



Vivienda y salud

Características y condiciones de la vivienda



Serie Administración Local

Este documento contiene un análisis de los principales determinantes de la salud relacionados con la vivienda, basado en una revisión de la literatura científica publicada en los últimos años.

La vivienda tiene efectos sobre la salud debido a una amplia gama de factores, como el confort térmico, la calidad ambiental, espacial y funcional. Algunos de sus efectos son relativamente menores, si bien conjuntamente conforman uno de los determinantes sociales clave para la salud y el bienestar de las personas.

El enfoque es transversal, abarcando distintos aspectos como la igualdad, los modelos coste-beneficio, y también el contexto de la pandemia actual. Está en línea con las directrices establecidas por el documento de la OMS «Salud en todas las políticas», y de los objetivos de desarrollo sostenible contenidos en la Agenda 2030 de las Naciones Unidas.

Este trabajo constituye una base para que técnicos y gestores puedan contribuir a la implementación de las políticas de vivienda en los municipios incorporando aspectos de salud, fomentar la necesidad de intervención en el parque de viviendas en mal estado de conservación y también establecer parámetros de construcción de obra nueva saludable.



Vivienda y salud

Características y condiciones de la vivienda

Autoría

Carlota Sáenz de Tejada, Carolyn Daher, Laura Hidalgo, Mark Nieuwenhuijsen
Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal)
Iniciativa de Planificación Urbana, Medio Ambiente y Salud

Coordinación

Área de Igualdad y Sostenibilidad Social. Servicio de Salud Pública de la Diputación de Barcelona
Área de Infraestructuras y Espacios Naturales. Oficina de Vivienda de la Diputación de Barcelona

1.ª edición: diciembre de 2021

© de la edición: Diputación de Barcelona

© del texto: los autores

Producción y edición: Subdirección de Imagen Corporativa y Promoción Institucional de la Diputación de Barcelona

Corrección y maquetación: Tys – Traducciones y Tratamiento de la Documentación, S. L.

ISBN: ISBN: 978-84-19091-12-3

Índice

Resumen	7
Presentación	9
Introducción	10
Metodología	25
1. Confort térmico	32
1.1. Frío y aislamiento	33
1.2. Calor	45
1.3. Ventilación	56
1.4. Humedad relativa	67
1.5. Soleamiento	74
2. Calidad ambiental	88
2.1. Calidad del aire interior	89
2.2. Calidad del agua	115
2.3. Ruido	126
2.4. Iluminación	139
2.5. Campos electromagnéticos	154
3. Calidad espacial y funcionalidad	166
3.1. Accesibilidad	166
3.2. Seguridad ante accidentes	178
3.3. Uso	189
3.4. Diseño y distribución	198
4. Enfoques	210
4.1. Vivienda, salud y desigualdad	210
4.2. Modelos de coste-beneficio	216
4.3. Vivienda y salud en el contexto de la COVID-19	220

Referencias bibliográficas	229
Glosario	249
Anexo A. Búsquedas bibliográficas	256
Anexo B. Guías de buenas prácticas y programas locales	265

Resumen

Hablar de una vivienda digna es hablar de una vivienda cuyas características y condiciones protejan nuestra salud física, mental y social, y favorezcan un estilo de vida cómodo y activo. Por ello, el diseño, la construcción y la rehabilitación de los hogares deben guiarse por criterios de salud que garanticen un confort térmico y ambiental, a la vez que posibilitan flexibilidad y funcionalidad para distintos tipos de familias y para usuarios con diferentes capacidades. Las condiciones y la exposición a riesgos específicos de la vivienda sobre la salud no son únicamente prioridades en relación con la salud pública, sino que también lo son en lo que respecta a la equidad en materia de salud y a la justicia ambiental, ya que tienen un profundo impacto sobre la vida diaria de las personas (1).

La actual crisis por la pandemia de la COVID-19 ha demostrado en mayor medida, si cabe, la importancia de unas condiciones saludables de la vivienda y de su entorno inmediato. Si ya pasábamos en torno al 70 % de nuestro tiempo en el hogar (2), la previsión es que este porcentaje aumente con la implantación cada vez mayor del teletrabajo y la educación a distancia. Esto generará nuevos requisitos en relación con la vivienda, sobre todo en cuanto a la flexibilidad de los espacios, que deberán ser polivalentes para responder a las necesidades de todos los residentes. A esto se unen los retos actuales del envejecimiento de la población y del cambio climático, por lo que resulta imperiosa la necesidad de procurar una vivienda asequible, accesible y confortable, en la que podamos pasar cada vez más tiempo y que sea capaz de protegernos del frío, el calor y los eventos meteorológicos extremos.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) estima que las condiciones inadecuadas de la vivienda causan más de cien mil muertes y morbilidades significativas cada año en Europa (3). El 15 % de la población europea vive en una vivienda con goteras en la cubierta, humedades en las paredes, los suelos o la cimentación, o deterioro en carpinterías o elementos estructurales. El 20 % dice no disponer de una vivienda que proteja del calor excesivo en verano y el 13 %, de una vivienda que proporcione calor suficiente

en invierno. De hecho, lo habitual es que muchas viviendas conjuguen más de un factor de riesgo para la salud, lo que en ocasiones produce un efecto sinérgico que aumenta el riesgo total (4). La vivienda contribuye a la salud de la población, por lo que las mejoras en la salud de la población pueden no ser posibles si no se solventan, al mismo tiempo, las deficiencias en sus viviendas.

Este documento, que se centra en los posibles efectos adversos que la dimensión física de la vivienda puede tener sobre la salud de sus habitantes, revisa un total de catorce elementos, agrupados a su vez en tres grandes determinantes: confort térmico, calidad ambiental, y calidad espacial y funcionalidad. En cuanto al confort térmico, se revisa la evidencia científica disponible que vincula aspectos como el frío y aislamiento, calor, ventilación, humedad relativa y soleamiento con la salud y el bienestar de sus habitantes. La revisión sobre la calidad ambiental incluye aspectos de calidad del aire interior, calidad del agua, ruido, iluminación y campos electromagnéticos. En cuanto al determinante calidad espacial y funcionalidad, se revisan la accesibilidad, la seguridad ante accidentes, y el uso, el diseño y la distribución de la vivienda.

A ello se suman tres enfoques que, al ser de gran interés en las relaciones entre vivienda y salud, constituyen amplias líneas de investigación en sí mismos: desigualdad y colectivos vulnerables, modelos coste-beneficio, y vivienda y salud en el contexto de la COVID-19.

Presentación

La vivienda, como el espacio propio de protección donde desarrollar un proyecto vital, tiene que ofrecer garantías de bienestar a sus ocupantes.

Hablar de vivienda digna y adecuada, es hablar de espacios que favorezcan nuestra manera de vivir, que nos permitan tener una relación adecuada con el exterior y a la vez, como refugio, protejan la salud tanto física como mental.

Este documento pretende contribuir a concienciar especialmente al mundo local sobre la relación, ya indisoluble, entre vivienda y salud. También quiere ser una herramienta de difusión de la evidencia científica existente y una base para la justificación de la inclusión de parámetros de salud en actuaciones tanto de rehabilitación como de obra nueva.

Esta publicación incide directamente en la importancia de la conservación del parque de viviendas y en las consecuencias que su degradación tiene sobre la salud de las personas, pero también ofrece directrices sobre cómo tienen que ser las nuevas edificaciones a partir de ahora y como, incorporando parámetros sencillos, se puede mejorar mucho la calidad de vida de las personas.

Esperamos que esta publicación sea una herramienta para incorporar la salud en el despliegue de las políticas de vivienda de cada municipio y que esta revisión de la evidencia científica ayude a fundamentar las actuaciones necesarias que se emprendan tanto sobre el parque público, como sobre el privado.

