos son diseñados en oficinas, con buenas intenciones pero con poco acceso a jugadores reales)—, la pedagogía del juego trabaja sobre un modelo de “compromiso activo”, reconocido por la UNESCO como una manera de promover la salud de los estudiantes, transformando las aulas en paisajes de aprendizaje divertidos y motivadores (Koster, 2005; Araújo & Carvalho, 2018).

Al interactuar a través de juegos, lo que Fröbel (1895) llamó “juguetes”, Vygotsky (1976) “pivotes” y Winnicott (1951) “objetos transicionales”, la experiencia educativa se convierte en una práctica de autoaprendizaje mediante la cual los jugadores construyen su propio conocimiento, aprendiendo lo que necesitan, a su propio ritmo (Farné, 2005). Como señala el pedagogo italiano Roberto Farné, los juegos que jugamos constituyen nuestra primera experiencia de educación política, pues nos exigen asumir roles, seguir reglas, experimentar con el poder, transgredir límites, gestionar conflictos y tomar decisiones dentro del espacio de acción limitado que caracteriza cualquier escenario lúdico.

El juego nunca puede ser obligatorio ni relegar su carácter autotélico, ya que pronto se vuelve aburrido y los estudiantes jugarían sólo para complacer al profesor, para evitar una clase “normal”. Lo que debemos buscar es crear ambientes seguros para que los aprendices autogestionen sus propias aventuras, en las condiciones más naturales para interactuar con su entorno a través de su cuerpo, su movimiento, sus

sentidos, su habilidad manual, su imaginación y su inteligencia (Farné, 2005).

Como educadores, nuestra responsabilidad consiste en respaldar lo que Howard Gardner (1983) descubrió respecto a las inteligencias múltiples: el aprendizaje será más significativo cuando las personas son libres de decidir, representar y comunicar lo que es relevante. Sin certeza ni garantía sobre el comportamiento de los demás, Cornú (1999) apela a la confianza como una “apuesta” que implica aceptar la incertidumbre y renunciar a la necesidad de controlarnos mutuamente, creando espacios recíprocos de hospitalidad donde todas las participantes se sientan bienvenidas y reconocidas, lo que conlleva una renuncia progresiva al poder por parte del educador, esencial para desarrollar la autonomía del aprendiz y la participación responsable en su transformación.

A veces de manera explícita, a veces de forma subrepticia, los juegos son vehículos reveladores para aprender sobre nuestro propio comportamiento y personalidad, ya que permiten a los jugadores imaginar, probar y reflexionar sobre sus prioridades (Fink, 2003). Al jugar juntos, construimos enfoques formales e informales de “formación de políticas” locales mediante los cuales representamos y constituimos comunidades, desarrollando una identidad grupal y un sentido de pertenencia, diluyendo la disparidad en las relaciones de poder entre estudiantes y docentes.

### Panorama: Porvenir

En la búsqueda por extender las ideas aquí expuestas hacia la consolidación de un proyecto educativo donde la creatividad alimenta el espíritu humano, esta sección explora el diseño participativo como una premisa lúdica y transdisciplinar que conjuga teoría y tecnología, a disposición de la gente y para el beneficio común.

Si bien esta historia se sitúa en el futuro, la enuncio en tiempo presente con la intención situarnos en un escenario familiar, en donde la relación entre docentes y estudiantes se basa en principios análogos a los expuestos por Hipócrates, a través de procesos experimentales enraizados en la comunidad paraescolar; en donde los errores son la mejor forma de aprender y la profesionalización comprende el reconocimiento

del cambio y la disposición para aplicar lo aprendido al servicio de la población.

En consecuencia, al diseñar actuamos de manera ética y responsable, cuestionando la violencia normalizada en el sistema industrial convencional (generalmente capitalista, colonialista y patriarcal), incorporando visiones complementarias, en diálogo con otras vías de acceso al conocimiento, vinculando tradiciones epistemológicas y subordinando los productos de nuestra práctica (la tecnología) al cuidado de la vida y nunca a sí mismos.

El diseño mantiene su capacidad para cambiar radicalmente la forma en que vivimos (como lo hizo en sus inicios), desprendiéndose de su aplicación meramente comercial, la industria promueve un estrecho vínculo entre diferentes disciplinas, integrando diseñadores, productores y consumidores a través de proyectos abiertos, conciencia de las complejidades y sensibles a las necesidades de su contexto.

En aras de aminorar el costo económico y el impacto ambiental causado, aprovechamos la tecnología e infraestructura existente, dentro de los espacios arquitectónicos que acogen a las escuelas y universidades y en red con oficinas, talleres, fábricas y hospitales, en donde trabajan personas ávidas de aprender y compartir sus aprendizajes.

Con la libertad para explorar, sin miedo a equivocarnos y sin la pretensión de satisfacer las necesidades del mercado laboral, las ideas desarrolladas dentro de las comunidades educativas tienen como objetivo imaginar, poner a prueba y reflexionar en torno a modelos de vida alternativos, más sustentables, más saludables y más divertidos.

La relación entre docentes y estudiantes se entrelaza en proyectos insertos en marcos interinstitucionales que dotan de recursos, perspectiva y dan seguimiento al trabajo desarrollado por todas las personas involucradas, cuya incidencia se basa en el reconocimiento de que somos capaces de hacer todo lo que queramos, poniendo a prueba las coherencias estructurales del sistema en donde operamos, reconociendo nuestra relativa ignorancia y la complementariedad de la práctica creativa que se expresa tanto en términos actitudinales, como ideológicos y contractuales.

La experiencia del profesorado advierte la pertinencia de los casos que se ponen sobre la mesa, sugiriendo expertos y vías de acceso al conocimiento. El estudiantado, por su parte, aborda los casos de manera crítica, justificando sus decisiones en función del estudio del contexto, de las necesidades y de las expectativas de las comunidades aledañas. Mientras tanto, la administración escolar se encarga de asegurar las mejores condiciones para que los proyectos cumplan con los objetivos planteados, así como de coordinar y recibir a otras personas involucradas en los proyectos: vecinas, exalumnas y expertas cuya dedicación se verá recompensada con la sorpresa y gratitud de quienes experimentan los resultados e integran prácticas positivas en sus quehaceres cotidianos.

Los productos desarrollados son el fruto de la curiosidad, de la creatividad y de la pasión con que las y los participantes, quienes representan simbólicamente la realidad y exploran con diferentes materiales y configuraciones, trabajando en equipos transversales (intergeneracionales y transdisciplinares) reflejando a través de su práctica, la personalidad de sus autores, integrando saberes provenientes de diferentes campos del conocimiento y poniéndolos al servicio de la población global.

La corresponsabilidad de mantener el espacio educativo se comparte, de manera que hay espacio para diferentes dinámicas, desde discusiones en grupo, diálogos frente a frente, sesiones de prototipado y de experimentación. Sin embargo, los proyectos no terminan en los laboratorios, sino que son extendidos hasta sus últimas instancias, vinculando a los estudiantes con iniciativas vecinales, centros culturales, parques y espacios públicos, en donde el fruto de su creatividad se pone a prueba frente a las necesidades de personas reales.

La evaluación se lleva a cabo de manera colegiada, en diferentes etapas y direcciones, involucrando a las diferentes personas involucradas en los proyectos desde la selección de los criterios a tomar en cuenta hasta la publicación de los resultados en medios abiertos, contemplando, mas no limitándose a la retroalimentación por parte del personal docente, del estudiantado y de las y los participantes externos. Se llevan a cabo encuestas anónimas para saber el estado de satisfacción de los clientes, sesiones focales para entender las motivaciones de los participantes y entrevistas a

profundidad para ofrecer experiencias de aprendizaje a la medida.

Probablemente lo más sorprendente es cómo le dan seguimiento a los proyectos a lo largo de los años, generando procesos enraizados en prácticas cotidianas, haciendo uso de recursos públicos para mantener las alianzas vigentes y acorde a los intereses de múltiples participantes. Con una visión plural, las escuelas se han vuelto espacios de renovación, socio-ambiental, aumentando la popularidad de las universidades y por consiguiente, la población estudiantil ha desbordado los salones, reactivando bodegas como talleres y convirtiendo jardines en huertos urbanos.

## Conclusiones

El presente capítulo hace un breve recorrido por la historia de la medicina a partir de identificar y caracterizar la evolución de los descubrimientos científicos que fueron cambiando la manera en que nos relacionamos con nuestro cuerpo y mente. A partir de ella, se plantea la paradoja que reconoce la preeminencia de la tecnología como un medio de acceso a una vida más lujosa, higiénica y confortable, que al ser adoptada como única fuente de bienestar, se convierte en una herramienta de control.

La situación de crisis actual requiere de la formación de profesionales críticos y comprometidos con una visión integral de la salud, no limitados a los intereses de la industria químico-farmacéutica, la cual cuenta con el apoyo de un aparato económico que le permite manipular cómo es percibida y consumida por las grandes masas poblacionales.

Por el contrario, la visión expuesta procura una cultura de saludable escepticismo que nos lleva a reflexionar acerca de las formas con que nos relacionamos (entre colegas, con nuestra salud y la de nuestro contexto), proponiendo y cuestionando procedimientos, que nos permitan evaluar y evitan la proliferación de terapeutas charlatanes, que ante el desconocimiento de los principios fundamentales de la práctica médica y en función de intereses perversos, lucran amparados por la expresa necesidad y frágil ingenuidad de sus pacientes.

Desde una perspectiva académica, contraste esta disparidad en las relaciones de poder entre estudiantes y profesores, que tienden a replicar patrones de conducta que poco aportan a la emancipación del espíritu humano. Al asumir la corresponsabilidad de todas las personas involucradas en los procesos de enseñanza-aprendizaje y la fugacidad de los planes de estudio (particularmente evidente en el campo del diseño), el secreto para asegurar una formación de calidad escapa del ámbito curricular y se centra en las actitudes y emociones que inspiran relaciones de mutuo aprendizaje.

Parafraseando a Maite Alvarado (2013), si la educación industrial contempla la memorización y la descripción, para esta pedagogía de la expresión lúdica el género elegido es el diálogo; al recuperar la predisposición para aprender, practicamos nuestra capacidad de transformar el quehacer cotidiano en objeto de reflexión.

## Agradecimientos

Me gustaría reconocer el apoyo de la *Fundação para a Ciência e a Tecnologia* de Portugal, brindado a través del financiamiento para estudios doctorales clave *UI/BD/154194/2022*. Al Centro de Investigaciones de Diseño Industrial (CIDI) de la Facultad de Arquitectura de la UNAM, por la confianza y concesión del periodo sabático en el cual desarrollé esta investigación, a Nuno Coelho, Sara Dias-Trindade y Jose Font, mis tutores doctorales y al Centro de Estudios Interdisciplinarios (CEIS20) de la Universidad de Coimbra, por su acompañamiento y disposición a encaminar mi curiosidad.

## Referencias

Alvarado, M. (2013). *Escritura e invención en la escuela*. Fondo de Cultura Económica.

Amendt-Lyon, Nancy (2003) Toward a Gestalt Therapeutic Concept for Promoting Creative Process. *Creative License The Art of Gestalt Therapy*. Margherita Spagnuolo Lobb & Nancy Amendt-Lyon (eds.) Springer-Verlag Wien GmbH.

Arah Onyebuchi A. (2009). On the relationship between individual and population health. *Medicine, health care, and philosophy*, 12(3), 235–244. <https://doi.org/10.1007/s11019-008-9173-8>

Araújo, I. & Carvalho, A.A. (2018). *Gamificação no ensino: casos bem-sucedidos*. Revista Observatório, 4(4), 246-283. <https://doi.org/10.20873/uft.2447-4266.2018v4n4p246>

Byock, Ira (2012). *The best care possible: A physician's quest to transform care through the end of life*. New York: Avery. ISBN-10:1583335129

Câmara, Ana Maria et al. (2012). Percepção do processo saúde-doença: significados e valores da educação em saúde. *Revista Brasileira de Educação Médica* [online] v. 36, n. 1, pp. 40-50. <https://doi.org/10.1590/S0100-55022012000200006>

Cornu, Laurence (1999). La confianza en las relaciones pedagógicas. En Graciela Frigerio (comp.) *Construyendo un saber sobre el interior de la escuela. Edición Novedades Educativas*. Centro de estudios multidisciplinares. Buenos Aires.

Davies, James (2021). *The New Opium of the People: why our mental health sector has failed*. <https://iai.tv/articles/the-new-opium-of-the-people-auid-1817>

Deterding, Sebastian (2014) Eudaimonic design, or: Six invitations to rethink gamification. *Rethinking Gamification*. S. Fizek, M. Fuchs, P. Ruffino, & N. Schrape (editors) Leuphana University of Lüneburg: Meson Press.

Diamond, Jared (1997). *Armas, gérmenes y acero: el destino de las sociedades humanas*- Ed. De Bolsillo. ISBN-13: 978-8483463260

Draper, Hal (1966) 'The Two Souls of Socialism', *New Politics*, 5(1): 57-84.

Escobar, Arturo (2027) *Autonomía y diseño: La realización de lo comunal*. Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Tinta Limón.

Farnè, Roberto (2005) *Pedagogy of play*. *Topoi* 24 (2):169-181.

Ferreira, P. D.; Coimbra, J. L. & Menezes, I. (2012) Diversity within Diversity. *Exploring Connections between Community, Participation and Citizenship*. Volume 11, Number 3. JSSE 2012 ISSN 1618-5293.

Fink, D. (2003). *A Self-Directed Guide to Designing Courses for Significant Learning*. University of Oklahoma

Freire, Paulo (1985). *Pedagogía del oprimido*. Montevideo, Tierra Nueva. México, Siglo XXI.

Forgeard, Marie & Elstein, Jeanette G. (2017). The Benefits of Creativity in Therapy: Current Evidence and Future Directions. In J. Kaufman, V. Glăveanu, & J. Baer (Eds.), *The Cambridge Handbook of Creativity across Domains* (Cambridge Handbooks in Psychology, pp. 587-601). Cambridge: Cambridge University Press. doi:10.1017/9781316274385.032

Fröbel, Friedrich (1895) *Pedagogics of the Kindergarten*. Appleton and Company. New York. <https://openlibrary.org/works/OL15597231W?edition=friedrichfroebel03fr>

Gaete, Bárbara (2021). *¿Cuáles es la importancia de la creatividad en los procesos de Arteterapia?* [Video de Youtube] Facultad de Artes Universidad de Chile. <https://www.youtube.com/watch?v=0tnhn9K7wDE>

Gardner, Howard (1983). *Inteligencias múltiples*. Buenos Aires: Paidós, 1983. ISBN 84-493-1806-8.

- Homeyer, Linda E. & Morrison, Mary O. (2008). Play Therapy: Practice, Issues, and Trends. *American Journal of Play*. 1: 212.
- Ihde, Don (1998) *EXPANDING HERMENEUTICS Visualism in Science*. Northwestern University Press Evanston, Illinois.
- Illich, Ivan (1974). *La sociedad desescolarizada*. Barcelona: Barral.
- Jodorowsky, Alejandro (2007). *Psicomagia*. Siruela
- Jaramillo Antillón, Juan (2001) Evolución De La Medicina: Pasado, Presente y Futuro. *Acta Médica Costarricense*. 2001;14:104-113: <https://www.redalyc.org/pdf/434/43443303.pdf>
- Jessen, Dustin, and Sven Quadflieg (2023). *Towards Contingency: How Design Literacy Empowers Pluralistic Worldviews and Enhances Transitional Design*. *Temas de Disseny* 39: 92-113. <https://doi.org/10.46467/TdD39.2023.92-113>
- Kaplan, Stephen (1995). The restorative benefits of nature: Toward an integrative framework. *Journal of Environmental Psychology*, 15(3), 169–182. doi:10.1016/0272-4944(95)90001-2
- Koster, Ralph (2005) *A Theory of Fun for Game Design*. Paraglyph Press. [Abstract] <https://www.theoryoffun.com/theoryoffun.pdf>
- Louie, Dexter; Brook, Karolina & Frates, Elizabeth (2016). The Laughter Prescription: A Tool for Lifestyle Medicine. *American journal of lifestyle medicine*, 10(4), 262–267. <https://doi.org/10.1177/1559827614550279>
- Maturana, Humberto y Varela, Francisco (1984) *El Árbol del Conocimiento*. Editorial LUMEN
- Maturana, Humberto (2001). *Metadesign. Cognição, Ciência E Vida Cotidiana*. Organização e Tradução Cristina Magro e Vítor Paredes. Editora UFMG
- Mokyr, Joel (2021) Attitudes, Aptitudes, and the Roots of the Great Enrichment. *The Handbook of Historical Economics*. Edited by Alberto Bisin and Giovanni Federico. Academic Press. Disponible en: <https://economics.harvard.edu/files/economics/files/attitud-desaptitudes.pdf>
- Morais, José (2018). Literacy and democracy. *Language, Cognition and Neuroscience*, 33:3, 351-372, DOI: 10.1080/23273798.2017.1305116
- Morin, Edgar (2021). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. UNESCO
- Nevis, Edwin C. (2003) Blocks to Creativity in Organizations. *Creative License The Art of Gestalt Therapy*. Margherita Spagnuolo Lobb & Nancy Amendt-Lyon (eds.) Springer-Verlag Wien GmbH.
- Perls, Frederick; Hefferline, Ralph & Goodman, Paul (1951) *Gestalt-Terapia: Excitement and growth in the human personality*. Dell, New York.
- Piaget, Jean (1962). *Play, dreams and imitation in childhood*. New York: W. W. Norton & Company, Inc. pp. 166. ISBN 978-0393001716.
- Pirone, Florindo (2020). The paradox of contemporary medicine. *Italian Journal of Medicine*, 14(1), 9-13. <https://doi.org/10.4081/itjm.2020.1211>
- Robert, Jean (2021). Los cronófagos, la era de los transportes devoradores de tiempo. ITACA
- Ros-Vivancos, C., González-Hernández, M., Navarro-Gracia, J. F., Sánchez-Payá, J., González-Torga, A., & Portilla-Sogorb, J. (2018). Evolución del tratamiento de la sífilis a lo largo de la historia [Evolution of treatment of syphilis through history]. *Revista española de quimioterapia* : publicación oficial de la Sociedad Española de Quimioterapia, 31(6), 485–492.

