

Bitácora de unas Jornadas Urbanas:

Lecturas sobre *solapamientos*
entre Arquitectura y Ciudad



UANL

UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN



FARQ

FACULTAD DE ARQUITECTURA

82 AÑOS
FARQ

Editor: Abiel Treviño Aldape

Bitácora de unas Jornadas Urbanas:

Lecturas sobre *solapamientos* entre Arquitectura y Ciudad



UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN

UANL



FARQ

FACULTAD DE ARQUITECTURA



Universidad Autónoma de Nuevo León

Dr. Santos Guzmán López, Rector de la UANL

Dr. Mario Alberto Garza Castillo, Secretario General

Dra. María Teresa Cedillo Salazar, Directora de la Facultad de Arquitectura

Primera edición Agosto de 2026

© Universidad Autónoma de Nuevo León

© Abiel Treviño Aldape

ISBN: 978-607-27-2961-2

Diseño de portada, Formación de interiores y Edición (apoyado por IA):



Revisión y Corrección de estilo (apoyada por IA):

Hilda Margarita Jiménez Olvera

Este libro fue sometido a un proceso de evaluación por pares ciegos, cumpliendo con los criterios de calidad de investigación al ser dictaminado positivamente.

Las opiniones y puntos de vista expresados en la presente obra son responsabilidad única y exclusiva de cada autor(es), y no necesariamente representan las posiciones u opiniones de la Universidad Autónoma de Nuevo León y sus dependencias.

Queda permitida la reproducción, almacenamiento o transmisión total o parcial de esta obra, ya sea por medios electrónicos, mecánicos o de fotocopiado para fines académicos, siempre y cuando se cite apropiadamente la fuente; prohibido hacer uso comercial de la obra.

Índice

Prefacio	2
Introducción al Manifiesto de la [Co] existencia	5
Reivindicando nuestra identidad: El patrimonio de Nuevo León sin la sombra del colonialismo. Elisa Raquel Sánchez Borges: Jornada 1.....	6
Refugios y cobijos para habitar hasta el jacal, en el noreste de México. Benjamín Valdez Fernández: Jornada 1.....	7
Investigación aplicada en un mundo perturbado. El rol de la arquitectura. Emanuele Giorgi: Jornada 2.....	8
Imagen urbana y conservación patrimonial: el caso Centro Histórico de San Pedro. Juan Manuel Casas García: Jornada 4.....	9
Ciudades difíciles: Perspectivas urbanas actuales frente a la crisis de la globalización. Adolfo Benito Narváez Tijerina: Jornada 6.....	10
El futuro se construye en las ciudades. José Antonio Torre: Jornada 7.....	11
Las ciudades que nos habitan, ética y biología del espacio urbano. Gerardo Vázquez: Jornada 7.....	13
1. La Interfaz Cuerpo-Territorio: De la Neuroplasticidad al Imaginario Poético.....	15
Intersección: Gerardo Vázquez + Elisa Sánchez Borges ↔ Rodríguez, Treviño y Luna (El poético imaginario).....	
2. La Necrópolis Periférica: Desterritorialización y Justicia Territorial.....	15
Intersección: José Antonio Torre + Adolfo Narváez ↔ Blanco y Picazzo / Hernández, Cornejo y Montemayor (La lejana periferia).....	
3. Interpretación de la Resistencia: La Puesta en Valor del Barrio.....	16
Intersección: Juan Manuel Casas + Benjamín Valdez ↔ Staines y Uribe (La Luz 1126).....	
4. Biohabitabilidad y Ética del Cuidado: El Urbanismo como Medicina.....	16
Intersección: Emanuele Giorgi + Gerardo Vázquez ↔ Káteri Hernández (Biohabitabilidad) / Tristán, Blanco y Sonora (...Cuidado ...)	
5. La Auditoría del Bienestar y la Salud Sostenible.....	17
Intersección: Emanuele Giorgi + Gerardo Vázquez ↔ Franco Neri (Modelo Mazziotta y Pareto).....	
6. La Ética de la Precisión y el Control Documental.....	17
Intersección: Emanuele Giorgi + Juan Manuel Casas ↔ Cerda, Garza y Garza (sobre la Metodología BIM).....	
Síntesis exegética resultante.....	18
Manifiesto de la Co-existencia. Más que el cruce de concurrencias, la intersección de conciencias.....	18
Corolario: Intersectando Ciudadanía y Academia Contemporáneas.....	20
Referencias.....	20

I. Intersecciones sensibles: donde la naturaleza, el cuerpo y el imaginario se entrelazan

I.1. El imaginario: Naturaleza y Arquitectura

Resumen.....	22
I.1 1 Introducción.....	23
I.1 2 Metodología.....	25
I.1 3 Marco teórico.....	27
I.1 3.1 Naturaleza como divinidad.....	27
I.1 3.2 Naturaleza como deseo.....	28
I.1 3.3 La naturaleza en el arte.....	30
I.1 3.4 Naturaleza en la arquitectura actual.....	32
A) Arquitectura biofílica	
B) <i>Form finding</i>	
C) Arquitectura viva	
I.1 3.5 Naturaleza como el futuro de la arquitectura.....	34
I.1 3.5.1 La Naturaleza como Modelo.....	34
I.1 3.5.2 La Naturaleza como Medida.....	35
I.1 3.5.3 Naturaleza como Maestro(a).....	36
I.1 3.6 Naturaleza en la arquitectura a futuro.....	36
A) Arquitectura Viva	
B) Conservación de la arquitectura	
C) Técnicas de construcción tradicionales	
D) Prefabricación	
I.1 4 Conclusiones.....	38
Referencias.....	39

I.2. La ciudad que no ves: El habitador como creador de experiencias desde el cuerpo y la emoción

Resumen.....	45
I.2 1 Introducción: El espacio público como escenario de la crisis habitativa.....	46
I.2 2 Marco teórico y referencial.....	48
I.2 2.1 Neurofisiología del espacio: el triángulo sensorial.....	51
I.2 3 Metodología: cartografía de la deriva y resonancias emocionales.....	53
I.2 3.1 Escenarios simbólicos.....	53
I.2 3.2 Mapeo sonoro y dinámica musical.....	54
I.2 3.3 El modelo de Robert <i>Plutchik</i>	55
I.2 4 Análisis de resultados: la anatomía de un espacio fragmentado.....	56
I.2 4.1 La consonancia de la movilidad y el ruido.....	56
I.2 4.2 La agógica emocional en los escenarios.....	61
I.2 5 Aportaciones y trascendencia.....	61
I.2 6 Conclusión: El deber ser del espacio público.....	63
Referencias.....	64

II. Intersecciones rotas: fragmentación, abandono y conflicto en la ciudad contemporánea

II.1. Habitabilidad y gestión urbana sustentable en la periferia de la Zona Metropolitana de Monterrey: Aproximaciones desde la intersección entre justicia social, urbanismo y sustentabilidad

Resumen.....	68
II.1.1 Introducción.....	69
II.1.2 La habitabilidad como expresión de justicia social y derecho a la ciudad..	71
II.1.2.1 La ciudad como espacio de libertades reales.....	71
II.1.2.2 Derecho a la ciudad.....	72
II.1.2.3 Habitabilidad: una condición territorial multidimensional.....	73
II.1.3 Articulación teórico-metodológica.....	74
II.1.3.1 Dimensiones de análisis territorial.....	74
II.1.3.2 Escala territorial y unidad de análisis.....	75
II.1.4 Metodología.....	76
II.1.4.1 Unidad de análisis y escala territorial.....	77
II.1.4.2 Relación entre localización periférica y pérdida de habitabilidad.....	79
II.1.4.3 Vivienda deshabitada como indicador de injusticia territorial.....	80
II.1.5 Reflexiones finales.....	81
Referencias.....	83

II.2. La vivienda en el periurbano:

Abandono habitacional e inseguridad como expresiones de la desigualdad socioespacial. Caso Juárez, Nuevo León

II.2.1 Introducción.....	86
II.2.2 Metodología.....	88
II.2.3 Abandono habitacional y fragmentación de la vida cotidiana.....	88
II.2.4 Deterioro del entorno e inseguridad.....	92
II.2.5 Reproducción socioespacial de la desigualdad en el periurbano.....	95
II.2.6 Conclusiones.....	97
Referencias.....	99

II.3. Sobrevivir en la enfermedad: La crisis de la biohabitabilidad en la ciudad

Resumen.....	103
II.3.1 Introducción: La ciudad como un entorno de riesgo para la salud.....	104
II.3.2 Metodología.....	106
II.3.3 Marco teórico.....	106
II.3.4 Conclusiones.....	117
Referencias.....	118

III. Intersecciones reconfiguradas: prácticas, cuidados y herramientas para rehacer ciudad

III.1. Densidad y desarraigo: Una crítica urbana desde el barrio de La Luz	
Resumen.....	125
III.1 1 Introducción.....	126
III.1 2 La construcción de una imagen global y sus implicaciones territoriales.....	127
III.1 3 Contexto local. El barrio de La Luz como estructura viva.....	130
III.1 4 La Luz 1126. Arquitectura como mediación entre memoria y transformación.....	133
III.1 5 Conclusiones.....	138
Referencias.....	140