LLUÏSA MORET

Presidenta del Área de Igualdad y Sostenibilidad Social

PERE PONS

Presidente del Área de Infraestructuras y Espacios Naturales

Introducción

Existe una relación directa entre las condiciones de la vivienda y la salud de sus residentes. La evidencia científica así lo ha demostrado en los últimos años y organizaciones como la OMS o Eurofound lo han reconocido. La vivienda afecta a nuestra salud en múltiples formas, muchas de ellas relativamente menores en cuanto a su relevancia, aunque, en conjunción con otros factores, configuran uno de los determinantes sociales clave de la salud (5).

La OMS (3) estima que las condiciones inadecuadas de la vivienda causan más de cien mil muertes y morbilidades significativas al año en Europa. El 15 % de la población europea vive en una vivienda con goteras en la cubierta, humedades en las paredes, el suelo o la cimentación, o deterioro en carpinterías, suelos o distintos elementos estructurales. El 20 % dice no disponer de una vivienda que proteja del calor excesivo en verano, y el 13 %, de una vivienda que proporcione calor suficiente en invierno. En el 2016, la Agencia de la Vivienda de Cataluña estimaba que en torno a veintitrés mil personas vivían, en Cataluña, en hogares inseguros o inadecuados por motivos estructurales, legales, de acceso a los servicios, por malas condiciones de higiene o por condiciones de hacinamiento (6). Además, cerca de un 32 % de las viviendas certificadas energéticamente en la ciudad y el área metropolitana de Barcelona presentan un comportamiento energético deficiente¹.

La evidencia que explora los efectos que unas condiciones inadecuadas en la vivienda pueden tener sobre la salud de sus habitantes apunta hacia un concepto clave e imprescindible que ha de llegar a todos los agentes implicados: la vivienda contribuye a la salud de la población, por lo que las mejoras en la salud de la población pueden no ser posibles sin mejorar, al mismo tiempo, las deficiencias en sus viviendas. Invertir en vivienda es invertir en salud, y viceversa.

1. Viviendas con calificaciones F o G, que corresponden a las más bajas, según el informe realizado por el Observatorio Metropolitano de la Vivienda de Barcelona en el 2018, titulado *L'habitatge a la metròpoli de Barcelona* (249).

La actual crisis por la pandemia de la COVID-19 ha demostrado en mayor medida, si cabe, la importancia de unas condiciones saludables de la vivienda y de su entorno inmediato. Si ya pasábamos en torno al 70 % de nuestro tiempo en el hogar (2), la previsión es que este porcentaje aumente con la implantación cada vez mayor del teletrabajo y la educación a distancia. Esto generará nuevos requisitos en relación con la vivienda, sobre todo en cuanto a la flexibilidad de los espacios, que deberán ser polivalentes para responder a las necesidades de todos los residentes. A esto se unen los retos actuales del envejecimiento de la población y del cambio climático, por lo que resulta imperiosa la necesidad de procurar una vivienda asequible, accesible y confortable, en la que podemos pasar cada vez más tiempo y que sea capaz de protegernos del frío, el calor y los eventos meteorológicos extremos.

Vivienda, salud y desigualdad

La experiencia de un largo y estricto confinamiento durante la crisis de la COVID-19 también ha puesto de manifiesto importantes deficiencias en el parque de viviendas español, así como las graves desigualdades que existen y que, sin duda, se traducirán en mayores cargas sobre la salud física y mental de los grupos sociales más desfavorecidos. Serán estos quienes, al pasar más tiempo en su vivienda, asuman también mayores riesgos para su salud.

España tiene la mayor proporción de pisos en su parque de viviendas de toda Europa (7). No sorprende, pues, que el principal problema en las viviendas españolas detectado por la Encuesta europea sobre la calidad de vida (en adelante, EQLS, por las siglas de *European Quality of Life Survey*) sea la falta de acceso a espacios abiertos o exteriores.

Alcanzar la salud y el bienestar de todos, como proclama el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 3, de las Naciones Unidas, es condición necesaria para un desarrollo basado en la sostenibilidad. Invertir en la rehabilitación y la mejora del parque de viviendas existente tiene, además, sentido desde el punto de vista económico. Distintos modelos predicen que, en Europa, por cada tres euros invertidos en mejoras en la vivienda, dos de ellos se recuperarán en ahorro de servicios sanitarios y otros servicios públicos en un año (7). Para España, este modelo predice una amortización incluso más rápida.

Vemos, pues, que las condiciones y la exposición a riesgos específicos de la vivienda sobre la salud no son solo prioridades en relación con la salud pública, sino que también lo son en cuanto a la equidad en materia de salud y de justicia ambiental, ya que tienen un profundo impacto sobre la vida diaria de las personas (1). Por ello, serán las medidas multifacéticas,

con un amplio objetivo de implicar a los residentes y mejorar su calidad de vida, las que tengan mayores probabilidades de éxito.

Combinación de factores

Los primeros trabajos acerca del efecto de la exposición a riesgos ambientales sobre la salud se concentraban en elementos concretos y se estudiaban de forma aislada. Pero la realidad es que, a lo largo de nuestras vidas, estamos expuestos a múltiples elementos estresores² simultáneamente. Es el impacto combinado de estos múltiples estresores, mediado por las condiciones biológicas y sociales, el que determina el efecto que la exposición a ellos pueda tener sobre la salud para cada persona (8).

En lo que respecta a la vivienda, cabe señalar que una vivienda inadecuada desde la perspectiva de la salud es el resultado de una combinación de múltiples problemas que actúan en conjunto (9). En consecuencia, analizar los efectos de un solo factor de riesgo sobre la salud es, sin duda, una subestimación de la verdadera extensión de estas relaciones (10), ya que lo habitual es que muchas viviendas conjuguen más de un aspecto con resultados adversos para la salud. Esto produce, en ocasiones, un efecto sinérgico que aumenta el riesgo total. De hecho, un reciente estudio (11) indica que cada característica inadecuada adicional en la vivienda se asocia a un peor estado de salud, a un mayor consumo de medicamentos y a un riesgo más elevado de hospitalización. Un caso sobre el que existe evidencia suficiente es el de la presencia de humo de tabaco y radón en la incidencia de cáncer de pulmón (4). Asimismo, en relación con los posibles efectos sobre la salud de la exposición a campos electromagnéticos, se incide en la importancia de considerar el potencial papel de las exposiciones combinadas con otros agentes ambientales.

Encontramos, además, factores de riesgo que conducen a otros riesgos. Por ejemplo, un hogar con bajos ingresos que sufra pobreza energética tiene más riesgo de padecer frío en su vivienda por falta de calefacción, lo cual puede favorecer condiciones de humedad y el crecimiento de moho. Estas condiciones también pueden dejar estancias de la vivienda inutilizables, lo que genera una situación de hacinamiento por tener que agrupar a los convivientes en las estancias que la familia se puede permitir calentar o reparar. Otro ejemplo sería cómo el temor a las caídas en las personas de avan-

2. *Environmental stressors* es un concepto utilizado en la literatura científica y, en concreto, en el informe *Healthy environment, healthy lives: how the environment influences health and well-being in Europe*, publicado en el 2020 por la Agencia Europea de Medio Ambiente (8). Sobre los estresores ambientales, véase <https://www.sciencedirect.com/topics/computer-science/environmental-stressor>.

zada edad (las más castigadas por este tipo de accidentes) puede derivar en una reducción de la movilidad o en un aumento del aislamiento social de estas personas (1), lo que afectaría tanto a su salud física como a la mental y a sus relaciones sociales.