Rowell, J. y Walsh, M. (2012). *Rethinking Literacy Education in New Times: Multimodality, Multiliteracies, and New Literacies*. Brock Education, 20(1), 53-62.

Schaefer, Charles E. (2003). *Play therapy with adults*. John Wiley & Sons Inc.

Scheines, Graciela (1998). *Juegos inocentes, juegos terribles*. Universidad de Buenos Aires.

Scliar, Moacyr (2007). História do Conceito de Saúde. *PHYSIS: Rev. Saúde Coletiva*, Rio de Janeiro, 17(1):29-41.

Torres-Maya, Raúl (2021). Investigación, indagación y diseño. *Legado De Arquitectura Y Diseño*, 16(29), 116-125. doi:10.36677/legado.v16i29.16620

Van Onk, Andries (1965) *Metadesign*. Traducción de Lúcio Grinover. São Paulo: Setor de Publicações FAUUSP,

Vygotsky, Lev (1976) *Play and Its Role in the Mental Development of the Child*. NY Basic Books.

Winnicott, Donald Woods (1971). *Playing and Reality*. London: Tavistock.

Woodcock, Jamie & Johnson, Mark R. (2017) Gamification: What it is, and how to fight it. *The Sociological Review*: <http://journals.sagepub.com/doi/full/10.1177/0038026117728620>

Yañez del Pozo, José (2005) *Allikai: bienestar/estar bien: la salud y la enfermedad desde la perspectiva indígena*. Abya-Yala, ISBN 9978225269, 9789978225264

Youngblood, Gene (1986). *Metadesign: Toward a Postmodernism of Re-construction*. Ars Electronica Catalog. Linz: Linzer Veranstaltungsgesellschaft, 1986.

## Diego Alatorre Guzmán

---

Diego Alatorre Guzmán es diseñador, investigador y profesor adscrito al Centro de Investigación de Diseño Industrial de la Facultad de Arquitectura de la UNAM. Su práctica explora el vínculo entre la educación y el juego a través del diseño participativo. Su trabajo ha sido compartido, divertido y premiado en diversas ocasiones: en cursos, talleres, conferencias, revistas, concursos, premios de diseño y exposiciones, destacando el libro de Innovación Social y Diseño (UNAM) y el FUTUROSCOPIO, una experiencia lúdica transmedia para facilitar el pensamiento prospectivo. Es maestro en Diseño para la Interacción por la Universidad Técnica de Delft en los Países Bajos. En 2024 fue galardonado con el Reconocimiento Distinción Universidad Nacional para Jóvenes Académicos organizado por la DGAPA UNAM. Actualmente se encuentra haciendo una estancia sabática, terminando de escribir su tesis doctoral y espera graduarse del programa de Estudios Contemporáneos en la Universidad de Coimbra a finales de 2025.



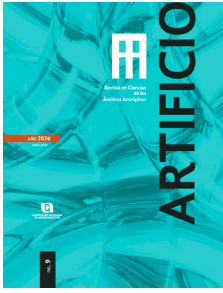
### **Política de acceso abierto**

La Revista Artificio proporciona un acceso abierto a su contenido, basado en el principio de que ofrecer un acceso libre a las investigaciones ayuda a incrementar el intercambio global del conocimiento. Artificio no cobra ni cobrará ningún cargo a sus lectores por concepto de suscripción, ni a los autores por enviar, procesar o publicar sus artículos.

Como condición de publicación, los autores acuerdan liberar sus derechos de autor bajo una licencia compartida, específicamente la licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a cualquier persona compartir, copiar, transformar y redistribuir el material en cualquier medio o formato bajo los siguientes términos:

- \*Dar crédito al autor del texto
- \*No hacer uso del material con propósitos comerciales
- \*Compartir: copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato
- \*Adaptar: remezclar, transformar y crear obras derivadas del material
- \*Si se remezcla, transforma o crea obras derivadas del material, se deben distribuir las nuevas contribuciones bajo la misma licencia que la original.



## Artificio

Revista en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos  
Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción  
Universidad Autónoma de Aguascalientes, México.  
Núm. 9 (2026) periodo enero-junio



# Viabilidad de fachadas ventiladas en espacios educativos: caracterización ambiental de un aula vulnerable

*Viability of ventilated facades in educational environments: Environmental characterization of a vulnerable classroom*

**María Fernanda Ramírez Trejo**

Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Ingeniería  
ORCID: 0009-0005-3092-1198  
mramirez04@alumnos.uaq.mx

**Juan Bosco Hernández Zaragoza**

Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Ingeniería  
ORCID: 0000-0002-3680-7573  
bosco@uaq.edu.mx

**Teresa López Lara**

Universidad Autónoma de Querétaro  
Facultad de Ingeniería  
ORCID: 0000-0001-7289-7919  
lolte@uaq.mx

Recived: 2025-09-11  
Accepted: 2025-11-07

### **Cómo citar este trabajo. How to cite this paper.**

Ramírez Trejo, M. F., Hernández Zaragoza, J. B., López Lara, T. (2026). Viabilidad de fachadas ventiladas en espacios educativos: caracterización ambiental de un aula vulnerable. *Artificio* (9), eArt.0903, 31-43.

# Viabilidad de fachadas ventiladas en espacios educativos: caracterización ambiental de un aula vulnerable

María Fernanda Ramírez Trejo ·  
Juan Bosco Hernández Zaragoza · Teresa López Lara

## Resumen

Este estudio expone una investigación aplicada mediante un estudio de caso, que analiza la viabilidad de implementar fachadas ventiladas como estrategia pasiva para mejorar el confort térmico, lumínico y acústico en espacios educativos. El análisis se realizó en un aula de la Universidad Autónoma de Querétaro, caracterizada por su alta exposición solar y la incidencia de ruido exterior. Mediante mediciones in situ de temperatura, humedad relativa, iluminancia y presión sonora, los datos obtenidos se compararon con normativa nacional e internacional, así como con literatura especializada, identificándose deficiencias ambientales significativas como sobrecalentamiento, niveles sonoros elevados y variaciones marcadas en la iluminación natural. Los resultados indican que las fachadas ventiladas constituyen una solución constructiva viable para optimizar tanto las condiciones de confort como el desempeño térmico del edificio, aportando evidencia que respalda la integración de estrategias pasivas en el diseño y rehabilitación de entornos educativos vulnerables en contextos cálidos y semiáridos.

**Palabras clave:** *Confort, diseño pasivo, optimización, bioclimática, neuroarquitectura*

## Abstract

This work presents an applied research study using a case study methodology to analyze the feasibility of implementing ventilated façades as a passive strategy to improve thermal, visual, and acoustic comfort in educational spaces. The analysis was conducted in a classroom at the Universidad Autónoma de Querétaro, characterized by high solar exposure and external noise incidence. Through in-situ measurements of temperature, relative humidity, illuminance, and sound pressure levels, the obtained data were compared against national and international standards, as well as specialized literature, identifying significant environmental deficiencies such as overheating, elevated noise levels, and marked variations in natural lighting. The results indicate that ventilated façades constitute a viable construction solution for simultaneously optimizing indoor comfort and energy efficiency, providing evidence that supports the integration of passive strategies in the design and retrofitting of vulnerable educational environments in warm and semi-arid contexts.

**Keywords:** *Comfort, passive design, optimization, bioclimatic, neuroarchitecture*

## INTRODUCCIÓN

En los espacios educativos, la calidad ambiental interior influye directamente en el bienestar, la concentración y el rendimiento académico de los estudiantes. Sin embargo, muchas aulas presentan condiciones poco favorables debido a la exposición directa al sol, la cercanía a fuentes de ruido exterior y la falta de ventilación natural adecuada. Estas características generan sobrecalentamiento, deslumbramiento, niveles inadecuados de iluminación natural y exceso de ruido, factores que afectan la experiencia de enseñanza-aprendizaje (Arias & Ávila, 2024).

En un entorno educativo, la relación entre las condiciones físicas del espacio y los procesos cognitivos de los estudiantes adquiere particular relevancia. En los últimos años, el campo de la neuroarquitectura ha aportado evidencia clave sobre cómo las características físicas de un espacio influyen directamente en los procesos cognitivos, emocionales y conductuales de sus usuarios. Desde esta perspectiva, variables como la iluminación natural, la exposición al ruido y la temperatura interior no solo determinan el confort

ambiental, sino que también modulan funciones como la atención sostenida, la memoria de trabajo y la capacidad de concentración.

Ante ello, resulta indispensable replantear los criterios de diseño de los espacios educativos desde una perspectiva integral y sustentable. Bajo este marco conceptual, la neuroarquitectura ofrece un sustento teórico que permite comprender cómo las condiciones ambientales de un aula inciden en el aprendizaje y el bienestar, reforzando la necesidad de implementar estrategias pasivas de diseño que optimicen el entorno físico.

Ante este escenario, resulta pertinente explorar estrategias pasivas que mejoren el desempeño ambiental sin depender exclusivamente de sistemas mecánicos. Una de estas estrategias es el uso de fachadas ventiladas, sistemas constructivos que funcionan como una “segunda piel” capaz de contribuir al confort térmico, lumínico y acústico del edificio (Cuze, 2025).

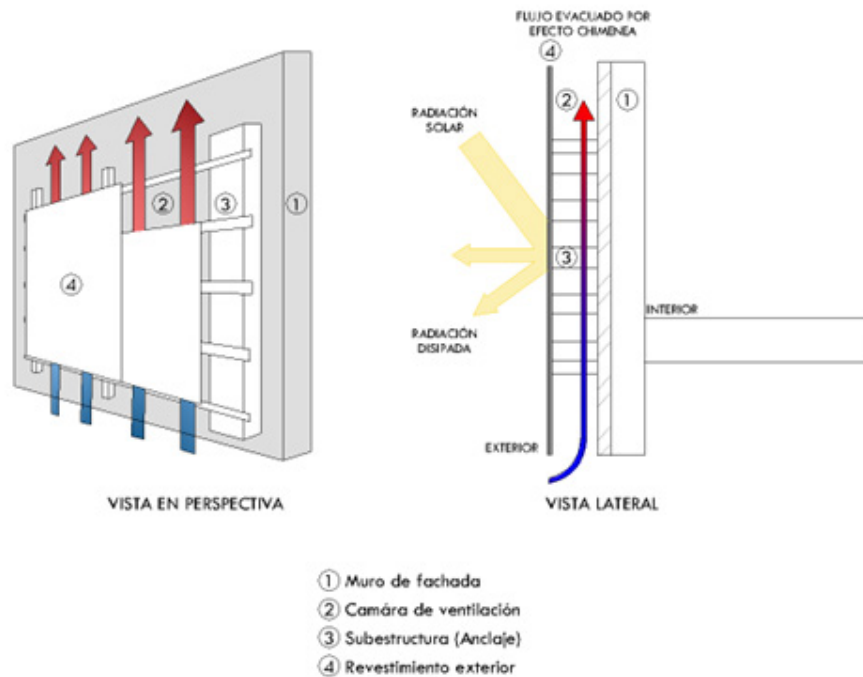


Figura 1. Composición de fachadas ventiladas. Elaboración propia, 2025.

El diseño pasivo de edificios ha ganado terreno en las últimas décadas como una estrategia clave frente al cambio climático y al incremento de los costos energéticos. Dentro de este enfoque, las fachadas ventiladas destacan como una de las soluciones más efectivas. Si bien comparten el principio de una cámara de aire con los sistemas de doble piel, se diferencian fundamentalmente por su configuración de ventilación: mientras que las fachadas de doble piel suelen incorporar cámaras con ventilación controlada, las fachadas ventiladas se basan en una cámara abierta que favorece el flujo natural de aire, generando el denominado efecto chimenea. Dicho mecanismo pasivo permite regular las condiciones interiores mediante la disipación del calor y la renovación continua del aire.

Este tipo de sistemas multicapa está constituido por un revestimiento exterior, un soporte estructural y una cámara de aire intermedia. Esta configuración favorece el efecto chimenea, mediante el cual el aire caliente acumulado asciende y es reemplazado por aire más fresco, lo que a su vez permite una evacuación pasiva del calor y contribuye a la regulación térmica del edificio. Asimismo, las fachadas ventiladas pueden apoyar el control de humedad y la atenuación del ruido exterior, mejorando las condiciones de confort y aumentando la durabilidad de la edificación (Pizzatto et al., 2025).

La cámara de ventilación es un componente esencial para el funcionamiento del "efecto chimenea" en las fachadas ventiladas, ya que un ancho reducido puede impedir la correcta evacuación del aire caliente, generando ganancias térmicas no deseadas dentro del edificio. Por el contrario, un mayor ancho de cámara disminuye la resistencia al flujo de aire, favoreciendo una ventilación natural más eficiente que contribuye a la optimización de la eficiencia energética, especialmente en climas cálidos (Aksamija, 2015).

Tal es el caso de Querétaro, que de acuerdo con datos del Servicio Meteorológico Nacional (SMN), correspondientes al periodo 1991–2020, presenta un clima cálido semiseco, con temperaturas medias anuales de 18–22 °C, elevada exposición a radiación solar y precipitaciones concentradas en verano. Bajo estas condiciones climáticas, el adecuado dimensionamiento de la cámara de aire resulta fundamental para maximizar los beneficios térmicos y energéticos

de las fachadas ventiladas, consolidándolas como una solución eficaz dentro de la arquitectura sostenible.

De esta manera, las fachadas ventiladas se consolidan como una piel adaptable al contexto de cada edificación, ya que su diseño puede ajustarse en función de la orientación del inmueble, la geometría de la cámara de aire y la selección de materiales específicos para cada clima. Este grado de flexibilidad y personalización convierte a las fachadas ventiladas en una solución arquitectónica versátil, capaz de responder a distintas condiciones ambientales y necesidades espaciales, al tiempo que optimiza tanto el confort interior como la eficiencia energética (Vasileva et al., 2022).

Además de mejorar la eficiencia energética, las fachadas ventiladas actúan como barrera frente a la humedad y el ruido, incrementando el confort de los usuarios y la durabilidad de la edificación (Pizzatto et al., 2025). En este sentido, no se trata únicamente de una mejora ambiental, sino también de una inversión en la conservación del inmueble, la reducción de costos operativos y la creación de espacios más saludables y funcionales.

En el caso de los edificios universitarios, esta solución cobra especial importancia, dado que muchas de las infraestructuras fueron diseñadas con criterios tradicionales, sin considerar los efectos del cambio climático o la evolución de los estándares de confort ambiental. La rehabilitación pasiva de estas construcciones puede representar una estrategia de bajo impacto ambiental y alta efectividad, permitiendo actualizar el desempeño de los espacios sin recurrir a sistemas de climatización costosos y energéticamente intensivos.

El presente estudio no solo busca caracterizar las condiciones de un aula vulnerable a partir de mediciones de variables, si no que se pretende identificar los factores críticos que justifican la implementación de fachadas ventiladas. Los resultados permitirán desarrollar lineamientos de diseño específicos para reducir la carga térmica interior y mejorar el confort en espacios educativos con características similares, sirviendo como referencia para futuras intervenciones constructivas en entornos vulnerables.