III.2. Del paradigma productivista a la ética del cuidado. El barrio cuidador en la ciudad contemporánea	
Resumen.....	143
III.2 1 Introducción: Del urbanismo productivista a la ética del cuidado.....	145
III.2 2 Cuidado como condición ontológica, social y relacional.....	146
III.2 3 Reorientar el urbanismo hacia el sostenimiento cotidiano de la vida.....	148
III.2 4 Las escalas del cuidado.....	152
III.2 5 El barrio como unidad operativa del cuidado.....	154
III.2 6 Conclusiones.....	157
Referencias.....	158

III.3. Comparativa entre el modelo tradicional y la metodología BIM en la obra pública de Nuevo León. El caso del Hospital Psiquiátrico como proyecto piloto Estatal	
Resumen.....	163
III.3 1 Introducción.....	163
III.3 2 Marco teórico: del dibujo como registro al activo digital como fuente de veracidad.....	165
III.3 2.1 El modelo tradicional como sistema de gestión de información deficiente.....	165
III.3 2.2 Características del modelo BIM.....	166
III.3 2.3 El Plan de Ejecución BIM (BEP) como instrumento de gobernanza del proyecto.....	167
III.3 3 Metodología.....	167
III.3 3.1 Marco normativo de referencia aplicado.....	168
III.3 3.2 Estrategia metodológica de implementación.....	168
III.3 3.3 Tiempo de ejecución.....	169
III.3 4 Desarrollo del caso: Hospital Psiquiátrico de Nuevo León.....	170
III.3 4.1 Modelado BIM interdisciplinario.....	170
III.3 4.2 Coordinación digital y detección de interferencias (<i>Clash Detection</i>).....	171
III.3 4.3 Implementación práctica del Plan de Ejecución BIM (BEP) en el proyecto.....	172
III.3 5 Resultados y análisis.....	174
III.3 5.1 Indicadores de desempeño: BIM vs. modelo tradicional.....	174

III.3 5.2 Trazabilidad y calidad documental.....	175
III.3 5.3 Contribución institucional y profesional.....	177
III.3 5.4 Hacia una política BIM para la obra pública en México.....	178
Referencias.....	179

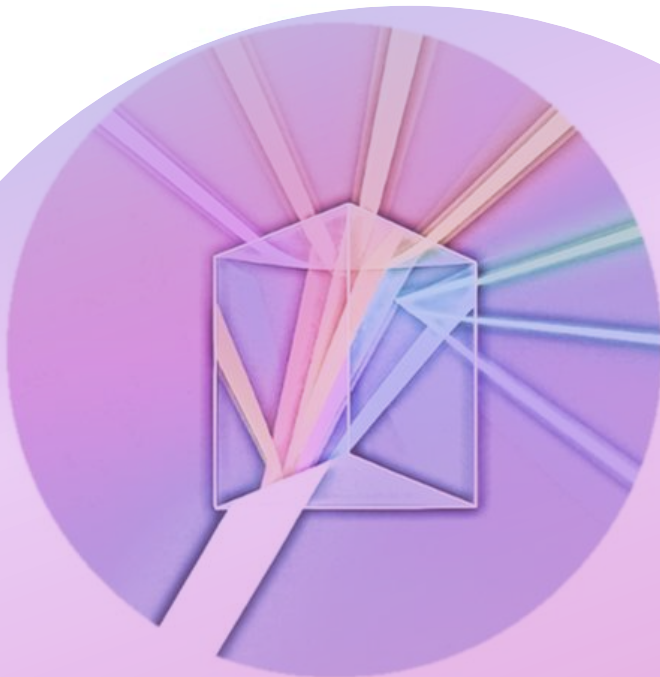
III.4. Medición de la política urbana con índices de desempeño en el ODS 3, de las áreas metropolitanas de México, modelo de Mazziotta y Pareto

Resumen.....	181
III.4 1 Introducción.....	181
III.4 2 Marco conceptual.....	182
Relación con la pobreza	
Relación con el acceso a servicios	
III.4 2.1 Salud sostenible y los Objetivos de Desarrollo Sostenible.....	183
III.4 2.2 Política urbana y bienestar en México.....	184
III.4 2.3 Modelos de medición de desempeño urbano.....	185
III.4 2.4 Descripción del índice de Mazziotta y Pareto.....	186
III.4 3 Metodología.....	187
III.4 3.1 Diseño de estudio y periodo 2015–2020.....	187
III.4 3.2 Construcción de variables e indicadores.....	188
III.4 3.3 Cálculo y ponderación del índice Mazziotta y Pareto en el contexto urbano.....	189
III.4 3.4 Fuentes de datos y criterios de validación.....	191
III.4 4 Resultados.....	191
III.4 4.1 Rendimiento de la política urbana bajo métricas tradicionales.....	191
III.4 4.2 Desempeño según el índice Mazziotta y Pareto.....	194
III.4 4.3 Comparación entre métricas y hallazgos clave.....	194
III.4 5 Discusión.....	195
III.4 5.1 Implicaciones para la política urbana mexicana.....	195
III.4 5.2 Ventajas y limitaciones del índice Mazziotta y Pareto.....	196
III.4 5.3 Relevancia para la planificación de la salud y la sostenibilidad.....	196
III.4 6 Implicaciones para la implementación de la salud sostenible en México..	197
III.4 7 Conclusiones.....	198
Referencias.....	198

Postscriptum: notas desde la incertidumbre. Un cierre sin cierre: Entre lo que se mide, lo que se siente y lo aún no intersectado

a) Preguntas abiertas.....	206
b) Tensiones no resueltas.....	207
c) Posibles futuros solapamientos.....	208

Semblanzas.....	212
------------------------	------------



Lo que en las intersecciones sensibles se configuraba como experiencia –vínculo emocional, percepción, imaginario– aquí se revela como ausencia.

La desconexión emocional identificada en el espacio público, la falta de apropiación en el periurbano y la exposición ambiental nociva son distintas expresiones de una misma crisis: la imposibilidad de habitar plenamente el espacio.

La ruptura no es solo física o territorial, sino también afectiva y biológica

A.T.A.

II.3. Sobrevivir en la enfermedad: La crisis de la biohabitabilidad en la ciudad

Káteri Samantha Hernández Pérez ¹

Resumen

La crisis de biohabitabilidad en las ciudades se ha convertido en una amenaza creciente para la salud pública. El crecimiento urbano acelerado, el consumo descontrolado y la falta de regulación han dado lugar a entornos con altos niveles de contaminación, lo que afecta la calidad del aire, el agua, los materiales de construcción y los espacios habitables. La falta de conciencia y de estrategias efectivas para mitigar estos efectos ha permitido que las enfermedades relacionadas con la exposición ambiental aumenten de manera alarmante.

Para comprender el concepto de biohabitabilidad, es necesario partir de tres niveles de análisis: biológico, químico y físico. Las condiciones que emergen de estos niveles se vinculan con el exposoma humano, entendido como el conjunto de exposiciones ambientales a las que una persona está sometida a lo largo de su vida y que inciden directamente en su calidad de vida. Desde esta perspectiva, la epidemiología espacial ha documentado la presencia de agentes nocivos que afectan a las poblaciones en distintas etapas de la vida, cuyas manifestaciones se encuentran estrechamente asociadas con las características del entorno.

Dentro de este marco, el nivel biológico comprende bacterias, mohos, ácaros, polen, parásitos y plagas, los cuales pueden proliferar en entornos contruidos con ventilación deficiente y presencia de humedad persistente. Estos agentes se asocian con enfermedades respiratorias, alergias, infecciones y afecciones dermatológicas, con mayor impacto en poblaciones vulnerables como niñas y niños, personas adultas mayores y personas inmunodeprimidas.

El nivel químico integra una gama de contaminantes provenientes tanto de fuentes exteriores como interiores. Entre ellos se encuentran los contaminantes del aire asociados al tráfico vehicular, a procesos industriales y al humo de tabaco, los cuales se relacionan con efectos adversos en los sistemas respiratorio y cardiovascular. Asimismo, los compuestos orgánicos volátiles (COVs), presentes en productos de limpieza, pinturas y materiales de construcción, se asocian con irritación de mucosas, alteraciones neurológicas y, en algunos casos, riesgo carcinogénico.

¹ Doctora en Filosofía con Orientación en Arquitectura y Asuntos Urbanos por la Universidad Autónoma de Nuevo León. Profesor en la Facultad de Arquitectura de la UANL, México. Email: arq.katsam@outlook.com

Por su parte, los compuestos orgánicos persistentes (COPs), como ciertos pesticidas y dioxinas, se caracterizan por su alta persistencia ambiental y su capacidad de afectar los sistemas endocrino e inmunológico. A ello se suma la presencia de metales pesados en el aire, el agua y los suelos urbanos, con potenciales efectos neurotóxicos y sistémicos. En conjunto, la interacción con estos agentes puede generar consecuencias tanto a corto como a largo plazo, que van desde irritaciones y reacciones alérgicas hasta enfermedades crónicas y degenerativas.