Este efecto sinérgico de la interacción de varios factores (o estresores) sobre nuestra salud también se recoge en el recientemente publicado informe de la Agencia Europea de Medio Ambiente —EEA— (8), en el que se destaca, por ejemplo, cómo la contaminación del aire y las altas temperaturas actúan de forma sinérgica en el aumento de morbilidad y mortalidad, o cómo la exposición combinada a partículas en suspensión menores de 10 micras (PM10) y a bajas temperaturas aumenta la morbilidad por infarto de miocardio. También existe evidencia que apunta a una interacción entre determinados compuestos químicos y el cambio climático, ya que la temperatura podría incrementar la toxicidad de algunos pesticidas. Otro ejemplo de factores que suelen actuar de forma combinada (y que suele resultar difícil aislar) es la exposición simultánea a ruido de tráfico y contaminación del aire, ya que estos dos factores de riesgo comparten algunas de las más determinantes fuentes de emisión. No obstante, aunque la evidencia sugiere que los estresores ambientales actúan sinérgicamente sobre el cuerpo humano y afectan negativamente a la salud, la comprensión de los mecanismos biológicos involucrados de momento es todavía limitada.

Salud física, mental y social

Dependemos de procesos metabólicos para mantenernos sanos. Nos adaptamos y prosperamos en distintos climas y entornos. No obstante, la exposición a unas condiciones ambientales adversas producirá un estrés sobre nuestro cuerpo que podría derivar en problemas de salud, ya sean temporales o permanentes. Bebés, niños pequeños, personas ancianas, personas con obesidad o enfermos crónicos son especialmente vulnerables a este respecto.

Por otro lado, las enfermedades mentales afectan a un porcentaje nada desdeñable de la población. En España, 1 de cada 10 adultos y 1 de cada 100 niños tienen un problema de salud mental³ (12). De estas enfermedades mentales, las más ampliamente extendidas son la depresión y la ansiedad. La evidencia científica reciente apunta a que la salud mental empeora a medida que la persistencia de problemas en la vivienda aumenta (13). Por

3. Según los datos de la Encuesta Nacional de Salud de España 2017.

lo tanto, una vivienda en malas condiciones se vincularía a una peor salud mental y, por el contrario, las mejoras en la vivienda se asociarían a beneficios en relación con la salud mental y mayor grado de satisfacción con nuestro hogar (14).

El bienestar mental no es solo la ausencia de enfermedad; es una acepción más positiva que incorpora aspectos como la tranquilidad, la confianza, la autoestima, la conexión social o la realización personal (15). La vivienda es el lugar en el que pasamos la mayor parte de nuestro tiempo, gran parte del cual lo compartimos con nuestra familia o nuestros amigos. Por ello, el diseño y la rehabilitación residencial, encaminados a la felicidad y el bienestar de los usuarios de la vivienda, es un aspecto vital.

Los vínculos emocionales que creamos con la vivienda, sus espacios y sus enseres, así como los lazos sociales con nuestros convivientes y vecinos, pueden tener una influencia muy positiva sobre nuestra salud mental y social. Pero la vivienda también puede convertirse en una fuente de preocupaciones; cuando existe el riesgo de perderla o cuando sus condiciones suponen un riesgo para nuestra salud. Investigaciones recientes encuentran asociaciones significativas entre la amenaza de juicios hipotecarios y la salud mental de sus habitantes (16 y 17). Este aspecto es especialmente relevante en España tras la crisis financiera del 2008 y el impacto que esta tuvo sobre el mercado inmobiliario, que excluyó del acceso a la vivienda a la población con menos recursos.

Este concepto multidimensional de la salud y el bienestar se refleja en la definición de la OMS de 1948, por la cual el concepto *salud* es «un estado de completo bienestar físico, mental y social, y no la mera ausencia de enfermedad»⁴. Por lo tanto, la forma en la que un individuo funciona en su hogar, cómo se relaciona con sus convivientes y con la comunidad de su entorno inmediato, además de otros factores biológicos y fisiológicos, son todos factores determinantes para la salud que deben considerarse si queremos mejorar significativamente y atender a la calidad de vida de las personas.

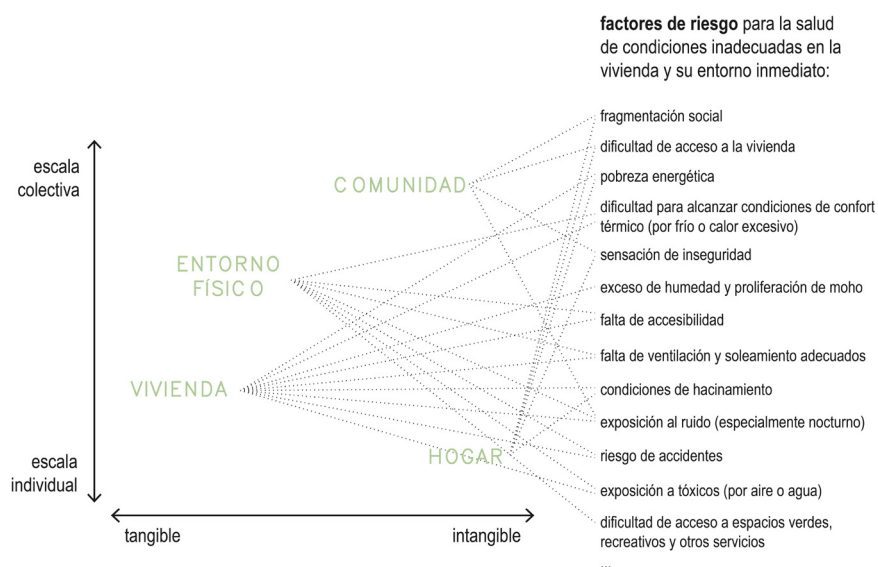
Las cuatro dimensiones de la vivienda

La OMS (18) reconoce cuatro dimensiones interrelacionadas en torno a la vivienda (figura 1):

4. Preámbulo de la Constitución de la OMS, adoptada en el Congreso Internacional de Salud, celebrado en Nueva York del 19 de junio al 22 de julio de 1946. La Constitución fue firmada el 22 de julio de 1946 por los representantes de 61 Estados y entró en vigor el 7 de abril de 1948. La definición de *salud* no ha sido modificada desde entonces.

- El hogar, donde se crea la estructura social, cultural y económica.
- La vivienda física, con su estructura, espacios, elementos y materiales.
- El entorno físico inmediato a la vivienda: espacios comunes, edificio, bloque, manzana y barrio.
- La comunidad: entorno social, población y servicios del barrio.

Figura 1. Esquema de las cuatro dimensiones de la vivienda (según la OMS) en función de su escala y tangibilidad. Relación de una serie de factores de riesgo con cada dimensión de la vivienda



Fuente: Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal).

Cada uno de estos elementos tiene el potencial de afectar directa o indirectamente a la salud física, social y mental de las personas, mientras que dos o más de ellos pueden tener un efecto todavía mayor al combinarse. Por ello, proveer a la comunidad de una vivienda adecuada y saludable depende de que se faciliten los servicios y las condiciones necesarias en estas cuatro dimensiones: hogar, vivienda física, entorno inmediato y comunidad. Si esto se alcanza, la vivienda (en toda su complejidad) proporcionará a las personas la satisfacción de sus necesidades físicas, mentales y sociales.

Síndrome del edificio enfermo

La OMS, en 1982, definió el denominado *síndrome del edificio enfermo* (*sick building syndrome*, SBS) como un conjunto de molestias y enfermedades originadas o estimuladas por la mala ventilación, la descompensación de

temperaturas, las cargas iónicas y electromagnéticas, las partículas en suspensión, los gases y vapores de origen químico y los bioaerosoles, entre otros agentes causales identificados. Este síndrome genera síntomas inespecíficos en un 10-30 % de los ocupantes. Estos síntomas se vinculan con el tiempo que se pasa en un determinado edificio, zona o estancia, pero no se pueden identificar con una causa clara. Al contrario que en el caso de las llamadas *enfermedades relacionadas con el edificio (building related illness, BRI)*, donde la etiología apunta inequívocamente al edificio (por ejemplo legionelosis, mesotelioma vinculado al asbesto o alergia a los ácaros del polvo doméstico), los síntomas del SBS son inespecíficos y pueden desencadenarse por muchas otras causas, sin que puedan atribuirse a una enfermedad conocida (18).