## DESARROLLO

La investigación adoptó un enfoque cuantitativo-descriptivo, y se estructuró en dos etapas principales orientadas a evaluar las condiciones ambientales de un aula universitaria vulnerable y valorar la pertinencia de implementar fachadas ventiladas como estrategia pasiva. La medición en campo se realizó durante el mes de agosto de 2025, periodo seleccionado por representar condiciones de alta carga térmica, con el fin de caracterizar el comportamiento ambiental del aula bajo los escenarios climáticos más demandantes.

La primera etapa consistió en la caracterización ambiental de un espacio con el fin de identificar las condiciones actuales, mediante la medición de variables como temperatura exterior e interior, humedad relativa, nivel de presión sonora e iluminancia. El aula de estudio, ubicada en la Universidad Autónoma de Querétaro, fue elegida por sus condiciones de vulnerabilidad, ya que se encuentra orientada hacia el poniente —con alta exposición a radiación solar—, cercana a un área de estacionamiento y sin sistemas de control ambiental que mitiguen dichas condiciones.

Estas mediciones permitieron identificar con precisión los parámetros fuera de los rangos recomendados para ambientes educativos confortables. Los resultados obtenidos se presentan en gráficas comparativas que ilustran el comportamiento de cada variable en diferentes días y horarios, facilitando el diagnóstico ambiental del espacio. A partir de la interpretación de estos datos, fue posible identificar momentos críticos de inconfort térmico, lumínico y acústico, lo cual permitió delimitar los requerimientos específicos del espacio para su mejora.

La segunda etapa consistió en la comparación de los resultados obtenidos con referentes teóricos y normativos. Por un lado, se consideró la literatura especializada, la cual ha documentado los beneficios de las fachadas ventiladas en la reducción del sobrecalentamiento, la optimización de la iluminación natural y la mitigación del ruido exterior (Schabowicz et al., 2021; Liu et al., 2025; Lee et al., 2020). Por otro lado, se contrastaron los valores medidos con los criterios establecidos en normativa nacional e internacional, tales como la *NMX-R-084-SCFI-2015* (eficiencia energética y confort térmico), la *NMX-R-118-SCFI-2020* (iluminación y condiciones ambientales interiores), la *ISO 7730:2005* (modelos de evaluación

del confort térmico) y la *ASHRAE 55-2023* (criterios de confort térmico). Esta comparación permitió contextualizar el comportamiento ambiental del aula respecto a parámetros aceptados en el ámbito nacional e internacional.

Es así como este procedimiento permitió identificar las principales deficiencias ambientales del aula analizada y evaluar el impacto potencial de implementar fachadas ventiladas en espacios educativos. De este modo, la investigación no solo ofrece un diagnóstico detallado de la situación actual del caso de estudio, sino que también fundamenta —a partir de la teoría y de la normativa vigente— la pertinencia de aplicar estrategias pasivas de diseño para mejorar el confort y la eficiencia energética en entornos académicos.

### Caracterización de caso de estudio

El aula seleccionada corresponde a un espacio académico de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Querétaro. Presenta dimensiones aproximadas de 5.00 m de ancho por 7.00 m de profundidad, con un área de 35 m<sup>2</sup> aproximada y una altura promedio de 2.5 m.

Entre dichos factores destacan su orientación hacia el poniente, que —en combinación con el clima cálido semiseco de Querétaro, caracterizado por temperaturas elevadas y alta radiación solar durante el horario académico— genera un marcado sobrecalentamiento interior. A ello se suma la cercanía a un estacionamiento, que incrementa los niveles de ruido exterior, así como la ausencia de sistemas de control solar y barreras acústicas en la fachada. Estas características convierten al aula en un espacio representativo de problemáticas comunes en entornos universitarios y, al mismo tiempo, en un escenario idóneo para evaluar la pertinencia de implementar soluciones pasivas como las fachadas ventiladas.

Cabe destacar que, en entornos universitarios de crecimiento acelerado, muchas veces las edificaciones se construyen bajo criterios funcionales y económicos, dejando en segundo plano el análisis del comportamiento ambiental del espacio. Esto genera una alta dependencia de sistemas mecánicos de climatización, lo que implica un consumo energético

considerable y, en algunos casos, ineficiente. Ante este panorama, las estrategias pasivas como las fachadas ventiladas se presentan como una oportunidad para intervenir edificaciones existentes y optimizar sus condiciones sin modificar drásticamente su infraestructura.

Las mediciones a estas variables ambientales se realizaron con equipos como termohigrómetro digital, luxómetro y sonómetro, en diferentes horarios representativos de la jornada académica, aproximadamente a las 10:00, 14:00 y 18:00 horas, durante una semana del mes de agosto, con el propósito de caracterizar de manera precisa las condiciones reales del espacio. Durante esta fase se realizaron mediciones in situ de las variables ambientales:

- Iluminancia (lux) mediante un luxómetro, con el fin de identificar si los niveles de luz natural se encontraban dentro de los rangos recomendados.
- Nivel de presión sonora (dBA) mediante un sonómetro, identificando la incidencia de ruido al interior del aula y su posible afectación en el confort acústico.
- Temperatura (°C) y humedad relativa (%) mediante un termohigrómetro, con el propósito de determinar el grado de sobrecalentamiento y el confort térmico percibido en el espacio.

Los resultados obtenidos se organizaron en gráficas comparativas que muestran el comportamiento de cada variable, lo cual permitió identificar qué

parámetros se encuentran fuera de los rangos de confort recomendados para ambientes de enseñanza-aprendizaje.

Se inició con mediciones térmicas al exterior e interior del aula, donde se evidenciaron diferencias térmicas notables. Mientras la temperatura exterior alcanzó valores máximos de 32 °C a 37 °C, el interior del aula se mantuvo en un rango entre 25 °C y 30 °C. Esta gráfica permite visualizar la correlación entre condiciones exteriores e interiores, lo que evidencia la escasa capacidad de la envolvente del edificio para amortiguar las condiciones del entorno.

La humedad relativa en el interior del aula mostró fluctuaciones moderadas, con valores que oscilaron entre 37% y 48% durante las mediciones realizadas. En general, se registraron niveles más bajos en las primeras horas del día, con una tendencia de incremento hacia las 18:00 h. El registro de estas variaciones permite comprender cómo la ventilación natural influye en la renovación del aire y en la estabilidad de las condiciones higrotérmicas dentro del aula.

Para facilitar la interpretación conjunta del comportamiento térmico y la humedad relativa, se elaboró una gráfica combinada en la que ambas variables se representan sobre un mismo eje temporal, empleando escalas independientes. Esta integración permite identificar con mayor claridad la relación entre los aumentos de temperatura y las variaciones de humedad observadas en el aula, particularmente durante los horarios de mayor carga térmica.

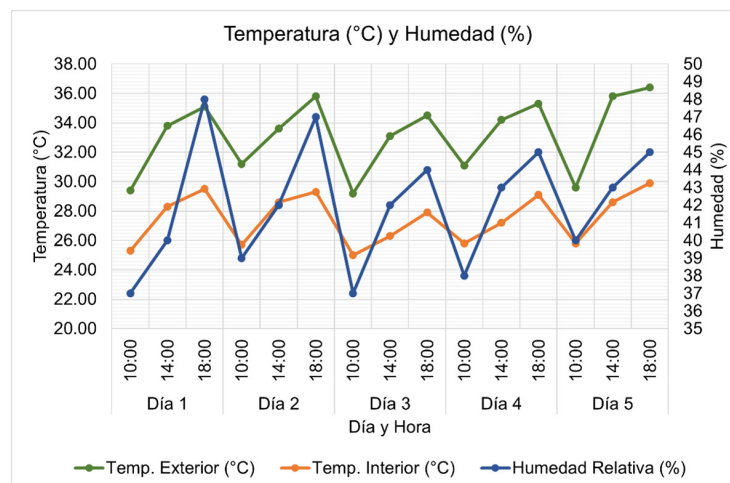


Figura 2. Temperatura exterior e interior en comparación de humedad relativa. Elaboración propia, 2025.

Los valores registrados de iluminancia oscilaron entre 680 lux y 1050 lux a lo largo del día. La gráfica muestra un patrón ascendente hacia las 14:00 h, coincidiendo con el momento de mayor incidencia solar, seguido de una ligera disminución en el horario de la tarde.

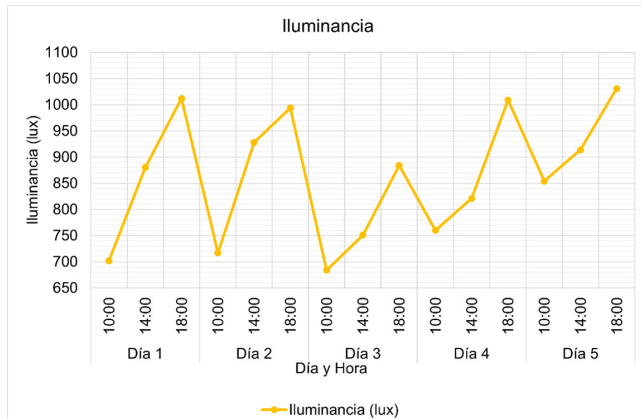


Figura 3. Iluminancia. Elaboración propia, 2025.

Este comportamiento refleja directamente la influencia del movimiento solar y la respuesta del espacio en función de su orientación. La distribución de la luz natural en el aula se mantiene relativamente uniforme, evitando contrastes abruptos o deslumbramientos severos, lo que contribuye a mantener condiciones visuales estables durante el horario académico.

Los niveles de presión sonora registrados en el interior del aula oscilaron entre 65 dBA y 75 dBA, presentando picos más altos durante los horarios de mayor actividad urbana, particularmente hacia las 14:00 h y 18:00 h. Este comportamiento refleja la influencia directa de las fuentes externas de ruido, como el tránsito vehicular y las actividades del estacionamiento cercano.

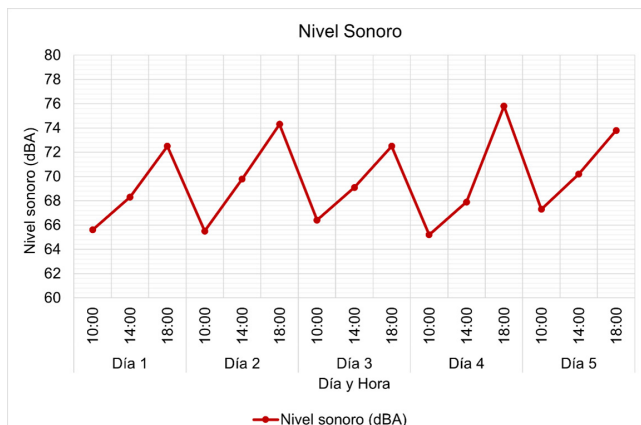


Figura 4. Nivel Sonoro. Elaboración propia, 2025.

Aunque la fachada ventilada puede aportar beneficios térmicos y de iluminación, los resultados sugieren que su diseño debe considerar también estrategias para el control del ruido, como barreras acústicas o materiales absorbentes, con el fin de garantizar un confort integral dentro del espacio.

El análisis de las gráficas obtenidas —derivadas de mediciones in situ realizadas durante una semana en tres horarios diferentes de la jornada de clase, con una duración aproximada de 3 minutos por variable para permitir la estabilización de los valores registrados— evidencia que el aula presenta condiciones ambientales poco favorables en términos de temperatura, iluminación, humedad y niveles sonoros. Estos resultados justifican la pertinencia de implementar fachadas ventiladas como estrategia pasiva, al ofrecer una solución capaz de mejorar el confort térmico y lumínico, así como de integrarse a mejoría del control acústico para optimizar de manera integral el ambiente de aprendizaje.

## Análisis comparativo frente a la literatura

Como segunda etapa del análisis, los resultados obtenidos in situ serán comparados con estudios previos, con el objetivo de identificar tendencias, patrones y posibles correlaciones. Esta revisión comparativa permitió establecer vínculos entre las condiciones reales del aula y los beneficios reportados por diversas investigaciones sobre fachadas ventiladas como estrategia pasiva.

En este sentido, la literatura reporta que las fachadas ventiladas pueden generar beneficios en distintos aspectos del confort interior, especialmente en climas cálidos o con alta incidencia solar, como es este caso. En este contexto, estudios como los de Schabowicz et al. (2021) demuestran que las fachadas ventiladas contribuyen eficazmente a la reducción del sobrecalentamiento en aulas expuestas a radiación solar directa. La circulación de aire dentro de la cámara de ventilación permite disipar el calor acumulado en la envolvente, mientras que las juntas abiertas favorecen la evacuación del calor incluso en condiciones de baja velocidad del viento. Así, un diseño consciente de fachadas ventiladas no solo mejora el confort térmico de los ocupantes, sino que también puede disminuir la demanda energética destinada a sistemas de enfriamiento durante los meses cálidos, justificando

su implementación como estrategia de diseño pasivo en entornos educativos.

En cuanto a la iluminancia, los valores registrados mostraron variaciones considerables a lo largo del día, con incrementos notorios hacia el mediodía y una disminución progresiva por la tarde. Las mediciones, realizadas en el plano de trabajo horizontal a 0.75 m de altura, registraron niveles que evidencian una entrada de luz natural poco regulada. Este comportamiento, asociado a la orientación poniente del aula y a la ausencia de dispositivos de control solar, genera deslumbramiento parcial y contrastes visuales pronunciados que pueden comprometer el confort visual y la productividad de los estudiantes.

Asimismo, se enfatiza que la orientación y la geometría de la fachada tienen un papel decisivo no solo en el confort lumínico, sino también en la reducción de la carga térmica del edificio. Esto refuerza la pertinencia de soluciones como las fachadas ventiladas para optimizar simultáneamente eficiencia energética y bienestar visual en entornos educativos, donde se requiere mantener un equilibrio entre luz natural, control térmico y calidad del ambiente visual.

Respecto a los niveles de presión sonora registrados en el aula, que oscilaron entre 65 dBA y 75 dBA, reflejan la influencia de fuentes externas. Estos hallazgos concuerdan con estudios sobre fachadas de doble piel (Lee et al., 2020) que evidencian su eficacia como barrera acústica frente al ruido vehicular y urbano. Investigaciones experimentales muestran que se pueden lograr reducciones de ruido de 33 a 37 dBA, dependiendo del espesor de la cámara de aire, el tipo de material exterior utilizado y el grado de hermeticidad del sistema. Además, se ha demostrado que una configuración con geometría cerrada, pero ventilada, puede mejorar significativamente el aislamiento acústico sin comprometer la circulación del aire, contribuyendo así a un confort integral en espacios sensibles al ruido como las aulas.

## Evaluación frente a normativa

El análisis de los datos obtenidos en el aula revela que los parámetros de temperatura interior, iluminancia y nivel de presión sonora exceden, en distintos momentos del día, los rangos recomendados por

normas nacionales e internacionales relacionadas con el confort ambiental en edificios educativos.

En cuanto el confort térmico, las temperaturas interiores registradas, entre 25 °C y 30 °C, superan en ocasiones los límites de confort establecidos por *NMX-R-084-SCFI-2015*, *ISO 7730* y *ASHRAE 55*, especialmente durante las horas de mayor radiación solar (14:00–18:00 h). Estas normativas coinciden en señalar que una temperatura interior superior a 26 °C puede reducir la capacidad de concentración, provocar fatiga térmica e incluso generar inconfort fisiológico si no existen mecanismos adecuados de ventilación o enfriamiento pasivo.

Por otra parte, los niveles de iluminancia, que oscilaron entre 680 lux y 1050 lux, cumplen parcialmente con los criterios establecidos en la *NMX-R-118-SCFI-2020*, que sugiere un mínimo de 500 lux para actividades de lectura y escritura. Sin embargo, los picos de iluminancia registrados durante el mediodía pueden generar deslumbramiento parcial, alteraciones visuales y aumento de la fatiga ocular, especialmente en aulas sin dispositivos de control solar como cortinas o filtros. Esto evidencia la necesidad de integrar sistemas de fachada que permitan modular la entrada de luz, garantizando uniformidad y estabilidad visual durante toda la jornada académica.

Respecto al confort acústico, los niveles de presión sonora medidos (65–75 dBA) exceden con frecuencia los límites recomendados para espacios de aprendizaje, que de acuerdo con la *NMX-R-118-SCFI-2020* deberían mantenerse por debajo de los 50 dBA. La exposición continua a ruidos externos que no solo interfieren en la comprensión auditiva y la concentración de los estudiantes, sino que también puede aumentar los niveles de estrés y reducir la calidad de la enseñanza. Por lo tanto, se considera prioritario incorporar medidas pasivas de aislamiento acústico, como las fachadas ventiladas con capas fonoabsorbentes, que actúen como escudo frente a las fuentes sonoras externas sin comprometer la ventilación natural del espacio.