El nivel físico comprende factores como la radioactividad, los campos electromagnéticos, la contaminación lumínica y la contaminación acústica. Entre ellos, el radón, un gas noble radiactivo que se filtra desde el suelo y puede acumularse en espacios cerrados, se reconoce como una de las principales causas de cáncer de pulmón a nivel mundial. A su vez, la exposición prolongada a campos electromagnéticos, así como a ambientes con elevados niveles de ruido y luz artificial, se asocia con alteraciones del sueño, estrés crónico y un mayor riesgo de enfermedades cardiovasculares, entre otros efectos adversos.

Frente a este panorama, resulta prioritario implementar medidas orientadas a mejorar la biohabitabilidad en las ciudades. En primer término, la concientización constituye un eje fundamental, ya que numerosos conceptos y procesos asociados al entorno construido son poco conocidos por la población general, y su desconocimiento no elimina los riesgos derivados de habitar espacios con condiciones deficientes en uno o varios de sus niveles.

En segundo término, la planificación urbana debe orientarse a la reducción de contaminantes, a la mejora de las condiciones de ventilación en edificaciones y espacios exteriores, y a la incorporación sistemática de áreas verdes. Asimismo, es necesario fortalecer las regulaciones sobre el uso de materiales de construcción y consolidar políticas de monitoreo. Estas medidas son clave para proteger la salud de la población actual y para disminuir riesgos en generaciones futuras, asociados a mecanismos epigenéticos vinculados a la exposición al entorno.

Bajo esta premisa, avanzar hacia ciudades más saludables, seguras y sostenibles constituye tanto una prioridad como un compromiso ético con la calidad de vida. En conclusión, no basta con centrar los esfuerzos en el tratamiento de la enfermedad, sino que resulta imprescindible promover entornos que disminuyan, desde su configuración espacial, los factores que deterioran el bienestar cotidiano.

II.3 1 Introducción: La ciudad como un entorno de riesgo para la salud

La relación entre la ciudad y la salud pública se ha vuelto cada vez más crítica en un contexto donde el consumo constante de objetos, productos, tecnología, entretenimiento, moda, servicios, energía, información, recursos naturales, espacios físicos y vivienda, entre otros, que hoy en día son factores inherentes a la cultura, la economía, las ten-

dencias globales y la digitalización, ha generado entornos que comprometen el bienestar humano. Las causas de este deterioro son multifactoriales y afectan no solo la sostenibilidad del ambiente, sino también la salud de las personas; en consecuencia, los costos sociales y económicos asociados a estas problemáticas resultan incalculables.

El crecimiento acelerado de las ciudades ha traído consigo una demanda exponencial de productos y servicios que contienen o generan contaminantes que impactan en la calidad del aire, el agua, los materiales de construcción y los espacios habitables. A pesar de que la contaminación del entorno es un tema de interés, persiste un desconocimiento parcial o total, tanto por parte de la población como de los profesionales y de las entidades reguladoras, sobre los factores externos que están deteriorando la calidad de vida en las ciudades. Este vacío de información y de control no exime de las consecuencias de habitar en un entorno precario; por el contrario, favorece la exposición a sustancias tóxicas sin estrategias efectivas para mitigar sus efectos.

El derecho a la ciudad, tal como lo plantea la ONU en la Agenda 2030, reconoce que todas las personas deben tener acceso a un entorno urbano seguro, resiliente y sostenible, lo que implica garantizar condiciones de salud y bienestar en la vida cotidiana. Dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente el ODS 3 (Salud y Bienestar) y el ODS 11 (Ciudades y Comunidades Sostenibles), se establece la necesidad de disminuir en el entorno urbano aquello que pudiera comprometer la salud.

Es aquí donde radica la importancia de la biohabitabilidad, entendida como la capacidad de un entorno para sostener la salud de sus habitantes, para lo cual requiere una serie de características óptimas (no mínimas) que permitan el desarrollo pleno (Silvestre, 2022). No obstante, la observación de la vida cotidiana permite identificar un problema progresivo que está mermando el bienestar en las escalas personal, familiar y comunitaria.

Las ciudades contemporáneas no solo presentan condiciones de habitabilidad deficiente, sino que también se asocian con el incremento de enfermedades crónicas y diversos trastornos, que abarcan desde afecciones respiratorias hasta alteraciones neurológicas y metabólicas. Sin embargo, la lógica de un crecimiento urbano continuo tiende a relegar la problematización y el estudio sistemático de las transformaciones aceleradas que se generan en los sistemas complejos que conforman las ciudades y en la vida de quienes las habitan.

El derecho a habitar en un entorno sano exige comprender las condiciones que permiten sostener la salud en sus dimensiones física, mental y social, de acuerdo con la definición propuesta por la Organización Mundial de la Salud (2021). Por ello, la biohabitabilidad, en sus dimensiones biológica, química y física, ofrece un referente analítico para identificar aquellas características del entorno que favorecen estados saludables en los organismos.

A partir de esto, uno de los primeros pasos hacia contextos más sanos consiste en el acceso a información confiable y en la capacidad de distinguir entre conocimiento docu-

mentado y afirmaciones sin sustento. Silvestre (2017) subraya que el lugar donde se habita incide de manera significativa en la calidad de vida de las personas y de sus familias, al grado de afirmar que el “código postal” puede convertirse en un determinante de salud.

El concepto de exposoma permite comprender cómo las exposiciones ambientales influyen en el bienestar a lo largo del curso de la vida. Mediante la epidemiología espacial, se continúa evidenciando que los entornos urbanos concentran agentes potencialmente nocivos que inciden sobre los sistemas biológicos, y que el conjunto de elementos externos interactúa con el genoma a lo largo de la existencia. La magnitud de estos efectos depende tanto de la naturaleza de los agentes físicos, químicos y biológicos involucrados como de la susceptibilidad individual, expresada en el fenotipo. Tal como señala Silvestre (2017, p. 17), “del mismo modo que el planeta se aqueja por la acción del ser humano (cambio climático), cada vez son más las personas afectadas en su salud derivadas de factores de riesgo ambientales, hasta el punto de que ya se empieza a hacer cotidiano”.

Los procesos urbanos contemporáneos evidencian tensiones entre los modelos de desarrollo predominantes y la protección de la salud pública, lo que se traduce en condiciones que comprometen la biohabitabilidad en distintos entornos. Este escenario hace necesario profundizar en el análisis de cómo dichas condiciones inciden en la salud y en el bienestar, así como examinar, desde una perspectiva integral, los niveles biológico, químico y físico que permiten comprender la complejidad de estas problemáticas. La fórmula es imprescindible: conocer, identificar y pensar en alternativas de solución.

II.3 2 Metodología

Para el desarrollo de este capítulo se ha utilizado una metodología cualitativa de análisis crítico y reflexivo, basada en la revisión de literatura científica y de fuentes especializadas sobre biohabitabilidad, exposoma y epidemiología espacial.

II.3 3 Marco teórico

El exposoma: un enfoque desde la epidemiología espacial para identificar la crisis de biohabitabilidad en la ciudad desde sus factores de riesgo

Para una comprensión clara, se desglosan los conceptos que estructuran este artículo, así como una breve caracterización de los mismos. En primer lugar, se establece que el exposoma está vinculado al individuo y al conjunto de exposiciones a lo largo de la vida, mientras que las condiciones de biohabitabilidad refieren a las cualidades del espacio habitable. De manera complementaria, la epidemiología espacial permite identificar patrones, gradientes y clústeres de enfermedad, así como asociaciones entre su distribución territorial y los determinantes ambientales y socioespaciales.

El exposoma es un concepto que alude a la totalidad de agentes y condiciones ambientales a las que un individuo está sometido desde la concepción hasta la muerte, e integra factores de naturaleza física, química, biológica, psicosocial, social y conductual, como la dieta, el estilo de vida y la presencia de sustancias químicas en el entorno (Wild, 2005; Miller & Jones, 2014; Gago-Ferrero et al., 2025). Este enfoque se organiza en tres ámbitos interrelacionados: el externo general, el externo específico y el interno:

1. Externo específico: Incluye exposiciones vinculadas principalmente a prácticas y hábitos personales, como los patrones de alimentación, el uso de productos de consumo, la actividad física, las ocupaciones, el consumo de tabaco u otras sustancias, así como el contacto cotidiano con agentes químicos, físicos o biológicos en los ámbitos doméstico y laboral.
2. Externo general: Refiere a condiciones ambientales y socioespaciales de mayor escala que configuran el contexto en el que se desarrollan las actividades cotidianas, entre ellas el clima, el entorno construido, el desarrollo urbano, la calidad ambiental, la disponibilidad de espacios verdes, los contextos socioeconómicos y el capital social.
3. Endógeno (interno): Corresponde a procesos biológicos internos, como el metabolismo, la microbiota intestinal, la inflamación, el estrés oxidativo y otros mecanismos moleculares que reflejan la respuesta del organismo a las exposiciones externas.