Los ocupantes de un «edificio enfermo» experimentan una serie de molestias que, al abandonar el edificio, disminuyen notablemente o desaparecen. Entre los síntomas más habituales se encuentran la irritación o sequedad de los ojos, la piel, la nariz o la garganta; la fatiga, el dolor de cabeza o la disminución de la capacidad de concentración. La mayor parte de la evidencia científica respecto al SBS se ha centrado en los espacios de trabajo, en concreto en oficinas. Esta evidencia apunta hacia vínculos estrechos entre el SBS y la calidad del aire, lo que sugiere que la concentración de determinados contaminantes pueda ser la principal causa de estos síntomas (8). También se ha encontrado que otros factores, como el ruido del tráfico, una mala iluminación interior, el humo de tabaco o un mal clima psicosocial, pueden causar (o al menos contribuir significativamente a) la aparición de este síndrome (19 y 20).

Para evitar que los síntomas asociados al SBS aparezcan o persistan, organismos como el Servicio Nacional de Salud del Reino Unido (National Health Service, NHS) sugiere abrir las ventanas para aumentar la ventilación cuando sea posible, procurar mantener temperaturas en torno a 19 °C (evitando temperaturas altas y cambios frecuentes durante el día), reducir las condiciones de estrés, hacer descansos regulares (especialmente si se está efectuando un uso intensivo de pantallas) y salir durante alguno de esos descansos a un espacio exterior⁵.

La OMS estimó en 1984 que en torno a un 30 % de los edificios nuevos o rehabilitados sufrían este síndrome⁶; esto puede ser una condición temporal o, en caso de un mal uso o diseño del edificio, permanente. No obs-

5. <https://www.nhs.uk/conditions/sick-building-syndrome/>.

6. https://www.epa.gov/sites/production/files/2014-08/documents/sick_building_factsheet.pdf.

tante, los síntomas asociados tanto al síndrome del edificio enfermo como a las enfermedades relacionadas con el edificio, vinculados hasta el momento principalmente con la calidad del aire interior, no cubren la gran cantidad y variedad de efectos nocivos sobre la salud que determinadas condiciones inadecuadas del edificio (y en concreto, de la vivienda) pueden propiciar (18).

El movimiento de los edificios verdes

En el campo de la edificación, los sistemas de calificación de edificios verdes han impulsado y promocionado principalmente la aplicación de criterios y aspectos relacionados con la sostenibilidad. La presencia de estos edificios se extiende ya a 160 países y ha sido certificada por más de cincuenta sellos o sistemas de evaluación (como BREEAM, LEED, GBC, VERDE o Zero Waste, entre otros)⁷.

Una revisión sistemática al respecto, publicada en el 2015 (21), indicaba que la evidencia hasta ese momento apuntaba a una mejora en la calidad ambiental interior de los edificios verdes (en relación con los edificios no verdes), lo que producía efectos beneficiosos para la salud de sus ocupantes. No obstante, encontraba limitaciones en cuanto a los datos indirectos y subjetivos con los que dichos efectos sobre la salud se medían y recogían en buena parte de los estudios revisados. Esta revisión encontraba que, para el ambiente interior, determinados edificios con alguna clase de certificación verde mostraban niveles más bajos de compuestos orgánicos volátiles (COV), formaldehído, alérgenos, NO₂ y partículas en suspensión (PM). En cuanto a la exposición al ruido, sin embargo, estos edificios verdes no mostraban un mejor comportamiento que otros edificios no certificados.

Desde entonces, investigaciones recientes apuntan a que trabajar en edificios con este tipo de certificaciones podría contribuir a un mejor rendimiento cognitivo y a una disminución de casos de SBS (22). Otra investigación, publicada en el 2017, evaluaba el ahorro energético, la reducción de emisiones y los beneficios para la salud asociados del movimiento de los edificios verdes (*green building movement*) en distintos países; en concreto, en los edificios con certificación LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*)⁸. Este estudio (23) cuantifica el citado ahorro, durante un año, en estos edificios (frente a otros edificios convencionales) y traduce la reducción de emisiones contaminantes y las consecuencias sobre la salud (muertes prematuras, ingresos hospitalarios, tratamientos de enfermeda-

7. Como refleja el World Green Building Council (<https://www.worldgbc.org/rating-tools>).

8. Véase <https://www.usgbc.org/leed>.

des respiratorias, absentismo laboral y escolar) a un montante de dinero. Este importe es casi equivalente al ahorro energético (considerando el mismo periodo) para el caso de los Estados Unidos. En el caso de los edificios verdes en países en vías de desarrollo, los beneficios climáticos y de salud estimados son hasta diez veces mayores que los ahorros energéticos, según los resultados de este estudio.

Vemos, pues, que más allá de una reducción del consumo energético y del aumento del valor del inmueble en el mercado, la mayor fortaleza de estos edificios verdes es su capacidad de proporcionar un ambiente y un entorno construido más saludables. De ahí que diseñar para la salud se haya vuelto más explícito en los últimos años y que hayan surgido recientemente ejemplos de sistemas de certificación enfocados específicamente a la salud de sus ocupantes, como WELL y LBC⁹. Centrados inicialmente en la eficiencia energética, la reducción del consumo de recursos y la gestión de residuos, los primeros estándares, que podrían parecer innovadores en su momento, hoy reflejan criterios mínimos¹⁰ para cualquier edificio de obra nueva de nuestro mercado inmobiliario, se postule o no a este tipo de certificaciones.

No obstante, el ritmo al que este movimiento de los edificios verdes se va extendiendo está aislando a buena parte de la población de sus beneficios asociados; especialmente en el ámbito de la vivienda. En este sentido, trabajar sobre el derecho de toda la población a ambientes interiores saludables podría ayudar al movimiento de los edificios verdes a alcanzar su máximo potencial como herramienta transformadora de salud pública (24).

Hogar, comunidad y entorno

El entorno físico inmediato a la vivienda representa un paisaje diario que puede tanto favorecer como limitar el bienestar físico, mental y social de sus residentes (18). Un inadecuado entorno físico y comunitario puede derivar en sufrimiento psicológico, problemas mentales, conductas de riesgo e incluso mayores tasas de mortalidad por todas las causas (17).

Distintos estudios indican que las malas condiciones de la vivienda pueden desembocar en un aislamiento social, al no querer sus habitantes invitar

9. WELL Building Standard es el primer estándar enfocado exclusivamente a la salud y el bienestar de las personas en los edificios. Lleva a cabo una evaluación basada en siete conceptos: aire, agua, nutrición, luz, bienestar, comodidad y mente (251). LBC (Living Building Challenge) es un programa impulsado en el 2006 por el International Living Future Institute (<https://living-future.org/lbc/>).

10. Ya sea por la progresiva inclusión de estos estándares en normativa de obligado cumplimiento (por ejemplo, en el Código Técnico de la Edificación), o por considerarse ampliamente extendidos y requeridos por parte de la mayoría de actores implicados en la construcción, la venta y la adquisición de vivienda nueva.

a otras personas a su hogar (25), mientras que las mejoras en la vivienda influyen positivamente sobre diferentes indicadores de inclusión social, como un buen ambiente vecinal o un menor temor al crimen. La percepción de inseguridad en el barrio puede derivar en problemas de sueño (26) o contribuir a desencadenar distintos trastornos mentales (27). También puede favorecer que las personas pasen menos tiempo de su vida fuera de su hogar, con las múltiples consecuencias que ello conlleva; por ejemplo, una menor actividad física y relaciones sociales (25).

En cuanto a los beneficios en las relaciones sociales, un estudio sugiere que las interacciones sociales entre personas que viven en un mismo barrio pueden producir externalidades que tienen el potencial de influir en la salud y la calidad de vida de las personas que no participan en esas interacciones sociales, pero que viven en la misma localidad (28). Algunas tipologías de vivienda, como la vivienda en altura, se han asociado a un mayor riesgo de aislamiento social y a problemas mentales al carecer de suficientes zonas comunes (29, 30 y 31).