En síntesis, la confrontación de los resultados con la normativa vigente confirma que el aula en estudio presenta condiciones ambientales que se alejan de los parámetros de confort recomendados. Esta situación valida la urgencia de aplicar soluciones arquitectónicas

pasivas como las fachadas ventiladas, que, al responder de manera simultánea a problemáticas térmicas, lumínicas y acústicas, permiten mejorar la calidad del ambiente interior sin incrementar el consumo energético del edificio.

## RESULTADOS

El análisis de las condiciones ambientales del aula de estudio evidenció variaciones significativas en los parámetros de temperatura, humedad relativa, iluminancia y presión sonora, revelando deficiencias en el confort ambiental. Las mediciones térmicas mostraron que, durante los horarios de mayor radiación solar (14:00–16:00 h), la temperatura exterior alcanzó máximos de 32–37 °C, mientras que el interior del aula se mantuvo entre 25–30 °C, superando en múltiples ocasiones los rangos de confort establecidos por la *NMX-R-084-SCFI-2015* y la *ASHRAE 55-2023*. Este comportamiento confirma la incidencia directa de la orientación poniente y la falta de sistemas de protección solar, que generan una acumulación de calor significativa al interior del espacio.

El aula, al encontrarse expuesta de forma prolongada a la radiación solar vespertina, actúa como una caja térmica, acumulando calor en las superficies de muros, pisos y techos. Esta inercia térmica, sumada a la baja renovación de aire, provoca una sensación térmica incómoda para los usuarios durante los horarios de clase más concurridos. En efecto, los datos muestran una persistencia del calor incluso después del pico solar, lo que sugiere que el aula no disipa eficientemente el calor acumulado durante el día, agravando la sensación de inconfort térmico hacia el final de la jornada académica.

La humedad relativa, con valores entre 37% y 48%, se mantuvo dentro de parámetros aceptables, aunque su tendencia ascendente hacia el final del día evidencia una ventilación natural insuficiente y la presencia de una inercia térmica elevada. Esta condición puede estar relacionada tanto con la baja tasa de intercambio de aire como con la acumulación de calor y vapor generado por la ocupación del aula. La combinación de temperaturas elevadas y niveles medios de humedad relativa incrementa la carga térmica percibida, lo cual repercute en el confort higrotérmico de los usuarios.

Los valores de iluminancia registrados oscilaron entre 680 lux y 1050 lux a lo largo del día. Cabe señalar que la medición se realizó en el plano de trabajo horizontal, con el sensor posicionado en la zona central del salón a una altura aproximada de 0.75 m. Si bien la *NMX-R-118-SCFI-2020* establece un rango recomendado de 300–500 lux para tareas generales, los picos de iluminancia registrados durante el mediodía sugieren la presencia de deslumbramiento parcial, que puede comprometer el confort visual y la productividad. La entrada excesiva de luz natural sin filtros o dispositivos de control genera contrastes visuales incómodos, reflejos sobre las superficies de trabajo y una mayor fatiga ocular. A pesar de que la luz natural es deseable por sus beneficios sobre la salud y el rendimiento, es imprescindible regular su intensidad para evitar efectos negativos en el entorno educativo.

El análisis gráfico de los datos mostró un comportamiento lumínico con un patrón ascendente hacia las 14:00 h, seguido de una disminución paulatina hacia la tarde. Esta dinámica coincide con el trayecto solar y confirma que la orientación poniente del aula permite una fuerte ganancia lumínica durante las horas de máxima radiación. La implementación de fachadas ventiladas con capas exteriores perforadas o móviles podría mitigar estos efectos, permitiendo modular la cantidad de luz entrante sin bloquearla completamente.

En lo referente al confort acústico, los niveles de presión sonora representaron uno de los hallazgos más críticos: las mediciones oscilaron entre 65 y 75 dBA, superando ampliamente el rango recomendado de 35–45 dBA para aulas según normativa internacional.

Es importante destacar que estas mediciones se realizaron con el aula desocupada, por lo que los niveles registrados son atribuibles exclusivamente a fuentes externas, representando una condición base crítica. Las principales fuentes identificadas fueron el tránsito vehicular, la actividad del estacionamiento colindante y el flujo peatonal. La fachada existente, carente de aislamiento o elementos de control acústico, no contribuye a mitigar estas emisiones. Este nivel de ruido constituye una barrera significativa para la comprensión verbal y la concentración, afectando directamente el proceso de aprendizaje.

El análisis gráfico permitió identificar patrones horarios claros: un incremento simultáneo de temperatura e iluminancia entre las 12:00 y 14:00 h, así como picos de ruido durante las horas de mayor actividad urbana. Esta superposición de variables críticas intensifica las condiciones de inconfort percibidas por los ocupantes. Por ejemplo, la combinación de ruido externo elevado con una sensación térmica incómoda puede generar fatiga cognitiva y afectar directamente la calidad del aprendizaje.

Estos resultados refuerzan la necesidad de estrategias de diseño pasivo integradas, donde las fachadas ventiladas podrían desempeñar un papel clave no solo en la disipación térmica, sino también en el control lumínico y acústico. La implementación de este tipo de sistemas permitiría abordar de forma simultánea las principales deficiencias identificadas, mejorando la habitabilidad del aula y contribuyendo a una arquitectura más eficiente, saludable y adaptada al contexto climático.

### Limitaciones del estudio

Si bien este estudio caracteriza de manera robusta las condiciones ambientales de un aula vulnerable y fundamenta la viabilidad teórica de las fachadas ventiladas, es importante señalar sus limitaciones. La principal reside en su naturaleza de estudio de caso, centrado en un único espacio educativo con características específicas, lo cual limita la generalización directa de los resultados. Asimismo, la evaluación del desempeño de la fachada ventilada es predictiva, basada en literatura y normativa, y no en la medición física de un prototipo implementado.

### Líneas futuras de investigación

Se recomienda ampliar el estudio a distintas tipologías de espacios educativos y orientaciones, así como incorporar simulaciones mediante software especializado para comparar diferentes materiales, geometrías de cámara y configuraciones de control solar. Del mismo modo, sería pertinente evaluar prototipos físicos o intervenciones piloto que permitan validar experimentalmente el potencial de las fachadas ventiladas.

## DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos reflejan una problemática común en edificios educativos de climas cálidos-semi-secos: el sobrecalentamiento interior, la iluminación no controlada y la exposición al ruido urbano.

Estudios previos (Schabowicz et al., 2021; Liu et al., 2025) coinciden en que las fachadas ventiladas constituyen una de las estrategias pasivas más efectivas para mitigar estas condiciones negativas ambientales. Aunado a que el sobrecalentamiento en un aula está directamente ligado a la incomodidad, la distracción y la fatiga mental. Las fachadas ventiladas, al reducir la temperatura interior de manera pasiva, mitigan este estrés térmico, creando un ambiente que favorece la concentración y el rendimiento cognitivo, un principio fundamental de la neuroarquitectura.

En el ámbito lumínico, los resultados demuestran la necesidad de un control más preciso de la radiación solar directa. Investigaciones recientes (Liu et al., 2025) destacan que la incorporación de lamas o louvres ajustables en fachadas ventiladas puede equilibrar el ingreso de luz natural, reduciendo la incidencia directa hasta en un 41.5% sin sacrificar niveles de iluminación adecuados. En este contexto, el diseño de una envolvente adaptativa no solo mejora el confort visual, sino que también contribuye a la reducción de la demanda energética asociada a iluminación artificial.

En el aula analizada, los niveles de presión sonora registrados (65–75 dBA) exceden ampliamente los valores recomendados para espacios educativos. Es así como este factor da como resultado un estrés crónico, activando el sistema nervioso simpático y dificultando la concentración y la memoria. Al actuar como una barrera acústica adicional, las fachadas ventiladas ayudan a crear un entorno sonoro más tranquilo, reduciendo la carga cognitiva y permitiendo una mejor focalización de la atención.

Estudios como los de Lee et al. (2020) señalan que el uso de fachadas de doble piel con materiales fonoabsorbentes puede proporcionar una atenuación acústica significativa de entre 33 y 37 dBA, dependiendo del diseño del sistema y de los materiales empleados.

La mejora en confort térmico, lumínico y acústico derivada de la implementación de fachadas ventiladas también puede analizarse desde un enfoque de neuroarquitectura. Desde esta perspectiva, se analiza la interacción entre el entorno construido y los procesos cerebrales, la creación de espacios educativos con condiciones ambientales óptimas es crucial. Factores como el estrés térmico, el ruido persistente y el deslumbramiento no solo generan incomodidad, sino que impactan directamente en la capacidad de aprendizaje, la memoria y el bienestar emocional de los estudiantes. En este sentido, las estrategias pasivas como las fachadas ventiladas se presentan no solo como una solución técnica, sino como una herramienta para diseñar entornos que apoyen positivamente la neuro cognición.

Finalmente, esta discusión expone la necesidad de un enfoque integral en el diseño arquitectónico y constructivo. La ventilación natural, el control solar y la protección acústica no deben abordarse como sistemas independientes, sino como componentes interrelacionados que actúan de forma sinérgica sobre el ambiente interior. La fragmentación del diseño en soluciones parciales puede conducir a intervenciones ineficientes o incluso contraproducentes. En cambio, una mirada integral que considere los múltiples factores ambientales desde las primeras etapas del proyecto arquitectónico permite desarrollar estrategias más eficaces, adaptadas al contexto climático, funcional y urbano de cada caso.

## Referencias

Aksamija, A. (2015). Design methods for sustainable, high-performance building facades. *Advances in Building Energy Research*, 10(2), 1–23. <https://doi.org/10.1080/17512549.2015.1083885>

Arias, S., & Ávila, R. (2024). Requerimientos de calidad ambiental interior en aulas de educación superior. *Artificio*, 6, eC1–eC16.

Cuce, P. M., & Cuce, E. (2025). Ventilated facades for low-carbon buildings: A review. *Processes*, 13(7), 2275. <https://doi.org/10.3390/pr13072275>

Lee, J., Lee, S., & Kim, Y. (2020). Acoustic design strategies for educational spaces: A review of research trends. *Journal of the Acoustical Society of America*, 148(3), 1234–1248.

Lou, S., Luo, X., Chen, Z., Gao, Z., Wang, R., Feng, L., Zhang, G., Zhang, Y., Zhao, Y., & Li, B. (2025). Multi-objective optimization of daylighting performance and solar radiation for building geometry using a hybrid evolutionary algorithm. *Scientific Reports*, 15, 26644. <https://doi.org/10.1038/s41598-025-12165-6>

Pizzatto, S. M. dos S., Pizzatto, F., Raupp-Pereira, F., Arcaro, S., Angioletto, E., & Klegues Montedo, O. R. (2025). Ventilated facade system: A review. *Boletín de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio*, 64, 100443. <https://doi.org/10.1016/j.bsecv.2025.100443>

Schabowicz, K., Zawiślak, L., & Staniów, P. (2021). Efficiency of ventilated facades in terms of airflow in the air gap. *Studia Geotechnica et Mechanica*, 1–13. <https://reference-global.com/article/10.2478/sgem-2021-0014>

Vasileva, I. L., Nemova, D. V., Vatin, N. I., Fediuk, R. S., & Karelina, M. I. (2022). Climate-adaptive façades with an air chamber. *Buildings*, 12(3), 366. <https://doi.org/10.3390/buildings12030366>

## María Fernanda Ramírez Trejo

---

Fernanda Ramírez, arquitecta egresada del Instituto Tecnológico de Querétaro, donde se especializó en diseño urbano arquitectónico sustentable. Certificada como BIM Modeler por Autodesk, lo que subraya su interés a la metodología BIM. Amante de soluciones constructivas eficientes, combinando creatividad y rigor técnico en cada proyecto. Actualmente estudiante de maestría en ciencias de la construcción por la Universidad Autónoma de Querétaro.



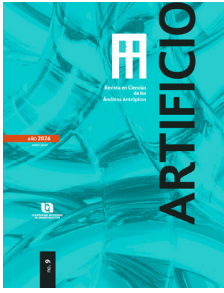
### **Política de acceso abierto**

La Revista Artificio proporciona un acceso abierto a su contenido, basado en el principio de que ofrecer un acceso libre a las investigaciones ayuda a incrementar el intercambio global del conocimiento. Artificio no cobra ni cobrará ningún cargo a sus lectores por concepto de suscripción, ni a los autores por enviar, procesar o publicar sus artículos.

Como condición de publicación, los autores acuerdan liberar sus derechos de autor bajo una licencia compartida, específicamente la licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a cualquier persona compartir, copiar, transformar y redistribuir el material en cualquier medio o formato bajo los siguientes términos:

- \*Dar crédito al autor del texto
- \*No hacer uso del material con propósitos comerciales
- \*Compartir: copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato
- \*Adaptar: remezclar, transformar y crear obras derivadas del material
- \*Si se remezcla, transforma o crea obras derivadas del material, se deben distribuir las nuevas contribuciones bajo la misma licencia que la original.



## Artificio

Revista en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos  
Centro de Ciencias del Diseño y de la Construcción  
Universidad Autónoma de Aguascalientes, México.  
Núm. 9 (2026) periodo enero-junio

e-ISSN  
2992-7463

Site

[https://revistas.uaa.mx/  
index.php/artificio](https://revistas.uaa.mx/index.php/artificio)



# Resignificación de la experiencia subjetiva sobre la muerte desde la Neuroarquitectura en la necrópolis

*Resignification of the subjective experience of death from Neuroarchitecture in the necropolis*

**Perla Eleonora Battisti López**

Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas  
ORCID: 0009-0000-8150-1373  
perla.battistil@e.unicach.mx

**Moisés Barrera Sánchez**

Benemérita Universidad Autónoma de Puebla  
ORCID: 0000-0002-8778-608X  
moises.barrera@correo.buap.mx

Recived: 2025-07-12  
Accepted: 2025-09-23

**Cómo citar este trabajo. How to cite this paper.**  
Battisti López, P. E., Barrera Sánchez, M. (2026).  
Resignificación de la experiencia subjetiva sobre la  
muerte desde la Neuroarquitectura en la necrópolis.  
*Artificio* (9), eArt.0904, 44-63.

# Resignificación de la experiencia subjetiva sobre la muerte desde la Neuroarquitectura en la necrópolis.

Perla Eleonora Battisti López · Moisés Barrera Sánchez

## Resumen

La cultura mexicana se caracteriza por el cobijo de la muerte como parte esencial de la vida y esa simbolización de la experiencia cobra sentido culturalmente, considerando una forma de habitar el espacio funerario a través de una significación introspectiva. La construcción de la experiencia en el cementerio se constituye cognitivamente por los caminares, además de la respuesta exógena sobre lo percibido en el entorno plástico y arquitectónico. Mediante un enfoque fenomenológico se comprende la experiencia de los caminantes en distintos cementerios de la ciudad de Puebla desde lo emocional, perceptual o sensorial; con el objetivo de resignificar la experiencia subjetiva sobre el duelo y el impacto emocional a partir de la visión de la necrópolis desde la neuroarquitectura. Esta investigación con respaldo teórico, surge como un primer acercamiento sobre cuestionarse la perspectiva y diseño de espacios funerarios, tomando en consideración el valor cultural que resguardan y el enfoque cronotrópico que reflejan, reconociendo la visión mexicana de la muerte y la neuroarquitectura, como elementos para hacer que estos espacios contribuyan al bienestar psicológico tras la pérdida de un ser querido.

**Palabras clave:** *Experiencia subjetiva, muerte, neuroarquitectura, enfoque fenomenológico, necrópolis.*

## Abstract

Mexican culture is characterized by embracing death as an essential part of life, and this symbolization of the experience takes on cultural meaning, considering it a way of inhabiting the funerary space through introspective meaning. The construction of the experience in the cemetery is cognitively constituted by the walks, in addition to the exogenous response to what is perceived in the visual and architectural environment. Using a phenomenological approach, we understand the experience of walkers in different cemeteries in the city of Puebla from an emotional, perceptual, and sensorial perspective. The aim is resignifying the subjective experience of grief and its emotional impact through a neuroarchitectural perspective of the necropolis. This theoretically supported research emerges as a first approach to questioning the perspective and design of funerary spaces, taking into consideration the cultural value they safeguard and the chronotropic approach they reflect, recognizing the Mexican vision of death and neuroarchitecture as elements that make these spaces contribute to psychological well-being after the loss of a loved one.