El término exposoma fue introducido por primera vez en 2005 por el epidemiólogo Christopher Paul Wild, quien destacó la necesidad de complementar los estudios genéticos con una evaluación exhaustiva de las exposiciones ambientales para comprender de manera integral las causas de las enfermedades humanas. Desde entonces, el concepto se ha ampliado, incorporando no solo la identificación de agentes externos, sino también el análisis de las respuestas biológicas del organismo y la interacción entre múltiples dominios.

De forma paralela, la biohabitabilidad describe las cualidades que debe presentar el entorno construido para sostener condiciones saludables. Si bien ambos enfoques operan en planos distintos, se encuentran vinculados, ya que dichas condiciones impactan de manera directa en una parte significativa de las exposiciones que conforman el exposoma. En este sentido, los niveles biológico, químico y físico ofrecen una vía para analizar cómo las características de los espacios habitados modulan exposiciones relevantes, es decir, aquellas que pueden resultar útiles o perjudiciales para la calidad de vida de los organismos vivos.

Ahora bien, la biohabitabilidad se entiende como la capacidad del entorno para sostener el bienestar de sus habitantes y favorecer su salud física, mental y social (Hernández Pérez & Vázquez Rodríguez, 2020; Silvestre, 2022; Hernández Pérez, 2024). A continuación, se explica cada uno de sus niveles de forma sucinta:

a. Nivel biológico

Los agentes biológicos en el entorno urbano pueden desencadenar múltiples afecciones respiratorias, dermatológicas y sistémicas, especialmente en grupos vulnerables como niñas y niños, personas adultas mayores y personas con enfermedades preexistentes. Entre los principales agentes que afectan la biohabitabilidad se encuentran (Boldú & Pascal, 2005; United States Environmental Protection Agency [EPA], 2025):

- Bacterias, virus, protozoarios y helmintos (patógenos específicos): En entornos urbanos, ciertos agentes biológicos pueden encontrarse en el aire, el agua y las superficies de forma puntual, particularmente en contextos donde existe contaminación y saneamiento insuficiente, asociándose con infecciones respiratorias, gastrointestinales, cutáneas y parasitarias. En particular, la contaminación hídrica también se ha relacionado con la presencia de bacterias con resistencia antimicrobiana.
- Mohos: Presentes en lugares caracterizados por deficiencias en la infraestructura, drenaje inadecuado, áreas inundables, alta densidad constructiva, limitada ventilación e insuficiente incidencia solar, condiciones que favorecen su proliferación. En el ámbito de la edificación, esta situación se manifiesta en viviendas con filtraciones, muros o cubiertas deterioradas y ventilación insuficiente, donde los mohos liberan esporas que pueden provocar alergias, asma y problemas respiratorios crónicos.
- Ácaros: Son una causa frecuente de alergias y enfermedades respiratorias como el asma. Aunque su reservorio principal es la vivienda, su abundancia se ve modulada por las condiciones climáticas y por la configuración tanto del interior de la edificación como de su entorno, lo cual contribuye a la generación de microambientes con retención de humedad, condición que incrementa su presencia (Platts-Mills et al., 2000; Arlian, 2002).
- Polen: En ciudades con cobertura vegetal, el polen de algunas especies puede actuar como aeroalérgeno y agravar afecciones respiratorias en determinadas épocas del año. Sin embargo, la presencia de vegetación urbana es ampliamente benéfica; el riesgo depende de la selección de especies y de la concentración estacional de polen. En este contexto, el cambio climático ha contribuido a incrementar la carga polínica y a prolongar los periodos de polinización (Anderegg et al., 2021; Zhang et al., 2022; Ziska et al., 2019).
- Parásitos y plagas: Roedores, cucarachas y otros artrópodos sinantrópicos pueden contribuir a la transmisión de enfermedades infecciosas y a la contaminación de alimentos y superficies (CDC, 2024). En entornos con manejo deficiente de residuos y saneamiento, su presencia y el riesgo asociado tienden a incrementarse (WHO, 2025).

Generalmente, la exposición a estos agentes biológicos nocivos se asocia al ámbito doméstico; no obstante, se extiende al conjunto de la ciudad. Por ende, su entendimiento y análisis no debe restringirse únicamente a la calidad del aire exterior, sino también a

aspectos como el agua, el suelo y las superficies, que se convierten en medios de contacto ambiental y funcionan como riesgos sanitarios para la población. Su permanencia dependerá de las condiciones locales de vulnerabilidad, que pueden favorecer la aparición de enfermedades infecciosas y parasitarias, además de afectar el equilibrio ecosistémico y contaminar recursos y suministros.

b. Nivel químico

Los contaminantes químicos en el entorno provienen de diversas fuentes, tanto industriales como de los espacios interiores. Sus efectos en la salud no se limitan a contactos esporádicos, ya que pueden implicar procesos crónicos, acumulativos y, en algunos casos, persistentes o bioacumulables, lo que incrementa la carga química corporal (Silvestre, 2017, 2021). Además, la interacción cotidiana con mezclas complejas puede producir efectos combinados, aditivos o sinérgicos, conocidos como efecto cóctel (Carpenter, 2002; European Food Safety Authority, s. f.). En consecuencia, los síntomas clínicos suelen representar manifestaciones tardías de procesos silenciosos, con repercusiones a corto, mediano y largo plazo, moduladas por la carga química total y la susceptibilidad individual, asociada al fenotipo, la edad y la presencia de enfermedades preexistentes (Smith et al., 2015).

Cabe resaltar que diversos contaminantes ambientales pueden inducir cambios epigenéticos que alteran la regulación génica sin modificar la secuencia del ADN, y existe evidencia emergente sobre su posible persistencia multigeneracional bajo ciertos tipos de exposición (Klibaner-Schiff et al., 2024; McSwiggin, 2024).

El impacto de estos compuestos químicos dependerá de la concentración, la duración de la exposición y la susceptibilidad individual. Es importante destacar que existen personas con mayor riesgo de desarrollar problemas de salud, ya sea por desventajas sociales, económicas o ambientales. Ernstmeier y Christman (2022) señalan que las poblaciones vulnerables enfrentan mayores obstáculos para proteger su salud, ya sea por su edad, etapa de desarrollo o condiciones estructurales que limitan su capacidad de respuesta ante entornos de riesgo o dañinos.

Por ello, a continuación, se enlistan de manera puntual las fuentes que conforman el nivel químico, reconociendo que, con el paso del tiempo, se incorporan nuevos compuestos; no obstante, se presentan aquellos de carácter general y de mayor relevancia:

1. Emisiones por combustión urbana y tráfico vehicular: Generadas por motores de combustión interna, como dióxido de nitrógeno (NO_2), monóxido de carbono (CO) y material particulado fino ($\text{PM}_{2.5}$), los cuales se asocian con efectos adversos en los sistemas respiratorio y cardiovascular (World Health Organization, 2021).
2. Emisiones industriales: Dependiendo del sector industrial, los contaminantes más comunes incluyen dióxido de carbono (CO_2), dióxido de nitrógeno (NO_2),

dióxido de azufre (SO_2), metano (CH_4) y partículas finas (PM_{10} y $\text{PM}_{2.5}$). Estos agentes se asocian con un amplio espectro de efectos en la salud. La exposición prolongada a material particulado fino ($\text{PM}_{2.5}$) se vincula con enfermedades respiratorias crónicas, cardiopatías isquémicas, accidentes cerebrovasculares y cáncer de pulmón; asimismo, el NO_2 y el SO_2 irritan las vías respiratorias, reducen la función pulmonar y contribuyen a la exacerbación de afecciones respiratorias como el asma, además de incrementar la carga de morbilidad cardiovascular y sistémica (WHO, 2021; 2024).