Respecto al entorno inmediato a la vivienda, tanto la calidad del aire como la presencia de espacios verdes y la accesibilidad a ellos se han asociado a distintos beneficios para la salud física y mental (32, 33, 34 y 35, entre otros). España presenta el tercer peor dato del grupo Euro 1¹¹, tan solo por detrás de Portugal e Italia, en cuanto a la prevalencia en la dificultad de acceso a las zonas verdes o recreativas. La desigualdad también se manifiesta en función del nivel de renta: mientras que el quintil con menos ingresos muestra una prevalencia de en torno al 28 %, el quintil con mayores ingresos muestra una prevalencia del 12 %. Los hogares que dicen tener problemas para pagar las facturas de la vivienda tienen 2,4 veces más dificultad para acceder a zonas verdes y de recreo que los hogares que no tienen dificultades para afrontar las facturas. También se observan desigualdades en función del nivel de estudios: en el grupo Euro 1, la población con educación superior o universitaria tiene más acceso a espacios verdes (casi el doble) que la población con educación primaria (1).

Convergencia de caminos hacia la sostenibilidad

La salud, la vivienda y la ciudad son reflejo de la forma en la que las sociedades son capaces de asumir objetivos de igualdad y derechos básicos de la ciudadanía (36). Por ello, las desigualdades sociales que emergen en las re-

11. Cabe indicar, a este respecto, que por grupo Euro 1 se entienden los veintinueve países que pertenecían a la Unión Europea antes de mayo del 2004, así como distintos países de Europa Occidental con niveles de desarrollo comparables, como Noruega y Suiza.

laciones entre vivienda y salud constituyen un reto esencial y global; un compromiso formulado por la OMS, y ampliado por las Naciones Unidas dentro de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.

Revitalizar la ciudad existente pasa por mejorar la calidad y la sostenibilidad de sus edificios¹². De hecho, numerosos aspectos del diseño del entorno construido encaminados a procurar una mejor salud y bienestar de sus residentes o usuarios son, también, elementos positivos y beneficiosos desde el punto de vista ambiental. Este es el caso de una mayor y mejor implantación de espacios verdes en la ciudad (35 y 37), de la incidencia de luz natural en los edificios (15) o de la reducción de la contaminación lumínica y del aire (38).

Figura 2. Esquema de los ODS implicados en el reto de garantizar el acceso de las comunidades a una vivienda adecuada, tanto a través de obra nueva como mediante los esfuerzos destinados a la rehabilitación y la mejora del parque de viviendas existente



Fuente: Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal).

El camino hacia el cumplimiento del ODS 11, «Ciudades y comunidades sostenibles», tiene entre sus tres líneas principales de acción la implantación de sistemas de transporte seguros y equitativos; la provisión de aire

12. Como se refleja en los objetivos de la Nueva Agenda Urbana Hábitat III del 2016.

limpio, agua segura y la gestión adecuada de los residuos, así como una vivienda adecuada. Todas estas líneas (aunque en este documento nos centraremos en la tercera) tienen una estrecha vinculación e impacto sobre el ODS 3, «Salud y bienestar». Muchos de los riesgos para la salud derivados de factores ambientales se originan en las ciudades, donde vive cada vez una mayor proporción de la población y donde, según el último informe publicado por el Grupo Intergubernamental de Expertos sobre el Cambio Climático (IPCC)¹³, el impacto de la subida de temperaturas sobre la salud de las personas será mayor, debido en gran medida al efecto de la isla de calor.

El derecho a una vivienda adecuada, como establece la Nueva Agenda Urbana Hábitat III del 2016 (39) (y reflejan también las sucesivas agendas nacionales y regionales alineadas con sus objetivos¹⁴), es un componente fundamental e inseparable del derecho a un adecuado estándar de vida. Hasta ahora, los esfuerzos de rehabilitación y mejora de las condiciones de la vivienda han ido encaminados principalmente a la mejora de la eficiencia energética. Ejemplo de ello es la reciente comunicación de la Comisión Europea *A Renovation Wave for Europe* (40), basada en «enverdecer» nuestro parque edificado con la ayuda de los denominados *fondos COVID-19*. Aunque este tipo de intervenciones puede tener múltiples repercusiones positivas sobre la economía familiar, las condiciones de confort térmico o la reducción de emisiones contaminantes al entorno, en ningún caso abarca la totalidad de factores de la vivienda y su entorno inmediato que pueden afectar a la salud de sus residentes. En cuestiones de salud (como se pretende reflejar en este documento) influyen otros muchos factores de la vivienda y su entorno inmediato que trascienden el comportamiento energético de la vivienda.

Resulta, por lo tanto, cada vez más acuciante la necesidad de dirigir los esfuerzos y recursos de forma convergente hacia un desarrollo urbano sostenible que considere al mismo tiempo aspectos ecológicos, ambientales, y de salud¹⁵, identificando posibles aspectos conflictivos o enfrentados y favoreciendo los que sean más sinérgicos.

13. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf.

14. De forma destacada, en la Agenda Urbana Europea del 2016 (<https://ec.europa.eu/futurium/en/node/1829>), la Agenda Urbana Española del 2019 (<https://www.aue.gob.es/>) y la Agenda Urbana de Cataluña, esta última, actualmente en proceso de elaboración (<http://agendaurbanacatalunya.cat/agenda/>).

15. Estrategias de contenido urbano, sostenible, saludable e integral, como las que está adoptando la Diputación de Barcelona a través del proyecto transformador «Impulso de las agendas urbanas locales» en el marco del Plan de Actuación de Mandato 2020-2023 (PAM 2020-2023), con el objetivo de acompañar a los ayuntamientos en la definición de planes de acción local alineados con los criterios de la agenda urbana y específicos para cada realidad local (<https://pam.diba.cat/planes/pla-de-mandat/2020/proyecto/408>).

Sobre el estado de la evidencia en vivienda y salud

Las relaciones entre vivienda y salud nunca serán una ciencia exacta. Al estar implicados una gran variedad de factores, quizás el mayor reto sea acceder a una evidencia clara y directa (18). Existen importantes dificultades metodológicas a la hora de estudiar los efectos de la vivienda sobre la salud. El enfoque experimental en este campo ha sido criticado por ser reduccionista e ignorar la naturaleza multifactorial de la causalidad en lo que respecta a la vivienda, la pobreza y la salud. Distintos autores (10) apuntan a la falta de estudios que, con un enfoque más holístico, combinen métodos cuantitativos y cualitativos, a fin de atender al amplio espectro de posibles influencias y mecanismos.

La literatura en torno a la vivienda y la salud es muy abundante y se encuentra muy dispersa. La mayoría de estudios manejan poblaciones pequeñas y demasiados factores que confunden la causalidad, haciéndolos poco generalizables. Existe, además, una gran variabilidad metodológica, que dificulta la comparación entre estudios (5). Cabe destacar que buena parte de los datos disponibles sobre el estado de salud y bienestar de la población proceden de la valoración de los propios individuos, recogida principalmente a través de encuestas. Sirvan como ejemplo las del proyecto LARES (*Large Analysis and Review of European housing and health Status*) de la OMS¹⁶, las EQLS, sobre la calidad de vida, de Eurofound¹⁷, o el Healthy Homes Barometer de RAND Europe¹⁸. Estos datos representan un valioso recurso para el análisis de tendencias (especialmente si se llevan a cabo de forma periódica), pero al tratarse de valoraciones subjetivas sobre el estado de salud (o bienestar, según el caso) pueden estar sujetas a sesgos, sobreestimaciones o subestimaciones en función de la percepción del individuo, sus experiencias y sus expectativas (3 y 5).