**Keywords:** *Subjective experience, death, Neuroarchitecture, phenomenological approach, necropolis.*

## INTRODUCCIÓN

Para los humanos, piezas de la naturaleza que parten de un ciclo vital, morir es un hecho encadenado a nuestra biología que es inevitable no vivir. Sin embargo, hablar de la muerte, toma un significado que va más allá de la pérdida inherente de la capacidad del organismo para funcionar como un todo (García, 1998) ya que Papalia y Felman (2012) destacan que este hecho tan trascendente no solamente son experiencias universales, pues se sostienen de contextos tejidos por “aspectos sociales, culturales, históricos, religiosos, legales, psicológicos, del desarrollo, médicos y éticos, todos los cuales suelen estar estrechamente relacionados (...) influyen en la forma en que los individuos se enfrentan con su propia muerte” (p. 604). En México, la cultura hacia la muerte se ha construido en la época prehispánica. Gómez y Delgado (2000) rescatan sucesos importantes sobre los rituales y simbolismos que aztecas y mayas concebían sobre la muerte. Según los autores, en esta época no existían las concepciones del cielo y el infierno, ya que los mayas veneraban el descanso de sus difuntos con templos que construían para el reposo eterno, cuya plataforma era escogida por sus señores y situada cerca de sus gobernantes pues simbolizaba honor y respeto; por lo que el cadáver se colocaba en un ataúd de madera y su cuerpo era adornado con elementos alusivos a la muerte. Esta cultura también dedicaba dos meses en su calendario a conmemorar a sus muertos. Los toltecas por su parte fueron quienes dieron origen a los ritos de sacrificio. En Chichén-Itzá, pueden observarse grabados de cráneos humanos clavados en estacas y la presenciade un cenote, considerado como sagrado por los mayas y que relacionaban con la muerte, ya que era un centro de sacrificio. Los autores mencionan también que las representaciones sobre la dualidad de la vida y la muerte tiene lugar en Oaxaca en el periodo clásico, con la elaboración de esculturas mortuorias de diversos materiales cuyos códigos grabados están asociados a dioses de la muerte. Márquez y Araujo (2018) exponen como la cultura maya representaban a la muerte de manera artística y retoman el ejemplo del escorzo grabado en los muros de Bonampak.

Con la conquista española del México antiguo, Márquez y Araujo (2018) hablan de elementos importantes como el Cristo crucificado, el cual transforma la visión de la muerte como una forma de salvación o condena, dotándola de un significado asociado al sufrimiento. Esta imagen se vuelve ícono representativo

de los panteones cristianos-católicos donde la muerte se transforma en una visión dolorosa generada por la redención.

La ideología europea del siglo IV se ve influenciada por las ideas judeocristianas, hecho que se manifiesta en la construcción de sus panteones con estilo griego. Mientras tanto, a partir de la época medieval la muerte desde lo religioso se vuelve sinónimo de castigo por desobediencia. Sin embargo, esta visión se torna, según el autor, como “mecanismos sociales para liberar la presión social de la vida cotidiana sometida a la rigidez del sistema feudal, inequitativo, injusto y esclavista” (p.15). Es así como, retomando a Gómez y Delgado (2000), la conquista española manifiesta la muerte como imposición de respeto a través del terror. Esta visión se mantuvo hasta el siglo XVIII, donde tomó una representación de amabilidad que se liga a la vida cotidiana y que trajo consigo las piras funerarias. Para los últimos años del siglo XIX y principios de XX José Guadalupe Posada y Manuel Manilla recobran el sentido humorístico de la muerte en sus grabados que actualmente son clásicos del arte. En esta época surgen las calaveritas como una forma de ridiculizar a personajes importantes de la vida social.

Lomnitz (2013) explica como las élites gobernantes intentaron eliminar la festividad del día de muertos desde el siglo XVIII hasta entrado el siglo XX, sin embargo, el poder que esta tomó gracias a la independencia en México, hacían de esta celebración una fuente de recursos económicos para el estado, pues durante este tiempo tomaron fuerza las peregrinaciones de los panteones y los mercados populares que vendían ornamentaciones para los difuntos y, que su ubicación en el zócalo, dio origen al paseo de todos Santos. Lomnitz reinterpreta una crónica de la Revista Literaria de la época para resaltar cómo este paseo se transforma simbólicamente en “una celebración feliz de los santos y como una representación del vínculo entre la vida y la muerte” (p. 212). Durante el porfiriato, según el autor, los eventos como la intervención francesa y la conciliación liberal y conservadora dieron a la muerte un simbolismo patriótico que influyó los rituales funerarios de la época, donde se concilia con la bandera nacional la consagración de héroes y enemigos en los panteones. Ahora bien, durante la revolución y los movimientos sociales, la visión de la muerte cobra un sentido más violento (con los

métodos que eran utilizados en la muerte política) con la intervención de la artillería moderna y los medios de transporte. Lomnitz resalta que en este momento la visión de la muerte es algo autóctono que fusiona los antiguos sacrificios prehispánicos y los brutales procesos de conquista.

Durante la época de los años 20 a los 60, Lomnitz refiere que autores como Octavio Paz, Juan Rulfo y Eraclio Zepeda, retoman en sus escritos la visión de la muerte en México a partir de su subjetivación y en contraste con la modernización como un fenómeno de curiosidad que dota a la población de identidad. Con la crisis económica al México de los años 80, elementos como las calaveras y los cuerpos ectomorfos se convirtieron en representaciones de desigualdad, además de que México ante la globalización, se ve influenciado en sus costumbres con la llegada del Halloween, un hecho que él considera trasforma la identidad del mexicano.

López (2021) describe como actualmente, la celebración de la muerte en México se festeja el 1 y 2 de noviembre, condensando elementos prehispánicos y de la época colonial. Desde su perspectiva, el México contemporáneo continúa la tradición de las calaveritas, las características de la emblemática catrina, los desfiles (idea que se retoma de la filmación de *Spectre* de James Bond en 2015), las canciones, dulces, panes de muerto y flores de cempaxúchitl en las ofrendas que hacen a los difuntos en sus hogares y en las visitas a los panteones. Para él, esta tradición se configura para las familias en un momento de acudir a las tumbas de los panteones, visitar a sus difuntos y como “una tradición familiar íntima, un momento para recordar y honrar a quienes hemos perdido, y permitirles regresar a nuestros hogares, aunque sea solo por una noche” (párr. 5).

Lo simbólico que la celebración trae consigo, representa una vivencia individual e interna, por lo que se contempla la subjetivación de la experiencia. Palomino-Leiva y Arteaga-Gómez (2013) retoman a Gonzáles (2000) y Bonder (1998) para entender la subjetividad como sistemas de significaciones y sentidos que se producen de la culturalidad, generando una forma en la que se configura la experiencia y cobra sentido para el sujeto. Gonzales (2010) explica cómo las personas en su sentir subjetivo “lo simbólico y lo emocional se integran en un proceso recursivo que expresa el valor subjetivo de ciertas definiciones de la cultura, asociadas con diferentes prácticas humanas”

(p.250). De ello, Palomino-Leiva y Arteaga-Gómez (2013) analizan como este elemento en la psicología es importante porque contempla:

La conciencia, las representaciones, los significados, y sentidos del sujeto (...) de allí que se interese por la afectividad, la emocionalidad, el bienestar psicológico (...) los imaginarios y las representaciones sociales (...) y el desarrollo humano en interacción con los otros y su contexto próximo (p.38).

Continuando en la línea psicológica, sobre las reacciones a la muerte Gala León et al. (2002) explican que, en la cultura occidental contemporánea, las manifestaciones humanas en relación a la muerte parten de la ansiedad y el miedo direccionadas hacia uno mismo o hacia los otros, siendo así más comúnmente observar miedo al proceso de agonía, a la reacción de los otros y a lo que acontecerá con ellos tras la partida, miedo al aislamiento, a lo desconocido, a que la vida no haya tenido significado, etcétera. Sobre la vivencia de la muerte con relación a terceros, los autores identifican las respuestas a partir de las etapas del duelo representadas en estrategias defensivas como: eludir el problema, embotamiento mental, búsqueda del referente perdido, desorganización, desesperación y reorganización, destacando también que cada elemento se manifiesta de forma particular relacionada con la etapa de vida en la que el individuo se encuentre.

Desde una visión orgánica, la revista *The Washington Post* (2024) resalta que, en periodos de duelo, se sobreactivan los ganglios basales y se produce cortisol en exceso, afectando los sistemas de recompensa y acciones habituales. Además, la revista *UNAM Global* (2025) presenta las conclusiones del Dr. Hugo Sánchez Castillo en relación a la modificación en los sistemas neuronales, enfatizando que al enfrentar una pérdida significativa, el sistema límbico y la corteza prefrontal se alteran de manera temporal, al tiempo que entran en juego el desequilibrio de neurotransmisores como la serotonina, dopamina, oxitocina y GABA, comprometiendo el estado de ánimo y de salud que se manifiesta en episodios de rumiación mental, la percepción del placer y la capacidad vinculatoria. El Dr. Hugo Sánchez rescata también que este proceso de regulación interna se ve reflejado en la cultura, ya que, los rezos novenarios o los periodos de luto no son una casualidad cultural, pues ayudan a que las personas

transiten estos procesos introspectivos bajo la conciencia social compartida.

Como se ha visto, la muerte es un tema que toma representaciones importantes dentro de nuestra cultura de forma conceptual y física, a partir de las festividades que se llevan a cabo en la necrópolis y también reflejan una historia cultural que, al procesarse psicológicamente, influye en el estado subjetivo y biológico del individuo ante factores internos y externos. Retomando este espacio físico que representa a la muerte, se trae a colación la neuroarquitectura que, definida por García Luna y Días (2021) tiene el objetivo de:

Buscar la relación entre el procesamiento de la información según el entorno en el que nos encontremos (...) el equilibrio de esta ecuación que tiene numerosas variables, siempre teniendo en cuenta el conjunto de necesidades relacionadas con las personas que allí habitan y transitan, con sus usos particulares del entorno construido para ayudar a crear espacios más inteligentes, reuniendo nuevos materiales, tecnología y conocimientos para crear entornos más humanos. (pp. 10-18)

Lo anterior, contribuye a la comprensión de la importancia de los aspectos culturales que enmarcan la postura ante la pérdida y sus manifestaciones conductuales en las tradiciones practicadas en los panteones, rescatando su impacto psicológico en la integración y subjetivación de la experiencia del individuo, tomando en cuenta la respuesta biológica del cerebro al procesamiento de los estímulos implicados. Por ello, se propone la neuroarquitectura que, contempla el impacto de la estructura del exterior en el estado cerebral a partir del procesamiento de los estímulos, como una herramienta para resignificar la experiencia y el procesamiento sobre la muerte y la pérdida dentro del espacio funerario, reconociendo la identidad cultural y valor social que resguardan, reflejándose en los diversos estímulos sensoriales que les caracterizan.

## DESARROLLO

Se emplea el enfoque fenomenológico que, según explica Hernández Sampieri (2014), obtiene la perspectiva de las personas explorándolas y describiendo las experiencias que se vivencian en torno al fenómeno

a partir de las manifestaciones de sus percepciones, sentimientos, emociones o visiones. Este método se retoma como propuesta para la comprensión de las experiencias individuales y subjetivas que las personas que frecuentan los panteones experimentan, centrándose en elementos como las emociones, sensaciones y percepciones corporales que se perciben y cómo se relacionan con su estado emocional y los elementos físicos que se presentan en el cementerio.

Las visitas a cementerios y la obtención de los datos presentados, se llevan a cabo a partir del trabajo de campo durante el verano científico del programa Delfín 2024 realizado en la Facultad de Arquitectura de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla, atendiendo a la línea de investigación: Neuroarquitectura y espacio habitable. Aunque los recorridos a panteones se realizaron con participantes del programa; esta investigación retoma los registros vivenciales tanto de ellos como de algunos caminantes que se encontraban en el sitio.

Los siguientes espacios funerarios, fueron visitados al menos en dos ocasiones y fueron seleccionados por el carácter histórico y simbólico, además los tres primeros son representativos de la ciudad y el cuarto pertenece a la junta auxiliar de San Baltazar Campeche. A continuación, se presentan algunas generalidades:

- El Panteón Municipal, según Hernández (2024), fue fundado en 1880 con 16 hectáreas, marcando el fin de las inhumaciones en atrios católicos. Millán (2022) señala que alberga 33 mil tumbas, de las cuales 300 son monumentos históricos reconocidos por el INAH. Su arquitectura, propia del siglo XIX, combina estilos barroco (Millán, 2022), neoclásico y gótico (Valencia, 2024), reflejando solemnidad y estatus social mediante mármol, mausoleos tipo templo griego, frontones triangulares y columnas dóricas.

Valencia (2024) también destaca su simbolismo: ángeles como custodios, cruces que representan fe y tránsito entre vida y muerte, laureles como triunfo del alma, y llamas como símbolo de inmortalidad, todo en cantera y mármol que reflejan la artesanía regional.

- El Panteón Francés se funda en 1896 para albergar restos de soldados de la intervención francesa (1862–1867), este espacio simboliza la unión fran-

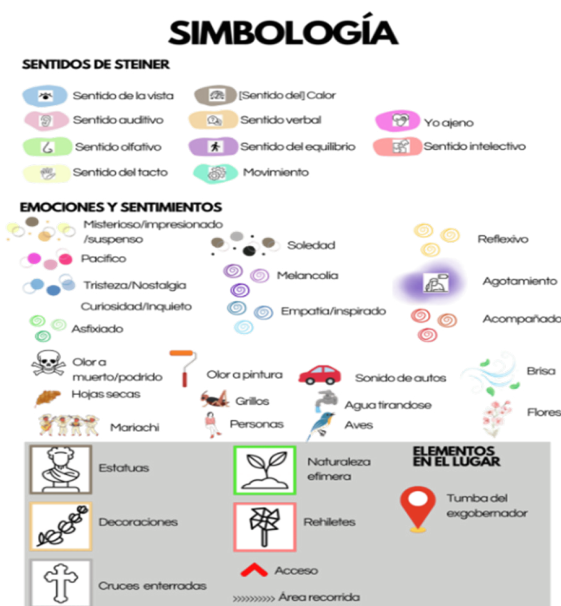
co-mexicana (Reyes 2021). Se construyó sobre 100 m<sup>2</sup> donados del Panteón Municipal y destaca por el monumento a la paz y la capilla Toussaint, con arquitectura poblana, talavera, roca y esculturas de Pietro Capurro como *La niña*, *El llanto* y *La melancolía*. Sus 33 mil tumbas incluyen columnas, antorchas y laureles, símbolos del siglo XX luego reemplazados por elementos religiosos.

Valencia (2024) lo describe como reflejo de la influencia europea, con mausoleos bilingües (francés-español) y estilos neoclásicos, clásico, Art Deco y Art Nouveau, que evidencian el estatus social de sus ocupantes.

- El Panteón La Piedad se inaugura en 1891 como espacio privado para clérigos, luego abierto al público (Telediario, 2021), este panteón, aunque no cuenta con una cifra oficial publicada en relación al número de tumbas existentes, abarca aproximadamente 12 hectáreas (Morales et al., 2019). Su arquitectura incluye estilos porfiriano, clásico, renacentista, neogótico y romántico, con esculturas de mármol. Destacan mausoleos monumentales de familias oligárquicas y la escultura de un ángel de Augusto César Volpi, representativa del Art Nouveau (Morales et al., 2019).
- El Panteón Auxiliar de San Baltazar Campeche tiene una superficie de una hectárea y a pesar de tener un registro catastral es limitada la información del espacio funerario. De acuerdo con la ubicación de panteones de datos abiertos por el gobierno municipal, se sabe que cuenta con unas 3500 fosas y se abre en 1928, sin embargo, actualmente se encuentra a su máxima capacidad. Cabe señalar, que se consideró para el estudio debido a que muchas veces este tipo de cementerios se consideran de menor relevancia por no tener incluso un carácter turístico.