3. Humo de tabaco y vapeo: El humo de segunda mano y los aerosoles liberados por cigarrillos electrónicos contienen miles de compuestos químicos, de los cuales numerosos son tóxicos y varios están clasificados como carcinogénicos. Estas sustancias pueden permanecer suspendidas en el aire y depositarse en superficies, generando exposición involuntaria (Environmental Protection Agency [EPA], 2025).
4. Compuestos orgánicos volátiles (COVs): Presentes en productos de limpieza, pinturas, adhesivos, pavimentos y ciertos materiales de construcción. Sustancias como benceno, formaldehído y tolueno se han asociado con irritación ocular y respiratoria, cefalea, mareos, alteraciones neurológicas y, en exposiciones prolongadas, con efectos carcinogénicos. Estos compuestos se liberan durante su uso y, en cierta medida, durante su almacenamiento. Como dato relevante, la EPA (2025) indica que los niveles de persistencia de COVs son de dos a cinco veces mayores dentro de las viviendas que en el exterior, y que incluso al utilizar productos que contienen estas sustancias las personas se exponen a concentraciones elevadas que permanecen en el aire aun después de haber finalizado la actividad.
5. Compuestos orgánicos persistentes (COPs): Sustancias altamente tóxicas y de larga permanencia ambiental, entre ellas pesticidas, dioxinas y bifenilos policlorados (PCBs), vinculadas con alteraciones endocrinas, inmunológicas y neurológicas (Gobierno de España, 2017). Los COPs, una vez liberados al ambiente, pueden desplazarse a través del aire y el agua hacia regiones muy distantes de su fuente original y, debido a sus propiedades, se resisten a la degradación fotolítica, química y biológica, además de bioacumularse en tejidos y cadenas tróficas. En las ciudades pueden encontrarse tanto en equipos eléctricos e industriales antiguos como en emisiones derivadas de procesos de combustión, quema de residuos y manejo inadecuado de desechos, por lo que están presentes en el aire, el polvo, las superficies y el suelo.
6. Metales pesados: A pesar de que no todos los metales de alta densidad son tóxicos –algunos incluso son necesarios para el ser humano–, existe un grupo que representa riesgos para el ambiente y la salud. Su peligrosidad radica en que no pueden ser degradados ni química ni biológicamente, por lo que tienden a

bioacumularse y biomagnificarse, alcanzando concentraciones capaces de provocar efectos tóxicos.

Entre los metales de mayor relevancia sanitaria se encuentran el mercurio (Hg), el plomo (Pb), el cadmio (Cd) y el talio (Tl), así como otros de uso industrial como el cobre (Cu), el zinc (Zn) y el cromo (Cr). Estos elementos pueden encontrarse en el aire, el agua y los suelos. Los metales pesados pueden provocar alteraciones hematológicas, daños neurológicos y afectaciones en los sistemas renal y cardiovascular. Asimismo, se han asociado con trastornos neuroconductuales y cambios en el estado de ánimo, como ansiedad, apatía y alteraciones en el rendimiento cognitivo y funcional, particularmente en exposiciones crónicas (World Health Organization, 2021).

7. Microplásticos en el aire de la ciudad: Partículas plásticas menores de 5 mm que pueden encontrarse suspendidas en el entorno, provenientes del desgaste de neumáticos, la fragmentación de materiales plásticos y la liberación de fibras sintéticas. La inhalación de microplásticos constituye una vía emergente de exposición química, y su acumulación en el organismo se ha relacionado principalmente con procesos inflamatorios y alteraciones respiratorias, aunque los efectos a largo plazo continúan siendo objeto de investigación (López et al., 2023; Jahandari, 2023).

Al experimentar el entorno a través de los sentidos, suele pasarse por alto el contenido químico de aquello que se utiliza, toca, respira, huele o ingiere, así como otros elementos que conforman la vida cotidiana. Reconocer y comprender estas presencias, que no siempre son perceptibles, permite interactuar de manera más consciente con los espacios y asumir un rol activo en la transformación del hábitat.

c. Nivel físico

Los contaminantes físicos pueden ser menos evidentes que los químicos o biológicos; sin embargo, tienen un impacto significativo en la biohabitabilidad urbana y, por ende, en la salud de las personas. Algunos de los principales riesgos incluyen:

- Radioactividad: Es importante destacar que puede provenir de fuentes naturales o artificiales, estas últimas asociadas a actividades humanas. Entre las primeras destaca el gas radón, mientras que las segundas incluyen ciertos materiales de construcción y residuos industriales que contienen radionúcleos primordiales. En la ciudad, estas fuentes pueden encontrarse tanto en espacios abiertos como en el interior de las edificaciones, y su concentración depende de la zona geográfica, de la eficiencia de la ventilación y de los materiales utilizados en las construcciones.
- El radón (Rn) es un gas noble radiactivo generado por la desintegración natural del uranio presente en el suelo, las rocas y algunos materiales de

construcción, como arenas o concretos (Nemlioglu, Sezgin y Ozdogan Cumali, 2022). El Rn es incoloro, inodoro e insípido, lo que dificulta su detección sin equipos especializados. Puede liberarse al aire exterior y, posteriormente, infiltrarse en los edificios a través de grietas en cimientos, suelos porosos y deficiencias constructivas, acumulándose especialmente en espacios cerrados con ventilación insuficiente. La principal preocupación sanitaria asociada al radón es su relación con el cáncer de pulmón (Darby et al., 2005; WHO, 2009).

- Campos eléctricos y magnéticos: Generalmente se asocian con riesgos cuando existen altas cargas o intensidades. Sin embargo, los campos eléctricos y magnéticos derivados de los sistemas de generación y distribución eléctrica también se han vinculado con desequilibrios en los sistemas biológicos. Aunque la evidencia continúa en debate científico, existen estudios que documentan diversas molestias, como dolor de cabeza, cansancio, fatiga, irritabilidad, astenia, problemas de sueño, disminución de la memoria o palpitaciones, asociadas a una mayor sensibilidad del organismo a estas exposiciones artificiales (Soto Sumuano et al., 2020; Silvestre, 2022; Rodríguez Casáis, 2025).
- La contaminación por campos electromagnéticos (CEM) se ha relacionado con la leucemia infantil y otros tipos de cáncer, con efectos que pueden manifestarse en los sistemas inmunológico, nervioso, hematopoyético, endocrino y reproductor. Los mecanismos de regulación biológica pueden verse alterados, de manera similar a una “alergia”, como señala Silvestre (2017, p. 327), quien identifica que la pérdida de tolerancia del organismo a estas fuentes de CEM ha sido denominada electrohipersensibilidad (EHS).
- Las fuentes de campos electromagnéticos más frecuentes en la ciudad corresponden, por un lado, a campos de baja frecuencia (50 Hz), asociados a la proximidad de líneas de distribución eléctrica de baja, media y alta tensión, tanto aéreas como subterráneas, así como a centros de transformación y subestaciones eléctricas. Por otro lado, los campos de alta frecuencia se relacionan con infraestructuras de telecomunicaciones, tales como estaciones base de telefonía móvil, antenas de transmisión, radares y redes inalámbricas (Wi-Fi), provenientes tanto del espacio público como de edificaciones cercanas (Hernández Pérez y Garza Hernández, 2025).
- Contaminación lumínica: La iluminación artificial nocturna en calles y avenidas, proveniente de rótulos, pantallas publicitarias y fachadas, constituye una fuente de contaminación física que modifica los ritmos circadianos al interferir con la producción de melatonina. Este fenómeno se vincula con trastornos del sueño y con efectos en la salud mental y meta-bólica (WHO, 2018). Además de sus implicaciones en la salud humana, también impacta al ecosistema, ya que se ha documentado que en las plantas genera cambios en su morfología, como tallos más débiles, hojas de menor tamaño, reducción

de la eficiencia fotosintética y variaciones en los ciclos de floración, así como en la interacción con polinizadores nocturnos (Álvarez-Lopezello, 2023).

- En términos de su caracterización, puede identificarse en tres formas principales. La primera es la dispersión de luz hacia el cielo, cuando la iluminación se proyecta fuera del plano funcional. La segunda corresponde a la emisión en espectros no visibles para el ojo humano, que afectan a otras especies y a la observación astronómica. La tercera es la sobreiluminación, entendida como un flujo luminoso excesivo. En este sentido, las luminarias con mayor presencia de luz azul tienden a generar un resplandor nocturno más intenso que aquellas con longitudes de onda más largas, correspondientes a la banda roja. Asimismo, la interacción de la luz con distintas superficies incrementa su reflexión y favorece su dispersión en la atmósfera, intensificando el fenómeno. En conjunto, estas manifestaciones amplían el alcance de la contaminación lumínica y refuerzan su incidencia sobre la calidad ambiental nocturna, con repercusiones tanto en la salud humana como en el equilibrio ecológico (Gaston y Sánchez de Miguel, 2022).
- Contaminación acústica: El ruido procedente del tráfico, la construcción y la actividad industrial constituye una de las principales fuentes de contaminación física en las ciudades. La exposición prolongada a niveles elevados de ruido se ha vinculado con estrés crónico, alteraciones del sueño, problemas de concentración, ansiedad, depresión, un mayor riesgo de hipertensión y enfermedades cardiovasculares. Asimismo, se ha documentado su influencia en la regulación hormonal, particularmente en los sistemas asociados al estrés (Hahad et al., 2025).