En algunos aspectos de la relación entre vivienda y salud se ha logrado probar una relación causal. Este es el caso, por ejemplo, de la exposición a plomo de pinturas o tuberías y la pérdida de cociente intelectual en niños, o la exposición al gas radón y el aumento del riesgo de desarrollar cáncer de pulmón (agravado, a su vez, por la exposición combinada a humo de tabaco) (18). Sin embargo, además de estas (todavía escasas) relaciones causales ampliamente aceptadas, existe un volumen creciente de investigaciones

16. <https://www.euro.who.int/en/health-topics/environment-and-health/Housing-and-health/activities/the-large-analysis-and-review-of-european-housing-and-health-status-lares-project>.

17. <https://www.eurofound.europa.eu/es/surveys/european-quality-of-life-surveys>.

18. https://velcdn.azureedge.net/-/media/com/healthy-homes-barometer/hhb-2019/hhb_main-report_2019.pdf.

epidemiológicas que sugieren asociaciones entre determinadas condiciones de la vivienda y efectos sobre la salud¹⁹. El nivel de desarrollo y contundencia de las asociaciones encontradas es muy variable en función del aspecto concreto que se investigue, y gran parte de ellas se basan en resultados de estudios transversales. No obstante, en muchos casos este conocimiento puede considerarse «evidencia emergente», sobre la que conviene seguir explorando para lograr identificar los mecanismos fisiológicos que rigen la potencial causalidad.

A pesar de la complejidad y las limitaciones descritas, la OMS, en un esfuerzo por sintetizar gran parte de la evidencia científica existente en un documento, así como traducirla a una serie de recomendaciones de intervención en la vivienda, publicó en el 2018 *WHO Housing and health guidelines*. Este documento, que efectúa una serie de revisiones de la evidencia, también reúne y actualiza información contenida en otras guías y revisiones de la OMS, tanto globales como de oficinas regionales; entre ellas, el documento del 2011 de la Oficina Regional para Europa titulado *Environmental burden of disease associated with inadequate housing*.

Destaca en la literatura sobre vivienda y salud el enfoque sobre la desigualdad y la justicia, tanto social como ambiental. Ejemplos relevantes de ello son informes tan recientes como el publicado en el 2019 por la Oficina Regional para Europa de la OMS, titulado *Environmental health inequalities in Europe* (1), o el publicado en septiembre del 2020 por la EEA *Healthy environment, healthy lives: how the environment influences health and well-being in Europe* (8). Ambos informes, a pesar de contemplar otros ámbitos como el laboral, el transporte, el acceso a los servicios, etc., también incluyen de forma explícita riesgos ambientales asociados al ámbito de la vivienda. Denuncian, además, preocupantes desigualdades (sociales y económicas, entre otras) en la exposición a estos riesgos y sus consecuentes efectos sobre la salud de las personas más desfavorecidas. El informe más reciente incluye, además, consideraciones sobre la salud ambiental en el contexto de la COVID-19.

El presente documento pretende servir como estado de la cuestión sobre la relación entre vivienda y salud. A este fin, se ofrecen los resultados de una revisión de la literatura llevada a cabo entre mayo y diciembre del 2020. Esta

19. Los estudios epidemiológicos no pueden, en general, determinar por sí mismos la existencia de una relación clara entre causa y efecto. Esto se debe, principalmente, a que solo detectan asociaciones estadísticas entre los niveles de exposición y una determinada enfermedad, pudiendo deberse o no a dicha exposición. No obstante, la coherencia entre distintos estudios (entre otros argumentos) fortalece estas asociaciones (<https://www.who.int/peh-emf/about/WhatisEMF/es/index2.html>).

revisión toma como principal punto de partida los resultados arrojados por la mencionada publicación del 2018 de la OMS, *WHO Housing and health guidelines*, y efectúa una serie de búsquedas sistemáticas sobre un total de catorce aspectos concretos de la relación entre vivienda y salud. Estas búsquedas se centran en artículos científicos publicados entre enero del 2018 y septiembre del 2020, aunque se añaden informes y revisiones sistemáticas publicados con anterioridad cuando los enfoques o resultados resultan relevantes para el estado de la cuestión.

Los detalles metodológicos de esta revisión se detallan a continuación.

Metodología

Al iniciarse el proyecto de colaboración, en mayo del 2020, se llevó a cabo una primera búsqueda de bibliografía para la elaboración de un marco conceptual y de un mapa inicial de determinantes de la salud en la vivienda. Esta búsqueda se centró en la identificación de informes relevantes de organismos internacionales (principalmente, la OMS), así como de las revisiones (de concepto y sistemáticas) sobre vivienda y salud más citadas, recogidas en la base de datos Google Scholar.

Sobre la base de los resultados de esta búsqueda inicial, se tomó como principal referencia la publicación del 2018 *WHO Housing and health guidelines* (4), que incluye revisiones sistemáticas hasta marzo del 2018 sobre los siguientes cinco aspectos: hacinamiento; frío y aislamiento; calor en interiores; seguridad y traumatismos, y accesibilidad. Recoge, asimismo, información relativa a otros elementos (agua, componentes tóxicos y ruido) contenida en documentos de referencia de la OMS publicados con anterioridad.

A partir de esta búsqueda inicial, cabe destacar también otros elementos relevantes incluidos en otras revisiones recientes; elementos, en gran medida, asociados a las dimensiones psicosociales de la vivienda y a su entorno inmediato (por ejemplo, el acceso a la vivienda, la comunidad y el capital social, el sentimiento identitario asociado al hogar, el acceso a los servicios o la estructura urbana). Ante un mapa tan amplio y complejo de aspectos relevantes de la relación entre vivienda y salud, y dadas las limitaciones de tiempo y recursos, se decidió abordar el trabajo en dos fases. Tomando como referencia las cuatro dimensiones de la vivienda definidas por la OMS (expuestas en el capítulo anterior), el presente informe queda acotado a la dimensión de la vivienda física, mientras que se plantea abordar en una fase posterior las dimensiones del hogar, la comunidad y el entorno inmediato.

Determinantes, elementos y enfoques

Habiendo limitado, pues, la revisión en esta primera fase a los aspectos más estrechamente vinculados a la vivienda física, y tras varias reuniones del

equipo de trabajo (compuesto por miembros de la Diputación de Barcelona e ISGlobal), se plantea un esquema conceptual (figura 3) para abordar la revisión, así como un mapa de determinantes y elementos de la salud en la vivienda (figura 4) a partir de dicho esquema.

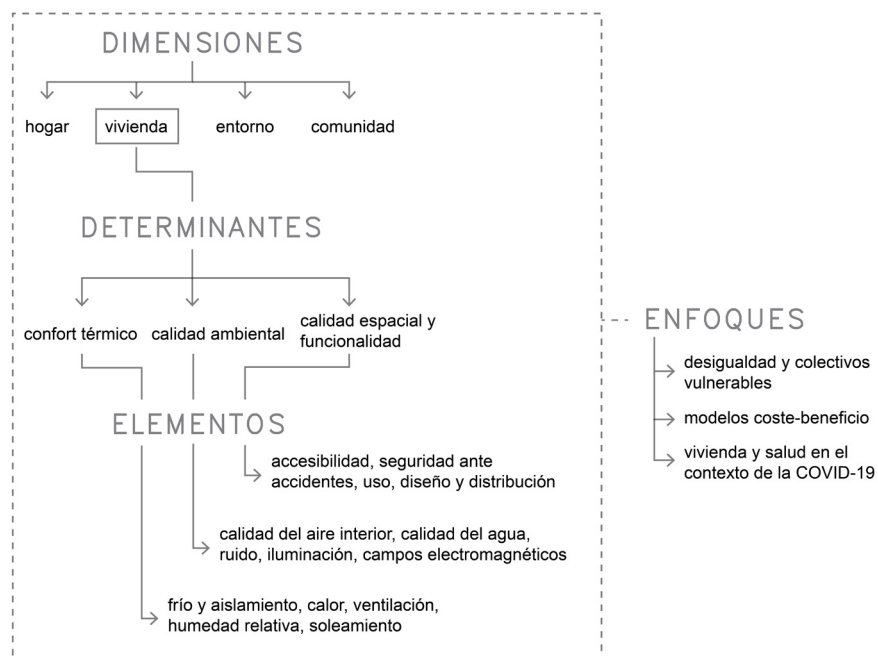
Los denominados *elementos*²⁰ de la salud en la vivienda son, para los objetivos de este trabajo, aspectos concretos de la vivienda que pueden suponer un riesgo para la salud de sus habitantes. Estos elementos se agrupan en términos más amplios, o bloques, denominados *determinantes*²¹. Así, a partir de los elementos incluidos en *WHO Housing and health guidelines* (4), e incorporando otros incluidos en distintos informes y revisiones sistemáticas recientes, se llega a una propuesta final de **catorce elementos**, agrupados a su vez en **tres determinantes**: confort térmico, calidad ambiental y calidad espacial y funcionalidad.