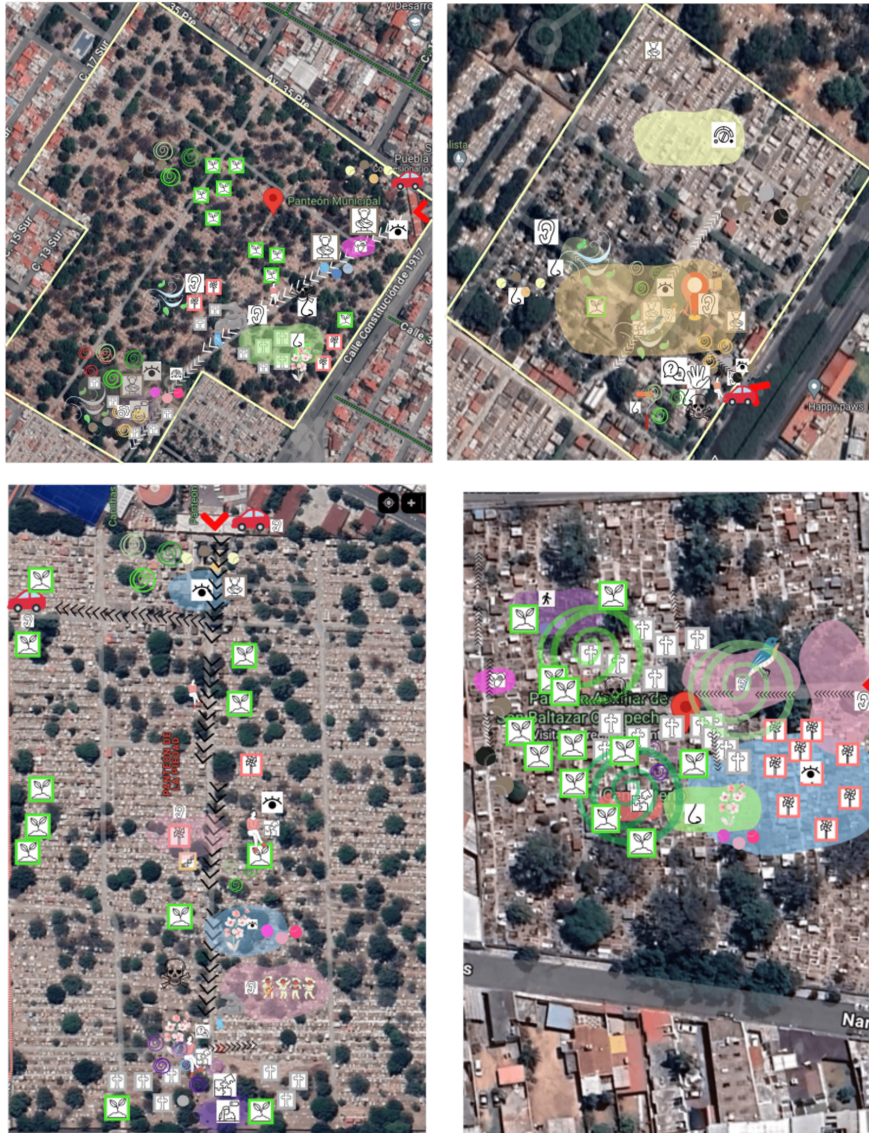
Se elaboró un registro sensorial individual del lugar a través de elementos del ambiente percibidos. Dichos datos se utilizaron para la construcción de una simbología (Figura 1: Simbología) creada por cada participante con íconos y colores que reflejan lo percibido sensorial y emocionalmente en las áreas de

los panteones incluyendo elementos como emociones, sensaciones, 12 sentidos propuestos por Steiner (Sentido del tacto, Sentido vital, sentido cinestésico, sentido estático, sentido olfativo, sentido gustativo, sentido visual, sentido del calor, sentido auditivo, sentido verbal, sentido intelectual y sentido del yo ajeno) y representaciones de la percepción a través de los sentidos que fueron plasmados en imágenes de los cementerios cuyo producto obtenido son cartografías sensoriales (Figura 2: Cartografía sensorial de los panteones visitados). Idrovo (2018) expone que estos mapas sensitivos como también se les conoce, se construyen a través de referentes emocionales, sentimentales, subjetivos o de vivencias que se tienen al desplazarse en un espacio. Este recurso etnográfico posibilita pensar en los espacios de la percepción individual de quien los visita “y en tal manera a comprender y a “sentir” la ciudad, que al final es una manera más profunda de habitarla” (p. 2).



Nota. Simbología construida para las cartografías sensoriales de los panteones visitados. Fuente:

Figura 1. Simbología.

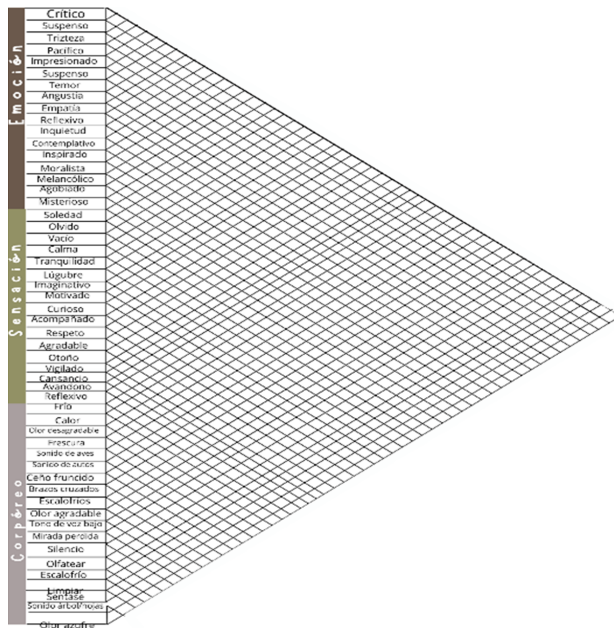


Nota. Representación mediante simbología de lo evocado en cada espacio funerario del Panteón Municipal, Francés, La Piedad y San Baltazar respectivamente. Fuente: elaboración propia.

Figura 2. Cartografía sensorial de los panteones visitado.

Se emplea una matriz sensoperceptiva (Figura 3: Formato de matriz sensoperceptiva), herramienta gráfica usada en arquitectura para representar relaciones entre elementos del diseño. En ella, cada componente listado a la izquierda proyecta una diagonal, y se marca un punto donde las diagonales se cruzan, indicando su interacción. Para esta investigación, se adaptó sustituyendo elementos estructurales por sensaciones, emociones y percepciones corporales registradas durante las visitas a los panteones,

permitiendo visualizar su convergencia en la experiencia vivida e interpretándose de la misma manera en la que se da lectura al formato original. Esta herramienta expone visualmente la interacción de la emocionalidad percibida y como estas compaginaban con la recepción de olores, gestos, imágenes, sensaciones térmicas o bien la aparición de posturas corporales en el cuerpo propio, registrando la experiencia vivenciada en los cementerios desde los elementos emocionales, físicos y de las sensaciones.



Nota. Matriz sensorceptiva para el registro de la percepción de sensaciones, emociones y sensaciones corporales convergentes durante las visitas a los panteones. Fuente: elaboración propia.

Figura 3. Formato de matriz sensorceptiva.

La elección de las emociones que serían tomadas en cuenta se realizó en apoyo de la rueda de las emociones que propone el autor Robert Plutchik, cuyo aporte principal fue la rueda de las emociones, recurso gráfico que retoma la teoría psicoevolutiva de las emociones básicas y avanzadas en respuesta adaptativa al medio externo, resaltando que estas emociones no tienen ninguna connotación positiva o negativa, más bien funcionan en conjunto para la supervivencia y la adaptación humana.

Mediante la observación se registró en un diario de campo lo más significativo para cada participante en relación a las interacciones humanas que tenían lugar dentro de los panteones para retomar elementos como gestos y acciones propioceptivas. La finalidad fue registrar la percepción del entorno y el impacto que elementos como el clima, colores de las tumbas, su diseño y disposición y la conducta de los otros visitantes constituían la lectura del espacio de los participantes para identificar la autopercepción del estado emocional interno, los elementos físicos captados y las ideas que iban surgiendo durante el recorrido, Hernández Sampieri (2014) explica que un diario de campo o bitácora permite describir al ambiente en relación a lugares, personas, eventos o relaciones,

además de que se puede enlistar objetos que son parte del contexto, imágenes o videos con la descripción de motivo de su recolección y cómo contribuyen al planteamiento de la investigación. El registro fotográfico, partiendo del ejercicio anterior, aporta a la investigación, según Hernández Sampieri (2014) “entender el fenómeno central de estudio (...) Le sirven al investigador para conocer los antecedentes de un ambiente, así como las vivencias o situaciones que se producen en él” (p. 415). Así se respaldan visualmente las ideas y análisis del espacio de participantes durante su recorrido, permitiendo que el lector conozca el estímulo externo que generó dicha percepción.

El uso de dibujos para reconocer las imágenes mentales, que Ocanto (2009) define como “Una representación de origen perceptivo o del recuerdo de una experiencia que puede haber sido imaginada o vivida. Constituye un producto sensorial y perceptivo del cerebro, representado en la mente y caracterizado por la variedad de formas, colores o temáticas” (párr. 10), para reconocer ilustrativamente que la vivencia de las participantes, se consolida en una experiencia asociada a sus propios elementos e ideas previas, explorando desde su subjetividad la representación de significados personales. Ocanto (2009) quien retoma a Buzan (1996), explica que estos pensamientos representan procesos asociativos, donde la información que accede al cerebro a partir de sensaciones, recuerdos o pensamientos se colocan en esferas centrales que estimulan asociaciones con otros vínculos, ideas y patrones registrados.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

La muerte, se representa físicamente en los panteones a partir de las tumbas que albergan. En relación con el diseño y la construcción de los mismos, Campos (2022) describe como la arquitectura funeraria, es la rama de la arquitectura ligada a las manifestaciones religiosas y espirituales del significado de la muerte para las personas como sinónimos de una pérdida y relacionado a lo místico. Algo importante que destaca el autor es que este tipo de estudio en la arquitectura busca que la construcción de tumbas y cementerios genere bienestar en las personas al transitar por estos momentos de pérdida, además de que tiene un enfoque multidisciplinar, ya que conjunta aspectos sociológicos, culturales, antropológicos, históricos y de las neurociencias. Este enfoque tan

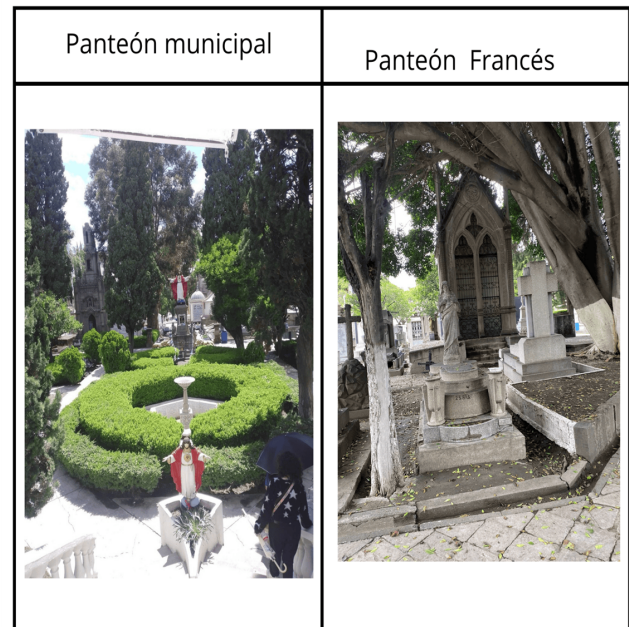
completo, muestra que la edificación de un espacio que alberga el proceso humano de morir va más allá de simples estructuras, ya que un contexto social y religioso marca pautas simbólicas que se manifiestan mediante figuras que albergan representaciones características de una época. Resulta importante tener en cuenta qué significado han tenido los cementerios en la cultura de México en diferentes momentos de su historia, convirtiéndose en un espacio que no se limita a ser la última morada que alberga a los cuerpos de las personas difuntas. De León (2020) concibe como los cementerios en la cultura mexicana forman un espacio donde “se le suele aceptar como una razón más para juntarse en familia, reencontrarse con seres queridos y recordar juntos los momentos agradables de la vida” (párr. 7). Entonces, la necrópolis se transforma en algo palpable cuyo valor social impregna al lugar con simbolismos subjetivos y representaciones socioculturales. Todos estos elementos pudieron ser observados en los diferentes panteones visitados, donde a través del diseño de las criptas (Figura 4: Diferencias en el diseño de las tumbas) se contempla el estilo que imperaba en la época de su construcción y como estas contrastan con elementos sociales de aquel entonces, como el factor socioeconómico (a partir de panteones públicos como lo es el panteón municipal de Puebla o panteones privados como el panteón Francés y el material y dimensión de la tumba) histórico (como se observa en el panteón francés que se construye con la batalla del 5 de mayo en México) y religioso (Figura 5: Elementos religiosos) contemplándose con la distribución de cruces, ángeles, cristos, vírgenes o versículos bíblicos grabados). Todos estos elementos para Ulrich (1983).

Indudablemente, la cultura tiene una influencia importante en innumerables aspectos de las relaciones de las personas con el entorno físico, desde la construcción (...) pasando por el desarrollo de las visiones del mundo (...) la estética del paisaje, especialmente en geografía, arquitectura del paisaje y, en menor medida, psicología, ha hecho hincapié en la cultura como un determinante preeminente de la preferencia. (p.107)



Nota. Características discriminatorias entre el diseño de las tumbas de los panteones. Fuente: elaboración propia.

Figura 4. Diferencias en el diseño de las tumbas.



Nota. Presencia de figuras religiosas como vírgenes y la imagen de Jesús, que predominan en diversos panteones. Fuente: elaboración propia.

Figura 5. Elementos religiosos.

Así pues, la necrópolis impacta más profundamente, figurando como algo que alcanza la psique y los sentidos humanos. Malato (2020) reconoce en la neuroarquitectura la naturaleza de aplicar los conocimientos acerca de las funciones neuronales, el cerebro y su consolidación en el plano arquitectónico. Desde su postura, el autor interpreta que este avance prematuro pero prometedor, representa entender “la realidad cognitiva del individuo, más allá de su propia consciencia (...) se estudia la relevancia de lo simbólico desde el campo de lo sensorial” (p. 27). En este sentido, considerar los elementos cognitivos que entran en juego con el entorno, es contundente porque, como seres bio-psico-sociales nuestra interacción con el ambiente en diferentes sentidos, implica que el humano biológicamente está diseñado para captar información del exterior y utilizarla para el aprendizaje, tal como planteaba Vygotsky en su teoría sociocultural.

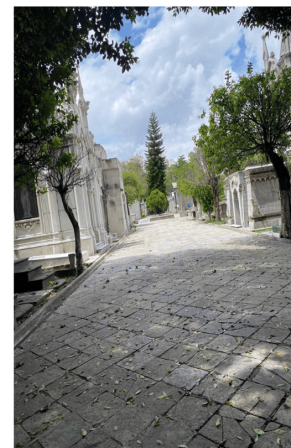
Si bien este procesamiento de la información recibida por los sentidos durante la visita a cada panteón no se interpretó desde la vivencia de un duelo, se reconoce el impacto conductual generado. Los espacios funerarios recorridos, con la particularidad estructural que presentan, lograron evocar sensaciones que conducen a cuestionar que, pese al valor histórico y artístico que cada uno conserva, vistos desde la neuroarquitectura que como se ha comentado, persigue propiciar una experiencia sensorial más amena desde el enfoque de los detalles en la estructura y el espacio, invita a prestar atención a la presentación de estos panteones en, por ejemplo, la disposición y orden de las tumbas, ya que durante las visitas fue un punto de reflexión el cómo, percibir un orden y delimitación espacial como se apreció en el Panteón Francés, donde cada sección de tumbas está delimitada por calles y avenidas enumeradas, dejando pasillos amplios para transitar y fácil acceso a las tumbas, generó en las participantes una sensación de libertad para explorar y contemplar con atención el rededor. Caso contrario a lo percibido en el Panteón.

Auxiliar de San Baltazar, por ejemplo, donde la falta de delimitación clara de las tumbas y el poco control sobre el crecimiento de la naturaleza ha invadido y destruido pasillos y tumbas, obstruyendo espacios para transitar o contemplar los diseños y generando en las participantes una sensación de amontonamiento y obstaculización para avanzar (Figura 6: Distribución de tumbas y presencia de naturaleza).

Panteón san Baltazar



Panteón Francés



Nota. Las fotografías muestran la distribución de tumbas y presencia de naturaleza que generó sensaciones en las caminantes. Fuente: elaboración propia.

Figura 6. Distribución de tumbas y presencia de naturaleza.

Respecto a las evidencias de las respuestas fisiológicas y neuronales que se han registrado en relación al ambiente, se trae a colación algunos estudios realizados que, centrados en los efectos de los ambientes naturales en las personas, demuestran con el uso de instrumentos de medición de signos como el flujo sanguíneo, respuesta galvánica de la piel, respuesta del sistema nervioso simpático y parasimpático o bien la actividad eléctrica del cerebro a través de las ondas cerebrales, cómo el organismo humano reacciona a partir de la interacción con los estímulos percibidos, siendo influenciando e inducido a un estado de calma y reducción del estrés (Ulrich et. al 1983; Ulrich, 1986; Ulrich, Dimberg y Driver, 1990; Chen-Yeen y Ping-Kun, 2005). Por su parte García Luna y Días (2021) ejemplifican como en la neuroarquitectura aplicada se han implementado estrategias en espacios como escuelas, hospitales y parques para mejorar, por ejemplo, el desarrollo cognitivo de los niños, haciendo uso de ciertos colores para aumentar la tasa de rehabilitación en los hospitales o en los parques para estimular la sensación de

seguridad y renovación del lugar, o incluso como empleado una correcta alineación geométrica se puede hacer un buen aprovechamiento del sonido y mejorar la experiencia del usuario, evitando la contaminación acústica que genera problemas físicos como dolores de cabeza o hiperacusia. Papale et al. (2016) también demuestran que los elementos relacionados a:

La forma y el espacio en la percepción arquitectónica pueden ser procesados y representados en regiones cerebrales altamente especializadas de una manera independiente de la modalidad sensorial. En este sentido, la evaluación de la consistencia o rugosidad de un material puede reclutar un contenido neuronal supramodal independientemente del sentido involucrado. Lo mismo puede suceder cuando se explora un objeto complejo solo tocándolo activamente. (pág. 5)

Reconociendo el funcionamiento cerebral ante el duelo, aplicar la neuroarquitectura en la visión del plano funerario para regular la respuesta fisiológica y emocional e implementando estudios psicofisiológicos para conocer la respuesta cerebral que estos panteones están estimulando en los caminantes, ayudaría a mejorar la experiencia de los usuarios teniendo en consideración, por ejemplo, la gama de colores, olores y disposición espacial y su impacto en el bienestar neurológico de los visitantes, ajustando estos elementos para mejorar su experiencia incluso en contextos de pérdida.