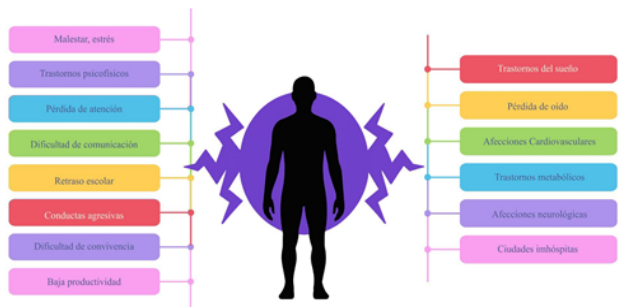
La Agencia Europea del Medio Ambiente (2025) señala que, en las ciudades, más de la mitad de la población está expuesta a niveles de ruido que superan las directrices recomendadas por la Organización Mundial de la Salud. La proximidad a carreteras, avenidas de alto flujo vehicular, vías férreas o aeropuertos implica una exposición continua que se extiende durante el día, la tarde y la noche. Esta situación no se distribuye de manera homogénea, ya que determinados grupos sociales, comunidades y poblaciones vulnerables tienden a verse más afectadas. En la infancia, por ejemplo, la exposición a mayores niveles de ruido y las limitadas posibilidades de mitigación pueden desencadenar problemas de aprendizaje y de sobrepeso.

El informe titulado *Ruido Ambiental en Europa* reporta que casi 16.9 millones de europeos sufren molestias crónicas derivadas del ruido del transporte, mientras que 4.6 millones presentan trastornos graves del sueño. La exposición crónica contribuye a 73,000 muertes prematuras anuales y genera 49,000 nuevos casos de enfermedades cardiovasculares y 23,000 casos de diabetes tipo 2. Incluso, el ruido podría contribuir a miles de casos de depresión y demencia (European Environment Agency, 2025).

En comparación con otras amenazas para la salud ambiental, el ruido se sitúa en el tercer lugar, solo por detrás de la contaminación atmosférica y de los factores relacionados con la temperatura. Asimismo, al igual que ocurre con la contaminación lumínica,

el ruido excesivo y prolongado también impacta a la fauna silvestre, generando alteraciones físicas, cambios en el comportamiento y un incremento en los niveles de estrés, lo que repercute en el equilibrio de los ecosistemas. En el siguiente diagrama se mencionan otras afectaciones del ruido en la salud de las personas (Figura 1).

Figura 1. Diagrama de afectaciones de la contaminación acústica en ciudades



Fuente: Elaboración propia. Diseño y diagramación en Canva. Las categorías y efectos se sintetizaron a partir de Boldi & Pascal, 2005; European Environment Agency, 2025; Hahad et al., 2025; Silvestre, 2022; 5

Ahora bien, para cerrar este triángulo que conforma el sustento teórico, se plantea que diversos estudios y análisis permiten vincular la biohabitabilidad, en sus niveles biológico, químico y físico, con el exposoma, no solo en el ámbito del interiorismo, sino también en los espacios de la ciudad. A partir de ello, para analizar cómo estas exposiciones se distribuyen y se manifiestan en el territorio, resulta pertinente recurrir a la epidemiología espacial, la cual se basa en la descripción y el análisis de datos de salud georreferenciados; es decir, integra la geografía de la enfermedad (el lugar), el tiempo y el fenotipo para explorar los determinantes de las enfermedades (Petit y Vuillerme, 2025).

El origen de esta disciplina se remonta a la necesidad de comprender y contener brotes epidémicos que afectaban a ciudades completas, mediante el mapeo de patrones espaciales de enfermedad y su relación con variables ambientales, lo que hoy continúa aportando bases sólidas para el estudio de las interacciones entre entorno (calidad), exposición (exposoma) y salud. Se entiende como epidemiología espacial el estudio de la variación espacial del riesgo o de la incidencia de un evento de salud, con el objetivo de comprender cómo “el lugar” organiza desigualdades en exposición y vulnerabilidad - (Morrison et al., 2024). Además, constituye un recurso transversal entre la salud pública y el entorno construido, pues no se trata únicamente de mapear enfermedades, sino de analizar patrones geográficos de exposición y daño, reconociendo gradientes, clústeres y desigualdades territoriales que permanecen invisibles cuando solo se observan promedios agregados o la plusvalía de un sitio por su cercanía a amenidades.

En esta misma línea, el exposoma, desde un enfoque de la epidemiología espacial, permite identificar la crisis de habitabilidad en la ciudad a partir de sus factores de riesgo. Un estudio en Europa realizado por Robinson et al. (2018) analizó el exposoma a nivel urbano durante el embarazo, comparando el sitio de residencia, las condiciones socio-económicas y la salud. En las nueve ciudades de la muestra se generó un conjunto de 28 indicadores ambientales estimados en el domicilio geocodificado (mediante SIG, teledetección y modelos espacio-temporales), agrupados en dominios como factores meteorológicos y radiación (temperatura media, humedad relativa, presión atmosférica y radiación UV); contaminación atmosférica (NO₂, NO_x, PM_{2.5} y PM₁₀); ruido de tráfico; cantidad de espacios naturales y su distancia (100, 300 y 500 m); tráfico (carga vehicular, densidad en vías cercanas e inversa de la distancia a vías principales); entorno construido (densidad de edificación, de población y conectividad vial); acceso a transporte público; equipamientos y mezcla de usos; y caminabilidad.

Si bien los resultados señalan que, cuando se acumulan la contaminación atmosférica, el ruido, la presión vial, la baja disponibilidad de naturaleza cercana y los déficits de accesibilidad cotidiana, se configura una carencia estructural de habitabilidad que no se traduce únicamente en espacios menos confortables, sino en condiciones que merman la calidad de vida y pueden intensificar desigualdades en salud. En el caso del embarazo, esta problemática adquiere especial relevancia por tratarse de una población con vulnerabilidades fisiológicas y sociales específicas, en la cual la distribución desigual de exposiciones urbanas puede amplificar riesgos y brechas preexistentes (Robinson et al., 2018).

En Estados Unidos, Pearson et al. (2022) desarrollaron un estudio transversal en el área metropolitana de Detroit (cinco condados) para analizar la relación entre el exposoma del vecindario y las conductas externalizantes en la infancia. El análisis integró variables del entorno construido, condiciones sociales y carga ambiental asociada al perfil urbano-industrial del territorio, a partir de indicadores como el uso industrial del suelo, los registros de liberación de contaminantes y la antigüedad del parque habitacional. Los resultados mostraron que las características del entorno construido se asociaron con problemas de conducta, mientras que la carga ambiental se vinculó con comportamientos oposicionistas o desafiantes, evidenciando que distintos componentes del entorno urbano inciden de manera diferenciada en el desarrollo conductual infantil.

De manera adicional, algunos estudios se han centrado en caracterizar rutas ambientales específicas de exposición urbana. Werbowski et al. (2021), en la Bahía de San Francisco (EE. UU.), analizaron microplásticos y otras micropartículas antropogénicas en escorrentía pluvial urbana durante eventos húmedos, a partir de muestras recolectadas en 12 cuencas. Reportaron concentraciones de 1.1 a 24.6 partículas/L, con predominio de fibras y fragmentos negros gomosos asociados al desgaste de llantas y superficies viales, además de evaluar un dispositivo tipo *rain garden* con alta capacidad de remoción. Estos resultados evidencian que, bajo condiciones de lluvia, la ciudad activa mecanismos de arrastre que movilizan contaminantes particulados hacia cuerpos receptores, creando patrones de exposición espacialmente diferenciados, aunque sin explorar directamente los riesgos inducidos en la población.

En un cambio de escala hacia el contexto nacional, en Tijuana (México), Piñon-Colin et al. (2020) estudiaron la presencia de microplásticos en escorrentía pluvial en zonas con distintos usos de suelo, encontrando variaciones espaciales asociadas a la tipología urbana y mayores concentraciones en áreas de carácter industrial. Además, observaron que los eventos con mayor precipitación incrementan el arrastre de partículas, lo que vincula directamente el clima, el drenaje urbano y la presencia de estos residuos en el entorno, evidenciando cómo estas condiciones favorecen su movilización en la ciudad.

En la Ciudad de México se ha documentado que las desigualdades biofísicas, infraestructurales y sociales incrementan la carga de enfermedades gastrointestinales transmitidas por agua, evidenciando que los riesgos no se presentan de forma equitativa dentro de la ciudad, sino que se vinculan con condiciones de precariedad (Baeza-Castro et al., 2018). A su vez, García-Burgos et al. (2022) identificaron que las zonas con menor estatus socioeconómico al sur presentan niveles más altos de ozono. En conjunto, estos trabajos muestran que las condiciones sociales y ambientales se superponen en el territorio, dando como resultado espacios donde vivir implica menores oportunidades para experimentar bienestar y plenitud.

A escala local, en Nuevo León persiste un vacío de estudios que integren de manera sistemática los tóxicos biológicos, químicos y físicos con indicadores de salud y bienestar a nivel intraurbano. La información disponible suele encontrarse fragmentada por sectores y con restricciones de acceso, lo que dificulta reconocer patrones claros de riesgo. No obstante, un análisis de la calidad del aire en Monterrey documenta altos niveles de contaminación atmosférica, en particular de partículas respirables como $PM_{2.5}$ y PM_{10} , atribuibles a emisiones industriales, tráfico vehicular intenso y a la configuración geográfica que limita la dispersión de contaminantes; el monitoreo histórico (2005–2018) muestra excedencias frecuentes respecto a los estándares de calidad del aire (Mayora, 2019).