A ello se suman **tres enfoques** que, siendo de gran interés en las relaciones entre vivienda y salud, constituyen amplias líneas de investigación por sí mismos y, en muchos casos, incumben a varios (si no a todos) los elementos incluidos en el mapa. Por un lado, desigualdad y colectivos vulnerables, como enfoque transversal e imbricado en cada uno de los elementos planteados. Por otro lado, dos enfoques paralelos: el coste-beneficio de la inversión en mejora de la vivienda (modelos holísticos que contemplen no solo la inversión en la rehabilitación de la vivienda, sino también el potencial ahorro en los servicios sanitarios, la mejora de la salud y la calidad de vida de los residentes) y la reciente perspectiva de la relación entre vivienda y salud generada como consecuencia de la pandemia de la COVID-19. Estos enfoques se plantean en esta primera fase del trabajo, previendo continuar su desarrollo a medida que se vayan recorriendo las demás dimensiones de la vivienda: hogar, comunidad y entorno.

20. Habitualmente denominados *factores de riesgo* (*risk factors*) en la literatura de salud y, en concreto, en la publicación *WHO Housing and health guidelines* (4). Para este trabajo, se considera más adecuado el uso del término *elemento*, en coherencia con la nomenclatura utilizada en la guía en línea *Entorn urbà i salut* y en la relación de fichas que la conforman (<https://www.diba.cat/es/web/entorn-urba-i-salut/habitatges>), y que en lo referente al bloque de vivienda esta revisión pretende complementar.

21. Conviene aclarar que, en la literatura de salud, la vivienda como tal suele considerarse un determinante social de la salud. Según la Comisión sobre Determinantes Sociales de la Salud, los determinantes sociales son las funciones de las circunstancias en las que las personas viven, trabajan y crecen. Estos determinantes, que se configuran, en gran medida, por la distribución de recursos y poder, están estrechamente vinculados a la exposición a factores de riesgo ambientales, como las condiciones laborales, de vivienda, agua y saneamiento o estilos de vida saludables, y median en estos factores. Para los objetivos de este trabajo, se aplica el término *determinante* a un concepto en torno al cual se agrupan una serie de elementos especialmente vinculados entre sí.

Figura 3. Esquema conceptual para la revisión: determinantes, elementos y enfoques



Búsquedas sistemáticas de literatura

Una vez consensuada la estructura y el contenido final del mapa, se clasificaron los elementos en función de si habían sido sometidos o no a revisiones sistemáticas recientes (figura 5).

A partir de esta clasificación, se distinguió entre los siguientes casos:

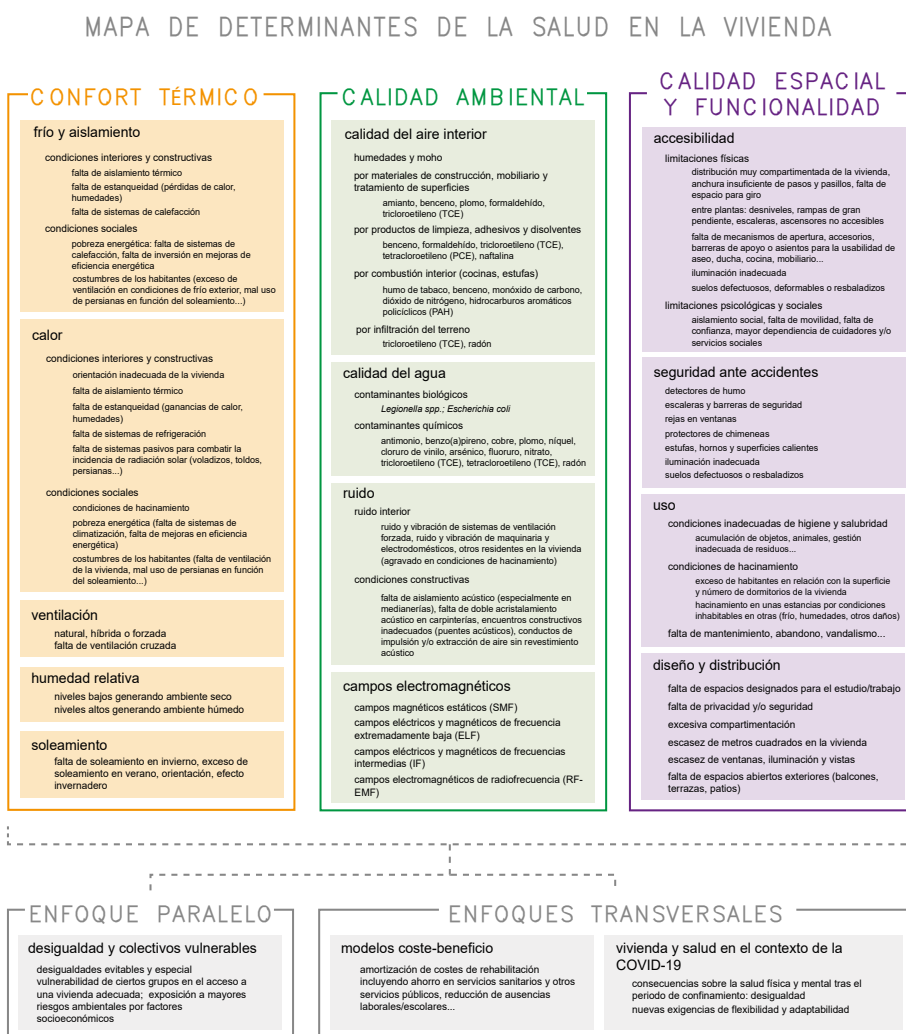
- Elementos sometidos a revisiones sistemáticas por la OMS hasta marzo del 2018 (cuya estrategia de búsqueda se encuentra publicada como anexos a *WHO Housing and health guidelines*).
- Elementos incluidos en *WHO Housing and health guidelines*, pero con revisiones sistemáticas llevadas a cabo por la OMS antes del 2018.
- Elementos del mapa que no habían sido sometidos a revisiones sistemáticas recientes por la OMS.

De los últimos dos grupos, se efectuó una búsqueda en la base de datos Cochrane de revisiones sistemáticas (Cochrane Database of Systematic Reviews) y en Google Scholar, a fin de identificar revisiones sistemáticas recién-

tes (del 2018 y posteriores no encontradas hasta entonces) de estos elementos. Surgieron, así, dos nuevos grupos de elementos:

- Los sometidos a otras revisiones sistemáticas recientes distintas de las de la OMS.
- Los elementos sobre los que no se encuentran revisiones sistemáticas recientes específicas.