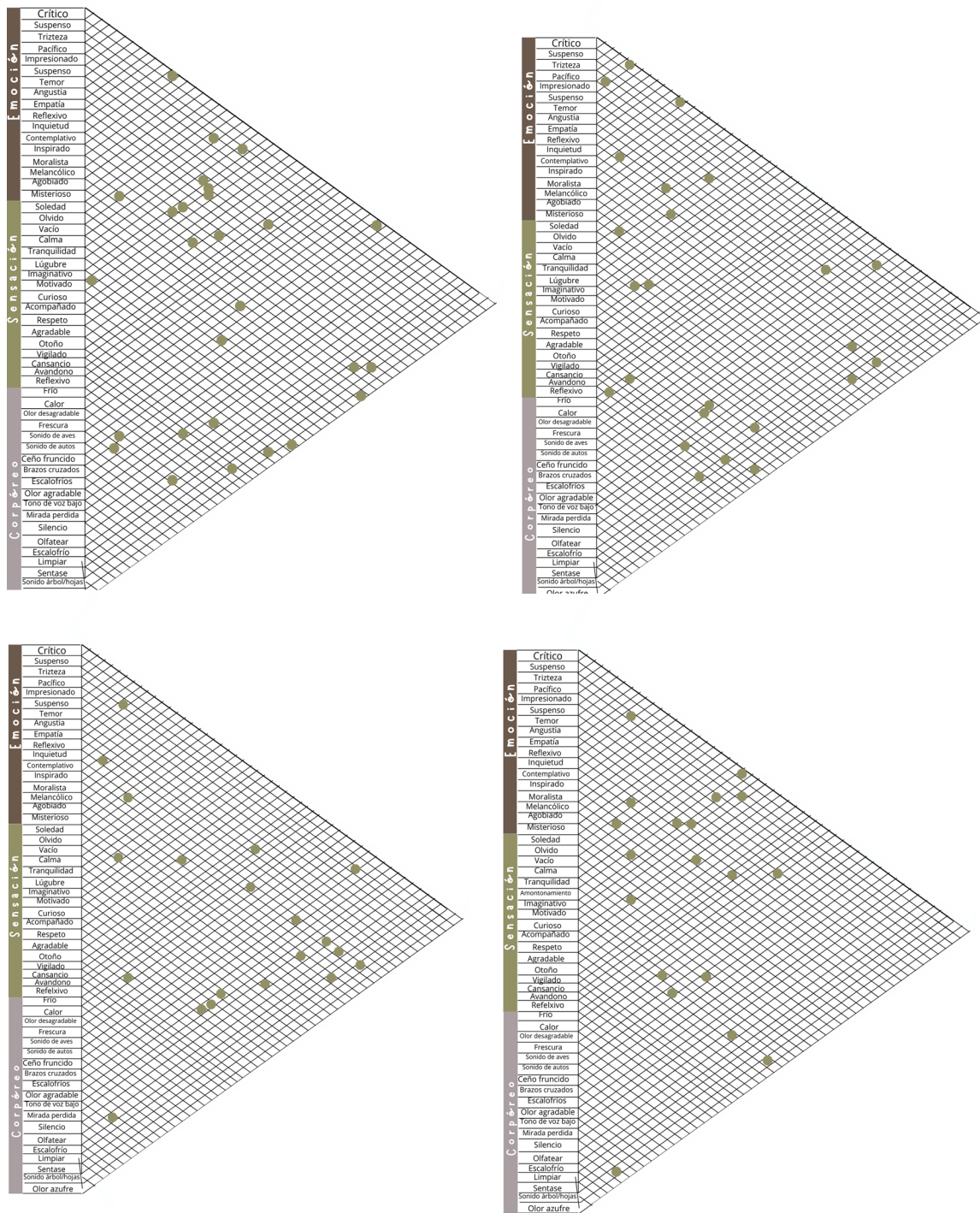
A partir de esto, la idea de cómo el diseño de un panteón, tomando en cuenta sus colores, presencia de vegetación y distribución se convierte en mensajes que el cerebro retoma e interpreta lleva a contemplar que la experiencia de visitar un panteón debe considerar las respuestas físicas y sensoriales que interactúan con ideas y experiencias en relación a las muertes y como se vive entonces esta estancia desde la respuesta neuronal y física que evocan y como esta se podría usar en favor de la resignificación de la muerte que en sí misma contiene los fenómenos psicológicos del duelo y la sensación de luto. Trabajar estas respuestas subjetivas de las personas con elementos como la altura, formas, texturas y distribuciones espaciales, reconocería que, como propone García Luna y Días (2021) “El

entorno que nos rodea siempre impactará en nuestra percepción, ya sea de forma positiva o negativa y es capaz de moldear nuestro cerebro por su plasticidad, impactando nuestras elecciones y estados emocionales”. (pág.11)

Relacionado con lo anterior, se retoma un fragmento de la bitácora realizada durante la visita al panteón Municipal:

“Nos encontrábamos por el último tramo del gran camino que conectaba todos los pasillos del panteón municipal. Al pasar, frente a una pared que contenía los cuerpos incinerados de varias personas con sus nombres grabados en ella, había una mujer de una edad -quizá avanzada-, sentada frente a ella y sosteniendo un ramo de flores rojas muy grandes. Con respeto, por sentirme impertinente al atravesarme, pasé con la cabeza un poco agachada. Al voltearla a ver un poco para saludarle por cortesía, ella nos vio, con un gesto que me pareció nostálgico y quizá que reflejaba un poco de tristeza. Sólo me dijo “buenas tardes” pero la forma en que lo hizo, tan quedito y en un tono monótono, me hizo sentir su pérdida y que quizá esos gestos que percibí, solo me estaban comunicando su dolor y tristeza por que quien quería no estaba. Creo que lo que sentí no estaba muy alejado de lo que ella estaba sintiendo. No sé si aquel lugar tan silencioso y frío, o las tumbas tan grises o simples contribuyó a que sintiera tan claramente todo eso, pero me pareció interesante como unos pasos antes, había visto una escena similar, pero las otras personas estaban limpiando la tumba y platicando más animadamente. Me cuestioné si la pérdida de estas personas no era tan reciente y la de la señora sí, o si simplemente para cada uno, la muerte había cambiado de significado en algún momento” (P.E. Battisti, comunicado personal, 02 de Julio 2024)

Durante la investigación, la matriz sensoperceptiva (Figura 7: Matrices sensoperceptivas de los panteones visitados) permitió contemplar la emocionalidad percibida en relación a la sensación subjetiva que el lugar evocó, generando imágenes mentales que representan la percepción del espacio físico (Figura 8: Imagen mental construida de las visitas a los panteones).



Nota. Registro de la experiencia percibida por las caminantes al visitar Panteón francés, Municipal, La Piedad y San Baltazar respectivamente. Fuente: elaboración propia.

Figura 7. Matrices sensorperceptivas de los panteones visitados.



Nota. Representación iconográfica, de la experiencia percibida por una de las caminantes durante su recorrido a los diferentes panteones. En ella se observa su percepción de las similitudes entre el espacio funerario y otros espacios públicos en una etapa de vida diferente de acuerdo a cada contexto. Fuente: elaboración propia.

*Figura 8. Imagen mental construida de las visitas a los panteones.*

Esta intersección entre aspectos sensoriales y subjetivos resultan interesante dentro del análisis de la investigación, puesto que, al centrarse en los procesos de pérdida de la vida humana, Barrera (2019) habla de cómo a través de ellos se obtiene una herramienta para explorar el comportamiento de las personas en interacción con un contexto, visualizando su perspectiva emocional en el espacio funerario. Para ello, el autor retoma el concepto de percepción sinestésica y explica “que es un mecanismo con el que el habitador entra en contacto con el espacio antrópico, y las emociones que resultan de la experiencia con la muerte (pág. 62). Barrea demuestra que esta experiencia en los panteones desde la percepción sinestésica concatena “Procesos cognitivos, sensoriales y emocionales que permiten al sujeto identificar el espacio vivido. Este proceso se entiende como aquel que da significación particular a los lugares de forma experiencial (estados de ánimo y disposición)” (pág. 63).

En las cartografías sensoriales (Figura 2: Cartografía sensorial de los panteones visitados) se puede observar cómo lo vivido durante la visita, se configura la percepción del espacio con tintes de las figuras captadas por los sentidos y que se representan como fuentes de sonido (aves, autos, música) visuales (naturaleza efímera, adornos, rehiletes) al tiempo en que se mezclan con sensaciones subjetivas y emociones evocadas por el lugar. Estas cartografías sensoriales manifiestan la forma que surge de recordar u ubicarse espacialmente a partir de las sensaciones, por lo que representa un elemento diferente de registro del espacio a partir de lo que el contacto con este evoca.

En este sentido, pensar en cementerios que conjunten herramientas neuroarquitectónicas para amenizar la experiencia del usuario, podría representar la oportunidad de trabajar la resignificación subjetiva de dicha experiencia partiendo de una estructura que genere

efectos en el cerebro y mejore la adaptación y aceptación de la pérdida. Malato (2020) destaca la importancia de tener en cuenta la respuesta del cerebro al interactuar en diferentes espacios ya que “provoca una constante alteración de la función neuronal (...) una mayor adaptabilidad de nuestro cerebro (...) mantener una gran variedad de estímulos favorecida por el entorno, permite conservar una mayor neuroplasticidad (...) repercutiendo positivamente en el bienestar psíquico y cognitivo de la persona y en su capacidad de adaptación a nuevas condiciones vitales” (p. 33). Otros autores (García Luna y Días, 2021; Idrovo, 2018; Le Breton, 2018) demuestran que el entorno es un medio del cual se recibe información, cuya presentación de elementos configuran la construcción de dicha información, con efectos psicológicos. La función de los sentidos humanos se moldea de acuerdo con el contexto donde se habita, así como la percepción sensorial del entorno se ve influenciada por elementos subjetivos construidos por la historia, estado de ánimo o educación. A partir de esto se interpreta que el mundo es descifrado sensorialmente según la cultura y clase social y que todos estos elementos se relacionan y conjuntamente construyen una significación mutua, por lo que es importante no descartar la subjetividad y el papel sociocultural en la experiencia. El neurólogo Malraux (2019) señala que la Investigación Cerebral Transcultural evalúa cómo los marcos culturales influyen en la evolución humana, mostrando diferencias cognitivas entre etnias y regiones. Afirma que el crecimiento cerebral puede modificarse según contextos transculturales, condicionados por sistemas sociales, religiosos, morales y familiares. Entonces, el papel sociocultural en la lectura cognitiva de lo espacial coloca a la neuroarquitectura en una postura tripartita, donde la cognición, el espacio y los aspectos culturales se unen. Esta se enriquece reconociendo que el procesamiento de estímulos relacionados con los espacios funerarios, está sujeto al moldeamiento cerebral de la información propiciado por la cultura, que permitirá simbolizar, relacionar y reconocer elementos mortuorios de acuerdo con las costumbres.

Durante los recorridos por los panteones, se identificaron piezas funerarias como naturaleza viva y seca, cruces, ángeles, olores a azufre, colores grisáceos, rehiletes y papel picado (ilustración 7: Cartografía sensorial de los panteones visitados), elementos que las participantes reconocieron desde su visión cultural de origen. Los componentes religiosos y decorativos evocaron en ellas respeto, silencio y expresión neutra,

evocando el reconocimiento con el festejo agríndice del mexicano ante la muerte. Esta lectura cultural, compartida socialmente, refuerza la necesidad de integrar la neuroarquitectura como disciplina sensible al contexto, complementando la perspectiva psicofisiológica y atendiendo las respuestas colectivas en el diseño de los espacios funerarios. para diseñar espacios funerarios que generen bienestar.

Respecto de algunos proyectos encontrados que implementan la perspectiva social y psicológica en sus construcciones, se encuentra el proyecto CAI de Martínez y Barquero (2016) quienes proponen el uso de un espacio arquitectónico como un elemento que acompaña la terapia psicológica en el trabajo del duelo y prevención de la depresión. Los autores abordan este proyecto desde la arquitectura fenomenológica y ambientalista, retomando los supuestos de Pallasmaa, Holl y Ponty. El desarrollo de su proyecto toma en cuenta la ubicación, luces, sombras, colores y agua como herramientas para favorecer el trabajo psicológico de los usuarios en conjunto con actividades que se realizan dentro del centro. Otro ejemplo es el de David Sim quien, en conjunto con el alcalde de Christchurch, Bob Parker, trabajaron en el año 2011 tras el terremoto que azotó esta ciudad en Nueva Zelanda. La magnitud del colapso que este fenómeno natural había generado, surge la reconstrucción de la ciudad con un proyecto al que llamaron “Comparte una idea”. Gente de toda la ciudad aportó sus opiniones sobre como consideraban que debía ser la edificación de la ciudad y tras la compilación de los comentarios, Sim y Parker se dieron cuenta de las coincidencias en opiniones que la gente había emitido.

Retomar la idea de ambos proyectos, conjuntarlos con otras técnicas de exploración fenomenológicas como las ya expuestas y herramientas neuroarquitectónicas para la mejora de la presentación de los panteones visitados en la investigación y a futuro, la posible construcción de cementerios contemporáneos desde esta perspectiva de diseño aquí propuesto, podría representar una forma de conocer la opinión y la cultura de los habitantes, así como sus preferencias (que reflejarían el tipo de experiencia que para ellos resulte reconfortante e incremente su bienestar), para continuar promoviendo desde la neuroarquitectura el desarrollo poblacional y que todo esto en conjunto ayude a la resignificación de sus vivencias sobre la muerte, promoviendo espacios habitables física y emocionalmente hablando.

Hasta ahora ha quedado bastante claro, tal y como expresa Le Breton (2018) que los seres humanos constantemente decodifican el mundo mediante el registro sensorial transformando la información visual, auditiva, olfativa, táctil y gustativa que su organismo recibe. Por tanto, se puede deducir con esto, que las personas generan información e impresiones que pueden representar. Sin embargo, el autor también asevera que “Algunos rasgos corporales, por tanto, escapan al control de la voluntad o la conciencia” (pág. 81). Ulrich (1986) analiza este último punto (Citado en Malato 2020) y expresa tras sus estudios con instrumentos de medida de respuestas corporales que

Las reacciones fisiológicas a los estímulos ambientales pueden ser indetectables por la consciencia u observación humana. Las medidas de instrumentación de biorretroalimentación utilizadas en estudios psicológicos pueden identificar ciertos cambios y condiciones de las funciones y el bienestar del cuerpo que pueden estar fuera de la conciencia de los seres humanos y, por tanto, no pueden identificarse ni evaluarse con validez utilizando solo medidas verbales y observacionales. (p.35).

Por lo anterior, se propone para futuros estudios relacionados en la construcción de cementerios y locaciones en general, se pueda retomar la opinión de las personas en relación a los espacios y la forma en la que se relacionan y perciben dentro de ellos y en la medida de lo posible, hacer uso de los instrumentos de medición de signos psicofisiológicos en respuesta a estímulos, para logra crear cementerios que incrementen el bienestar en convivencia de las personas con este espacio tomando en cuenta las áreas neuropsicofisiológicas activas en un cerebro que procesa un duelo y que necesitan ser reguladas, buscando lograrlo desde elementos espaciales con características pensadas especialmente para ello (como aromas, disposición espacial, formas, colores, etc.) bajo un sustento de medición fisiológica que aproxime el estudio de dicho espacio a las ciencias exactas en conjunto con la percepción colectiva y cultural obteniendo de la conjunción de estas dos herramientas, el diseño de un entorno potencial.