Una nota periodística de *El Universal*, escrita por Sánchez Guerra (2025) y basada en verificaciones de la PROFEPA y análisis colaborativos, reporta niveles elevados de plomo, cadmio y arsénico en zonas cercanas a la planta de reciclaje Zinc Nacional. En particular, se documentan emisiones de plomo de hasta 2230 %, así como concentraciones de cadmio y partículas finas ($PM_{2.5}$) que superan en 1260 % y 120 %, respectivamente, los valores establecidos por la normatividad mexicana. Estos compuestos se han detectado en suelos y polvo en viviendas y escuelas aledañas. Asimismo, se reporta que una proporción significativa de niñas y niños en el estado podría presentar niveles de plomo en sangre por encima de los valores de referencia, lo que representa un riesgo para el desarrollo neurocognitivo y otros sistemas biológicos.

En este mismo artículo se mencionan datos derivados de la ENSANUT (Encuesta Nacional de Salud y Nutrición) que indican una afectación aproximada del 10 % en la población infantil. Este tipo de evidencia, aunque localizada, expone cómo las condiciones

del entorno, además de propiciar riesgos ambientales, impactan directamente en la salud de poblaciones vulnerables, incluso de manera silenciosa.

En suma, esta revisión documental de más de 51 fuentes bibliográficas sienta las bases para comprender la biohabitabilidad como una expresión territorial del exposoma a nivel urbano, y no limitada únicamente a los espacios interiores, dado que es en la ciudad donde también convergen, de manera cotidiana, exposiciones biológicas, químicas y físicas. La epidemiología espacial aporta un marco operativo para reconocer cómo estas exposiciones se organizan en el territorio, evidenciando que las condiciones del hábitat no solo acompañan los procesos de salud y enfermedad, sino que participan activamente en su configuración.

De ello se desprende la urgencia de impulsar estudios con una visión territorial, en los que el entorno construido no sea concebido únicamente como el fondo donde transcurre la vida, se adquiere la enfermedad y se languidece, sino como un agente con capacidad de promover bienestar o, por el contrario, de estructurar condiciones de vulnerabilidad, particularmente en poblaciones en situación de mayor riesgo.

II.3 4 Conclusiones

La crisis de biohabitabilidad en las ciudades contemporáneas se revela como una condición estructural que trasciende la noción de incomodidad ambiental e insatisfacción; se expresa, cada vez con mayor claridad, como un problema de salud pública. A lo largo del artículo se evidenció que las exposiciones biológicas, químicas y físicas presentes en los entornos urbanos configuran un entramado cotidiano de riesgos que inciden directamente en la calidad de vida de las personas y en su propensión a desarrollar enfermedades (incluso heredarlas). En este sentido, la ciudad deja de ser únicamente un soporte de actividades para convertirse en un escenario activo que puede sostener la vida o contribuir a su deterioro.

De manera habitual en los contextos urbanos, las personas no habitan en condiciones que favorezcan plenamente la salud, sino que aprenden a “adaptarse” a entornos degradados, normalizando la presencia de contaminantes, ruido, hacinamiento, materiales nocivos y carencias de infraestructura adecuada. Esta situación coloca a amplios sectores de la población en un estado de exposición continua que se aproxima más a una lógica de sobrevivencia en la enfermedad que a una experiencia genuina de bienestar. Desde esta perspectiva, la biohabitabilidad se consolida como un concepto clave para evidenciar cómo el entorno construido participa en la configuración del exposoma humano a lo largo del curso de vida.

Uno de los principales aportes de este artículo consiste en proponer un marco integrador que vincula biohabitabilidad, exposoma y epidemiología espacial, permitiendo comprender la relación entre ciudad y salud más allá de enfoques fragmentados. Esta articulación amplía el campo de acción de la arquitectura y el urbanismo, posicionando a

ambas disciplinas con una responsabilidad directa en la prevención de enfermedades, y no únicamente en la provisión de soluciones formales o funcionales, lo que demanda el fortalecimiento de abordajes multidisciplinarios en este tipo de investigaciones.

Entre las limitaciones del estudio se encuentra la escasez de información integrada que relacione, a escala intraurbana, las exposiciones ambientales con indicadores de salud, particularmente en el contexto mexicano y local. Asimismo, gran parte de la evidencia disponible proviene de estudios con metodologías diversas, lo que dificulta las comparaciones directas y la construcción de diagnósticos homogéneos. Estas restricciones evidencian la necesidad de fortalecer los sistemas de monitoreo, las bases de datos abiertas y los estudios interdisciplinarios.

Como líneas futuras de investigación, resulta prioritario desarrollar diagnósticos territoriales de biohabitabilidad, identificar poblaciones sensibles y evaluar cómo distintas configuraciones urbanas influyen en la exposición acumulada. De igual forma, se vuelve necesario traducir el concepto de biohabitabilidad en criterios operativos de diseño, planeación y normativa que orienten intervenciones arquitectónicas y urbanas con un enfoque preventivo.

Finalmente, se sostiene que no es suficiente atender la enfermedad una vez instaurada. La verdadera transformación radica en replantear la manera en que concebimos, diseñamos y habitamos las ciudades, reconociendo que cada decisión espacial tiene implicaciones sobre la salud individual y colectiva. Avanzar hacia ciudades habitables implica asumir un compromiso ético con la vida, donde el derecho a habitar espacios que no enfermen deje de ser una aspiración y se convierta en un principio fundamental del desarrollo urbano.

Referencias

- Álvarez-Lopezello, J. (2023, noviembre 30). "Contaminación lumínica: Interacción entre plantas y otros seres vivos que altera los ecosistemas". *Desde el Herbario CICY*, 15, 236–242.
- Anderegg, W. R. L., Abatzoglou, J. T., Anderegg, L. D. L., Bielory, L., Kinney, P. L., & Ziska, L. (2021). "Anthropogenic climate change is worsening North American pollen seasons". *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 118(7), e2013284118. <https://doi.org/10.1073/pnas.2013284118>
- Arlian, L. G. (2002). "Arthropod allergens and human health". *Annual Review of Entomology*, 47, 395–433. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.47.091201.145224>
- Baeza-Castro, A., Estrada-Barón, A., Serrano-Candela, F., Bojórquez, L. A., Eakin, H., & Escalante, A. E. (2018). "Biophysical, infrastructural and social heterogeneities explain spatial distribution of waterborne gastrointestinal disease

- burden in Mexico City". *Environmental Research Letters*, 13(6), 064016.
<https://doi.org/10.1088/1748-9326/aac17c>
- Boldú, J., & Pascal, I. (2005). "Enfermedades relacionadas con los edificios". *Anales del Sistema Sanitario de Navarra*, 28(1), 117–121
http://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1137-66272005000200015
- Carpenter, D. O. (2002). "Understanding the human health effects of chemical mixtures". *Environmental Health Perspectives*, 110, 25–42.
<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/11834461/>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2024, April 8). *Controlling wild rodent infestations*. <https://www.cdc.gov/healthy-pets/rodent-control/index.html>
- Darby, S., Hill, D., Auvinen, A., Barros-Dios, J. M., Baysson, H., Bochicchio, F., ... & Doll, R. (2005). "Radon in homes and risk of lung cancer: Collaborative analysis of individual data from 13 European case-control studies". *BMJ*, 330(7485), 223. <https://doi.org/10.1136/bmj.38308.477650.63>
- Environmental Protection Agency. (2021). *A citizen's guide to radon: The guide to protecting yourself and your family from radon*. U.S. Environmental Protection Agency.
- Environmental Protection Agency. (2025). Humo de segunda mano y cigarrillos electrónicos de aerosol. <https://espanol.epa.gov/cai/humo-de-segunda-mano-y-cigarrillos-electronicos-de-aerosol>
- Ernstmeyer, K., & Christman, E. (Eds.). (2022). "Chapter 17: Vulnerable populations". En *Nursing: Mental health and community concepts*. Chippewa Valley Technical College. National Library of Medicine.
<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK590046/>
- European Environment Agency. (2025). *Environmental noise in Europe 2025*. <https://www.eea.europa.eu/en/analysis/publications/environmental-noise-in-europe-2025>
- European Food Safety Authority. (s. f.). *Chemical mixtures*.
<https://www.efsa.europa.eu/en/topics/topic/chemical-mixtures>
- García-Burgos, J., Miquelajauregui, Y., Vega, E., Namdeo, A., Ruíz-Olivares, A., Mejía-Arangure, J. M., Reséndiz-Martínez, C. G., Hayes, L., Bramwell, L., Jaimes-Palomera, M., Entwistle, J., Núñez-Enríquez, J. C., Portas, A., & McNally, R. (2022). "Explorando la distribución espacial de la contaminación del aire y su asociación con indicadores de estatus socioeconómico en la Ciudad de México". *Sustainability*, 14(22), 15320.
<https://doi.org/10.3390/su142215320>
- Gaston, K. J., & Sánchez de Miguel, A. (2022). "Environmental impacts of artificial light at night". *Annual Review of Environment and Resources*, 47, 373–398.
<https://doi.org/10.1146/annurev-environ-112420-014438>