Se reconocen las limitaciones que esta investigación presenta en relación con la necesidad de obtener una muestra poblacional mayor de la cual se pueda recopilar la información necesaria para la elaboración de más cartografías sensoriales y matrices que

enriquezcan la perspectiva subjetiva de la experiencia en los cementerios. Sin embargo, este proyecto se presenta como un elemento que pretende demostrar el potencial que toma la neuroarquitectura en el campo de la psicología tanto clínica, experimental y social, como un factor que podría contribuir a la población al diseño de espacios que se ajusten a las necesidades que tienen y que les permitan reconfigurar al mismo tiempo su experiencia con la muerte y la conciliación de la pérdida de sus seres amados desde su cultura y experiencia personal. Con ello se reconocería que la necrópolis representa un espacio físico donde conviven emociones y sensaciones y que funge como un lugar que genera una construcción subjetiva de reencuentro con el dolor y la pérdida al tiempo que se reconoce el potencial cultural de la ideología mexicana sobre la muerte y se retoma como un elemento clave, pues tal y como menciona Lomnitz (2013).

En la cultura mexicana (...) el dolor por la ausencia del difunto fue transferido al arte y el contacto permanente con tales expresiones creativas sirvió de cierta manera como catarsis, como sanadora del dolor (...) Al convertirse en algo inherente a su cotidiano transfiere hacia ella todo su ingenio y la representa de diversas formas, así, la muerte deja de ser un extraño terrorífico para convertirse parte de su cotidiano, en lo individual y en lo colectivo. (p.16).

Tras el análisis de la información encontrada acerca de la evolución que a nivel cultural se ha tenido con relación a la muerte como una celebración en el país, se destaca el alto valor en cuanto a una perspectiva social que permite la conciliación de la muerte como una festividad que se ha caracterizado con una visión de reencuentro con los seres queridos dentro de las costumbres mexicanas. Desde esta perspectiva, el conjunto de significaciones y formas de representar la pérdida que han ido permeando los usos, costumbres y tradiciones dentro de la cultura del país, representan un esfuerzo social por la resignificación del dolor y la pérdida.

En relación a cómo estos usos, costumbres y tradiciones se manifiestan físicamente en los panteones, se reconoce el valor cultural que estos toman dentro de la visión de la muerte en México y su alto potencial como un medio tangible que mezcla dichas construcciones culturales y ritualistas con el cuerpo de los difuntos y la construcción del espacio en donde descansan. En este sentido, voltear hacia los panteones que fueron

parte de esta investigación y repensar la forma en la que están contruidos, es reconocer que ellos reflejan la ideología de una época. Por ello, en la contemporaneidad, el uso de la neuroarquitectura para transformarlos en santuarios de descanso podría representar dentro del campo de la psicología social, una herramienta complementaria del bienestar colectivo que contribuya al proceso de duelo de las personas que sufren la pérdida de un ser querido a partir de las visitas a estos lugares y la experiencia que asocien al mismo.

Por otro lado, para la psicología en sus ámbitos clínicos, sociales y experimentales, tomar en cuenta los aportes de la neuroarquitectura en este proceso, puede representar dentro del campo tanatológico la oportunidad de ampliar los conocimientos que se tienen sobre las respuestas del cerebro a las experiencias cuando ha habido una pérdida en el núcleo social y de qué manera se puede apoyar de estos espacios para conciliar de manera personal el proceso de duelo desde la construcción subjetiva y la respuesta fisiológica del organismo. De este modo, pensar en un espacio neuroarquitectonicamente habitable (tomando en cuenta que la necrópolis es también una forma humana de habitar) implica reconocer el potencial que representa en la construcción de espacios que estimulen sensorial y neurológicamente hablando a las personas para construcción de experiencias que reduzcan la carga emocional que implica la muerte y resignifiquen su experiencia subjetiva que al mismo tiempo contribuya a su bienestar psicológico y colectivo a través de la cultura y la interacción con este medio.

## CONCLUSIÓN

Los sepulcros como parte del proceso de vida y desarrollo humano bajo la perspectiva de los espacios físicos que están presentes en cada área en la que las personas se desenvuelven, contribuye a reflexionar, desde una postura neuroarquitectónica, sobre cómo el entorno tiene un impacto psicológico en lo humano, debido a las vivencias que se crean y se resguardan en ellos, además de la estimulación de respuestas sensoriales traducidas en patrones de conducta. Hablar entonces de la urbe vista desde la accesibilidad emocional y simbólica que transmite a quienes la habitan, es un parteaguas para el reconocimiento de cómo el medio es un factor contundente en el

desarrollo de las personas que lo habitan, reconociendo que cada área que le compone es testigo y reflejo de una designación social para realizar en ellos ciertas actividades, albergando respuestas sociales, emocionales y demás asociaciones vinculadas a ellos.

Lo anterior bajo la arista de los espacios mortuorios, como espacios que albergan a los fallecidos y que los conectan con sus allegados, quienes recorren estos espacios al tiempo que procesan la información sensorial acompañados de su cultura y pautas sociales asociadas al espacio, deja entrever cómo estos tres elementos conviven integralmente y coadyuvan a una visión que redirecciona las construcciones contemporáneas del camposanto y otros espacios, tomando en cuenta que estos no se limitan a sus elementos físicos, sino que a través de ellos se puede reconstruir todo un proceso vinculado a los hitos naturales que implica la existencia humana.

El umbral que se abre con la visión neuroarquitectónica de los panteones visitados y los espacios de óbito en general, reconoce a estos espacios como conservadores de una ideología social que se manifiesta en ellos, que predispone la interpretación de quien la comparte y que este ser, como organismo receptor de estímulos, puede reconstruir una experiencia que interfiera positivamente en su sensación de bienestar, desde cómo se le es presentado cada uno de los componentes del espacio durante su recorrido, atendiendo la estimulación de los sentidos que induzca a una respuesta cerebral más amena ante el proceso de duelo.

Así, pensar en las visiones actuales de la muerte, las concepciones sobre esta vivencia que la cultura aporta y los estudios psicofisiológicos para obtener precisión sobre la lectura sensorial en el estado homeostático corporal ante el duelo, figuran en la visión de neuroarquitectura que en este trabajo se propone, como pilares estratégicos en la mejora, reconstrucción o diseño de cementerios como medios que albergan y evocan todos estos elementos. Fungiendo, así como un enfoque multidisciplinar que conjunta la arquitectura y la psicología clínica, social y experimental para transformar a los panteones en entornos sostenibles para la salud y el bienestar psicológico.

## Referencias

Barrera, S.M. (2019) *El cementerio como caso de percepción sinestésica*. En: Acosta, A. (Ed.) *Convergencias del diseño y de la construcción*. Universidad Autónoma de Aguascalientes. pp. 61-70.

Campos, J. (2022,01 de julio) *La arquitectura para el duelo: De la pena a la redención*. Block blog. Block. <https://slyg-block.com/disenio/la-arquitectura-para-el-duelo-de-la-pena-a-la-redencion/>

Chaparro, X. (2021, 5 de mayo) *La escala Humana (The human scale)* [Video] Youtube. [https://youtu.be/JN\\_LsRvqPw8](https://youtu.be/JN_LsRvqPw8)

Chen-Yen, C., Ping-Kun, C. (2005) *Human response to widow views and indoor plants in the workplace*. HortScience 40(5), 1354-1359. [hortsci-article-p1354.pdf](https://www.hortsci-article-p1354.pdf)

De León, D. (2020, 3 de noviembre) *Casa funeraria Tangassi: arquitectura entre la vida y el duelo. La arquitectura como parte del proceso de duelo por la partida de un ser querido*. Arquitectura y Empresa blog. *Arquitectura y empresa*. [https://arquitecturayempresa.es/noticia/casa-funeraria-tangassi-arquitectura-entre-la-vida-y-el-duelo?utm\\_source=newsletter&utm\\_medium=email&utm\\_content=T&utm\\_campaign=220622](https://arquitecturayempresa.es/noticia/casa-funeraria-tangassi-arquitectura-entre-la-vida-y-el-duelo?utm_source=newsletter&utm_medium=email&utm_content=T&utm_campaign=220622)

Editorial Telediario. (2021, noviembre 02). *Panteón de La Piedad: 130 años de arte funerario*. Telediario. <https://www.telediario.mx/local/panteon-de-la-piedad-130-anos-de-arte-funerario>

Gala León, F.J., Lupiani, J. M., Raja H. R., Guillén G. C., González I. J.M., Villaverde G. M<sup>a</sup>. C., Alba S. I. (2002). *Actitudes psicológicas ante la muerte y el duelo: Una revisión conceptual*. *Cuadernos de Medicina Forense*, (30), 39-50. [http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S113576062002000400004&lng=es&tlng=es](http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S113576062002000400004&lng=es&tlng=es).

García, O.D . (1998) *Una reformulación completa y precisa de la muerte humana*. *Revista de Neurología*. 26 (154), 1048-1053. <https://doi.org/10.33588/rn.26154.97176>

García-Luna, A., Días, A. (2021) *Neuroarquitectura aplicada al proceso de diseño*. *Revista Internacional de principios y prácticas del diseño*. 3(1) 29-46. <https://doi.org/10.18848/2641-4406/CGP/v03i01/29-46>

Gómez, M.A., Delgado, J.A., (2000) *Ritos y mitos de la Muerte en México y otras culturas*. Editorial Tomo.

González, F. (2010) *Las categorías de sentido, sentido personal y sentido subjetivo en una perspectiva histórico-cultural: un camino hacia una nueva definición de subjetividad* *Universitas Psychologica*. 9(1), 241-253. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=64712156019>

Hernández, I. (2024, octubre 28). *Un camposanto lleno de historia y cultura: Panteón Municipal de Puebla*. El Popular.mx. <https://elpopular.mx/comunidad/ciudad/2024/10/28/un-camposanto-lleno-de-historia-y-cultura-panteon-municipal-de-puebla>

Idrovo, I. (2018, 7-9 noviembre) *Cartografías sensoriales con personas no videntes para pensar el espacio urbano*. Encuentro Latinoamericano de Metodología de las Ciencias Sociales, Cuenca, Ecuador.

Le Breton, D. (2018) *La sociología del cuerpo*. Ediciones Siruela.

Lomnitz, C. (2013) *Idea de la muerte en México*. Fondo de Cultura Económica.

López, O. (2021, 01 diciembre) *¿Cómo se celebra en México el día de muertos?*. The New York Times.

Malato, M. (2020) *Neuroarquitectura La neurociencia como proyecto*. [Tesis de grado Universidad Politécnica de Madrid]. Isuu.

- Márquez, E., Araujo, R. (2018) La muerte en México. Una mirada desde el patrimonio cultural. En Del Carpio, C., Newell, G., Araujo, R. (Ed.) *Estudios sobre el patrimonio cultural de Chiapas. Ensayos etnográficos e históricos* (pp.1-38) Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas.
- Martínez, M., Barquero, M. (2016) *CAI: Arquitectura como terapia emocional: Solución a la depresión*. [Tesis de licenciatura, Universidad Véritas Escuela de arquitectura]. Isuu.
- Millán, P. (2022, octubre 31). *Panteón Municipal de Puebla: Más de 140 años de historia*. El Popular. mx. <https://elpopular.mx/comunidad/ciudad/2022/10/31/panteon-municipal-puebla-140-anos-historia>
- Morales Montiel, A., Reynoso Ramos, C., & Castellanos Arenas, M. (2021). *El patrimonio funerario de la ciudad de Puebla: El Cementerio de La Piedad*. *Topofilia. Revista de Arquitectura, Urbanismo y Territorios*, 14(22), 302–315.
- Ocanto Silva, Isabel. (2009). La creación de imágenes mentales y su implicación en la comprensión, el aprendizaje y la transferencia. *SAPIENS*, 10(2), 243-254. [http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1317-58152009000200013&lng=es&tlng=es](http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1317-58152009000200013&lng=es&tlng=es).
- Palomino-Leiva, M., Arteaga-Gómez, M. (2013) *Psicología y subjetividad*. *Criterio Libre Jurídico* 10(2), 35-49. [https://www.researchgate.net/publication/322746944\\_Psicologia\\_y\\_subjetividad](https://www.researchgate.net/publication/322746944_Psicologia_y_subjetividad)
- Papale, L., Rampinini, A. Pietrini, P., Ricciardi, E. (2016) *When Neuroscience 'Touches' Architecture: From Hapticity to a Supramodal Functioning of the Human Brain*. *Frontiers in Psychology*. 7(866) 1-8. DOI:10.3389/fpsyg.2016.00866
- Papalia, D., Feldman, R. (2012) *Desarrollo Humano*. Mc Graw Hill Education.
- Reyes, E. (2021, enero 02). *Esta es la historia del Panteón Francés, un guardián de Puebla de los Ángeles*. El Sol de Puebla. <https://oem.com.mx/elsoldepuebla/cultura/esta-es-la-historia-del-panteon-frances-un-guardian-de-puebla-de-los-angeles-inah-isabel-aulliaud-beneficencia-francesa-suiza-y-belga-de-puebla-reconciliacion-franco-mexicana-19298426>
- The Washington Post. (2023, abril, 4). *What grief does to your brain, and how to cope with it*. <https://www.washingtonpost.com/wellness/2024/03/08/grief-brain-healing-cope-strategies/>
- Ulrich, R. (1986) *Human responses to vegetation and landscapes*. *Landscape and Urban Planning*, 13 29-4. DOI: 10.1016/0169-2046(86)90005-8
- Ulrich, R. Simons, R. (1991) *Stress recovery during exposure to nature and urban environments*. *Journal of Environmental Psychology*. 11.201-230. Ulrichetal.1991. [Stress\\_recovery\\_during\\_exposure\\_to\\_natural\\_and\\_urban\\_environments.pdf](https://www.researchgate.net/publication/266211111-Stress_recovery_during_exposure_to_natural_and_urban_environments.pdf)
- Ulrich, R.(1983). Aesthetic and affective response to natural environment. In I. Altman & J. Wohlwill (Eds.), *Human Behavior and Environment, Behavior and Natural Environmen*. Vo1(6), 85-1 25. DOI: 10.1007/978-1-4613-3539-9\_4
- Ulrich, R., Dimberg, U., Driver, B.L. (1990) *Psychophysiological Indicators of Leisure Consequences*, *Journal of Leisure Research*, 22(2)154-166, DOI: 10.1080/00222216.1990.11969822
- UNAM Global. (2025, agosto 22). *Duelo: cómo impacta en el cerebro, las emociones y el cuerpo*. UNAM Global Revista. [https://unamglobal.unam.mx/global\\_revista/duelo-cerebro-emociones-cuerpo/](https://unamglobal.unam.mx/global_revista/duelo-cerebro-emociones-cuerpo/)
- Valencia, A. (2024, noviembre 02). *Arquitectura funeraria: Panteón Municipal de Puebla*. News BUAP. <https://tv.buap.mx/news/957272>
- Valencia, A. (2024, octubre 31). *Arquitectura funeraria: Panteón Francés*. News BUAP. <https://tv.buap.mx/news/957282>

## **Perla Eleonora Battisti López**

---

Nacida en Ciudad de México en 2002, es Licenciada en Psicología por la Universidad de Ciencias y Artes de Chiapas. Se ha enfocado en inclusión y salud mental comunitaria mediante artes visuales, análisis del impacto del espacio en la conducta y cartografías sociales. Ha colaborado con investigadores de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla y la Universidad Autónoma de Chiapas en estudios sobre memorias bioculturales de las infancias y Neuroarquitectura en el espacio habitable.

## **Moisés Barrera Sánchez**

---

Arquitecto por el Instituto de Estudios Superiores, Maestro en Diseño Arquitectónico por la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP) y Doctor en Ciencias de los Ámbitos Antrópicos por la Universidad Autónoma de Aguascalientes. Profesor Investigador Titular de la Facultad de Arquitectura de la BUAP, ha dictado diversas conferencias en congresos nacionales e internacionales sobre la percepción sinestésica, propiocepción, sensorialidad, discurso del cuerpo, neurociencias y espacio habitable. Perfil PRODEP. Candidato SNI 2022-2025.



### **Política de acceso abierto**

La Revista Artificio proporciona un acceso abierto a su contenido, basado en el principio de que ofrecer un acceso libre a las investigaciones ayuda a incrementar el intercambio global del conocimiento. Artificio no cobra ni cobrará ningún cargo a sus lectores por concepto de suscripción, ni a los autores por enviar, procesar o publicar sus artículos.

Como condición de publicación, los autores acuerdan liberar sus derechos de autor bajo una licencia compartida, específicamente la licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-Compartir Igual 4.0 Internacional

Esta licencia permite a cualquier persona compartir, copiar, transformar y redistribuir el material en cualquier medio o formato bajo los siguientes términos:

- \*Dar crédito al autor del texto
- \*No hacer uso del material con propósitos comerciales
- \*Compartir: copiar y redistribuir el material en cualquier medio o formato
- \*Adaptar: remezclar, transformar y crear obras derivadas del material
- \*Si se remezcla, transforma o crea obras derivadas del material, se deben distribuir las nuevas contribuciones bajo la misma licencia que la original.