- Gobierno de España. (2017, marzo). *Contaminantes orgánicos persistentes (COP)*. <https://www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/productos-quimicos/contaminantes-organicos-persistentes-cop/>
- Hahad, O., Prochaska, J. H., Daiber, A., & Münzel, T. (2025). "Environmental noise-induced effects on stress hormones, oxidative stress, and vascular dysfunction: Key factors in the relationship between noise and health". *Mediterranean Journal of Research*.
- Hernández Pérez, K. S. (2024). "Habitabilidad en las viviendas, construcción de hospitales, salud pública". En Abiel Treviño A. (Coordinador), *Arquitectura y salud: Aproximaciones analíticas desde la visión de la infraestructura médica*. Universidad Autónoma de Nuevo León. <https://doi.org/10.29105/b-27259>
- Hernández Pérez, K. S., & Garza Hernández, F. M. (2025). Inteligencia artificial en la vivienda: ¿Innovación saludable o desafío tecnológico? En *Inteligencia artificial (IA) desde la educación, teoría, arquitectura e investigación* (pp. 47–82). Universidad Autónoma de Coahuila.
- Hernández Pérez, K. S., & Vázquez Rodríguez, G. (2020). "Características teóricas de la relación entre vivienda urbana y la salud de sus habitantes". *Topofilia: Revista de Arquitectura, Urbanismo y Territorios*, 21, 165–173.
- Jahandari, A. (2023). Microplastics in the urban atmosphere: Sources and implications. *Urban Climate*, 50, 101598. <https://doi.org/10.1016/j.uclim.2023.101598>
- Klibaner-Schiff, E., Gagliano, S. A., Ladd-Acosta, C., & Feinberg, A. P. (2024). "Environmental exposures influence multigenerational epigenetic transmission". *Clinical Epigenetics*, 16, 114. <https://doi.org/10.1186/s13148-024-01762-3>
- López, A. P., Jiménez, J., Gómez, M., & Hernández, C. (2023). "Atmospheric microplastics: Exposure, toxicity, and detrimental effects". *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(4), 2752. <https://doi.org/10.3390/ijerph20042752>
- Marco Sánchez Guerra. (2025, julio 15). "Contaminación con plomo en Nuevo León: Una crisis de salud pública". *El Universal*. <https://www.eluniversal.mx/opinion/marco-sanchez-guerra/contaminacion-con-plomo-en-nuevo-leon-una-crisis-de-salud-publica/>
- Mayora, F. (2019). "Contaminación del aire en Monterrey, Nuevo León: Interpretación del monitoreo ambiental 2005–2018". *Revista de Estudios Ambientales*, 37(1).
- McSwiggin, H., & Skinner, M. K. (2024). "Epigenetic transgenerational inheritance of toxicant induced disease". *Environmental Epigenetics*, 10(1), dvad023. <https://doi.org/10.1093/eep/dvad023>

- Miller, G. W., & Jones, D. P. (2014). "The nature of nurture: Refining the definition of the exposome". *Nature Reviews Genetics*, 15(10), 647–652. <https://doi.org/10.1038/nrg3737>
- Morrison, C. N., Mair, C. F., Bates, L., Duncan, D. T., Branäs, C. C., Bushover, B. R., Mehranbod, C. A., Gobaud, A. N., Uong, S., Forrest, S., Roberts, L., & Rundle, A. G. (2024). Defining spatial epidemiology: A systematic review and re-orientation. *Epidemiology*, 35(4), 542–555. <https://doi.org/10.1097/EDE.0000000000001738>
- Nemlioglu, S., Sezgin, N., & Ozdogan Cumali, B. (2022). Natural radioactivity in cement. En F. Pacheco-Torgal, J. O. Falkinham, & J. A. Gañaj (Eds.), *Advances in the toxicity of construction and building materials* (pp. 171–206).
- Organización Mundial de la Salud. (2018). *¿Cómo define la OMS la salud?* <https://www.who.int/es/about/who-we-are/frequently-asked-questions>
- Pearson, A. L., Shewark, E. A., & Burt, S. A. (2022). "Associations between neighborhood built, social, or toxicant conditions and child externalizing behaviors in the Detroit metro area: A cross-sectional study of the neighborhood exposome". *BMC Public Health*, 22, 1064. <https://doi.org/10.1186/s12889-022-13442-z>
- Petit, P., & Vuillerme, N. (2025). "Global research trends on the human exposome: A bibliometric analysis (2005–2024)". *Environmental Science and Pollution Research*, 32, 7808–7833. <https://doi.org/10.1007/s11356-025-36197-7>
- Piñon-Colín, T. de J., Rodríguez-Jiménez, R., Rogel-Hernández, E., Álvarez-Andrade, A., & Wakida, F. T. (2020). "Microplastics in stormwater runoff in a semi-arid region, Tijuana, Mexico". *Science of the Total Environment*, 704, 135411.
- Robinson, O., Tamayo, I., de Castro, M., et al. (2018). "The urban exposome during pregnancy and its socioeconomic determinants". *Environmental Health Perspectives*, 126(7), 077005. <https://doi.org/10.1289/EHP2862>
- Rodríguez Casáis, R. M. (2025). "La hipersensibilidad electromagnética y su afectación a la capacidad laboral". *Lex Social: Revista de Derechos Sociales*, 15(2), 1–35. <https://doi.org/10.46661/lexsocial.12048>
- Sánchez Guerra, M. (2025, julio 15). "San Pedro Garza García ante la crisis ambiental de Monterrey". *El Universal*. <https://www.eluniversal.com.mx/opinion/marco-sanchez-guerra/san-pedro-garza-garcia-ante-la-crisis-ambiental-de-monterrey/>
- Silvestre, E. (2017). *Tu casa sin tóxicos*. RBA Integral.
- Silvestre, E. (2022). *Vivir sin tóxicos: Cómo ganar bienestar y salud en tu vida cotidiana*. RBA Integral.

- Smith, M. T., de la Rosa, R., & Daniels, S. I. (2015). "Using exposomics to assess cumulative risks and promote health". *Environmental and Molecular Mutagenesis*, 56(9), 715–723. <https://doi.org/10.1002/em.21926>
- Soto Sumuano, J. L., Abundis Gutiérrez, E., Tlacuilo-Parra, J. A., Garibaldi Covarrubias, R. F., & Romo Rubio, H. (2020). "Radiación electromagnética, leucemia infantil y regulación". *Revista Internacional de Contaminación Ambiental*, 36(2), 229–246. <https://doi.org/10.20937/RICA.53488>
- United States Environmental Protection Agency. (2025, March 11). *Biological pollutants' impact on indoor air quality*. <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/biological-pollutants-impact-indoor-air-quality>
- Werbowski, L. M., Gilbreath, A. N., Munno, K., Zhu, X., Grbic, J., Wu, T., Sutton, R., Sedlak, M. D., Deshpande, A. D., & Rochman, C. M. (2021). "Urban stormwater runoff: A major pathway for anthropogenic particles and microplastics". *ACS ES&T Water*, 1(6), 1420–1428. <https://doi.org/10.1021/acsestwater.1c00017>
- Wild, C. P. (2005). "Complementing the genome with an "exposome"". *Cancer Epidemiology, Biomarkers & Prevention*, 14(8), 1847–1850. <https://doi.org/10.1158/1055-9965.EPI-05-0456>
- World Health Organization. (2009). *WHO handbook on indoor radon: A public health perspective*. World Health Organization.
- World Health Organization. (2021). *WHO global air quality guidelines*. World Health Organization.
- World Health Organization. (2024). *Ambient (outdoor) air quality and health*. World Health Organization.
- World Health Organization, & United Nations Children's Fund. (2025). *Guidelines on hand hygiene in community settings*. World Health Organization.
- Zhang, Y., Bielory, L., Mi, Z., Cai, T., Robock, A., Georgopoulos, P., & Wang, Y. (2022). "Projected climate-driven changes in pollen emission". *Nature Communications*, 13, 1902. <https://doi.org/10.1038/s41467-022-28764-0>
- Ziska, L. H., Makra, L., Harry, S. K., Bruffaerts, N., Hendrickx, M., Coates, F., Sáenz-de-Santamaría, M., Damialis, A., Heibül, D. E., & Jäger, S. (2019). "Temperature-related changes in airborne allergenic pollen". *The Lancet Planetary Health*, 3(3), e124–e131. [https://doi.org/10.1016/S2542-5196\(19\)30015-4](https://doi.org/10.1016/S2542-5196(19)30015-4)