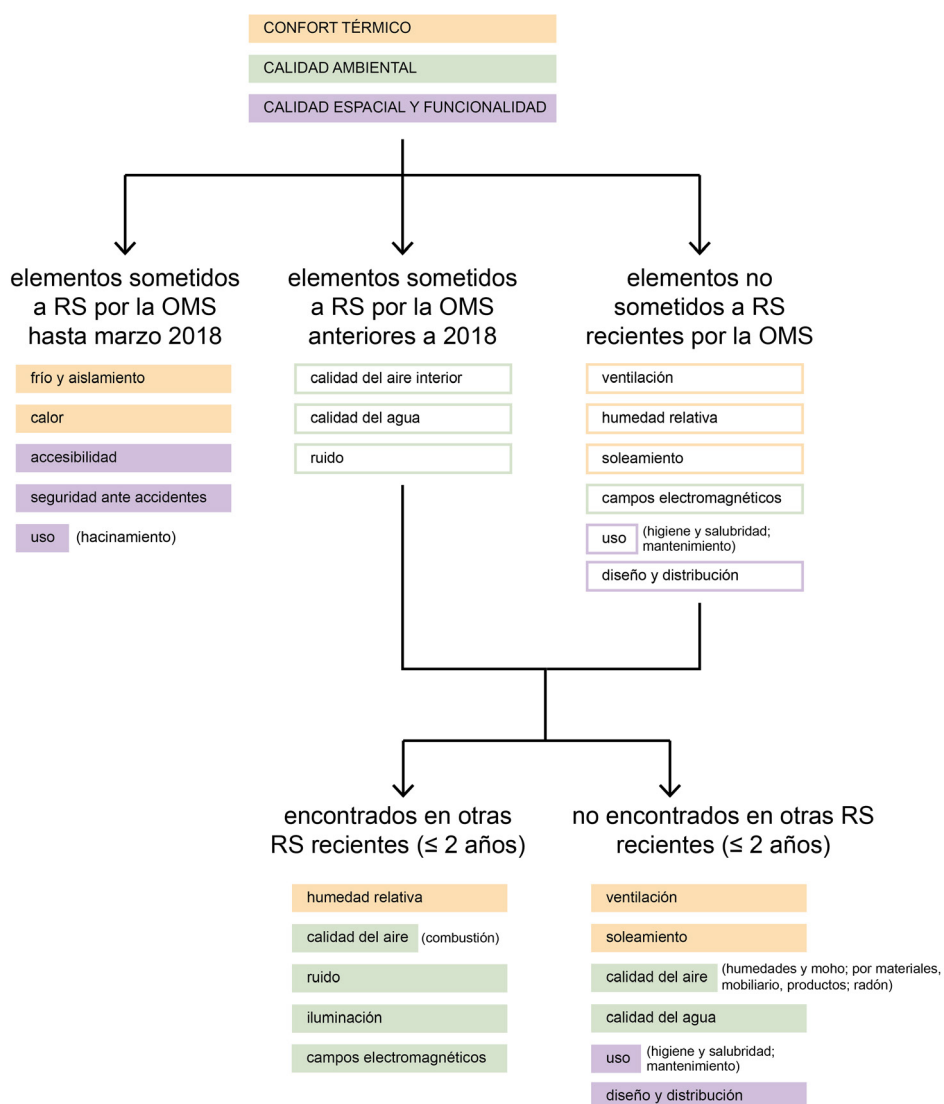
Figura 4. Mapa de determinantes de la salud en la vivienda y enfoques de interés



Fuente: Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal).

Con el objetivo de disponer de un nivel suficientemente homogéneo de evidencia entre elementos (asumiendo, no obstante, que habría elementos sobre los que existiría mucha más evidencia científica publicada que sobre otros), y ante las limitaciones de tiempo y recursos, se pasó a determinar la pertinencia de búsquedas ampliadas y sistemáticas para una selección de elementos, ponderando la prioridad de cada uno en función de lo siguiente:

Figura 5. Clasificación de los elementos del mapa en función de las revisiones sistemáticas (RS) recientes (2018-2020) encontradas durante la búsqueda preliminar



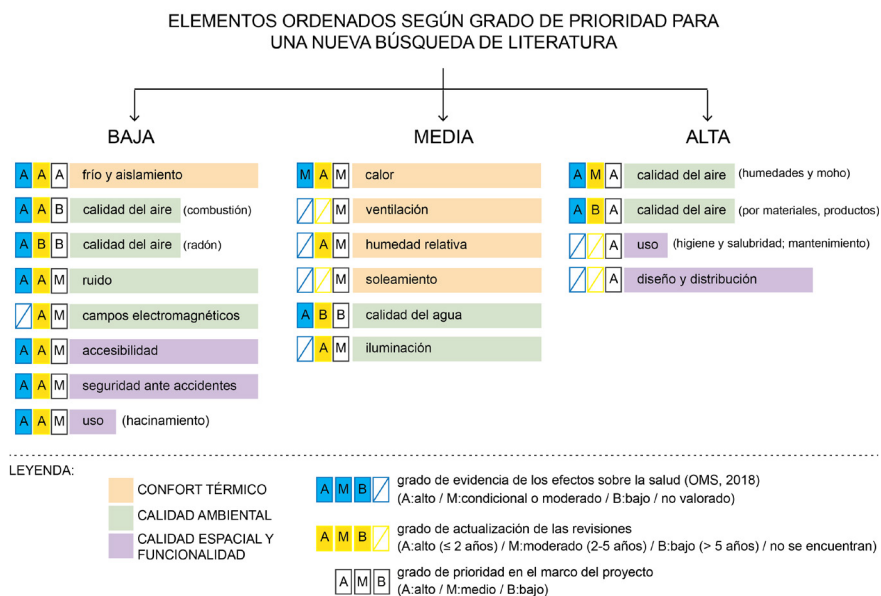
- Grado de evidencia de los efectos sobre la salud establecidos por la OMS en *WHO Housing and health guidelines* (2018), cuando fuera de aplicación.
- Grado de actualización de las revisiones sistemáticas.
- Grado de prioridad en relación con las líneas de trabajo de los servicios de Salud Pública y de Vivienda de la Diputación de Barcelona (expuestas en las reuniones de trabajo).

Tras la valoración de estos parámetros, se propuso para cada elemento un grado de prioridad, alto, medio o bajo, con el fin de llevar a cabo sobre este elemento una revisión actualizada (figura 6). Para los elementos de prioridad baja y media, se efectuó la lectura y el análisis de revisiones sistemáticas recientes (2018-2020) encontradas en las búsquedas preliminares, así como la elaboración de conclusiones a partir de sus resultados.

Para los elementos de prioridad alta, se efectuaron búsquedas ampliadas en las bases de datos PubMed, Google Scholar y Cochrane. Para ello, se utilizaron palabras clave y se limitó la búsqueda a publicaciones en lengua inglesa entre los años 2018 y 2020. Entre los criterios de inclusión se encuentra el de limitar la búsqueda a las investigaciones desarrolladas en países incluidos en la categoría de altos ingresos (*high-income countries*) del Banco Mundial.

Los detalles de las búsquedas se encuentran recogidos en el anexo A de este documento.

Figura 6. Clasificación de los elementos del mapa en función del grado de prioridad (bajo, medio o alto) para una nueva búsqueda de literatura



1. Confort térmico



Frío y aislamiento. Gran parte de las viviendas en regiones con inviernos suaves no protegen adecuadamente del frío. Además, cerca de 50 millones de hogares en la Unión Europea experimentan algún tipo de pobreza energética. Las mejoras en el calentamiento y la eficiencia energética en la vivienda tienen impactos positivos sobre la salud física, mental y social de sus habitantes.



Calor. Las altas temperaturas interiores afectan a nuestra salud respiratoria, pueden exacerbar síntomas de trastornos mentales y se asocian a un aumento de la mortalidad por todas las causas. Los grupos desfavorecidos socioeconómicamente tienen más riesgo de mortalidad relacionada con la exposición a calor excesivo en la vivienda.



Ventilación. Una renovación suficiente del aire interior es fundamental para evitar la acumulación de contaminantes asociados a múltiples efectos nocivos sobre la salud. La mayoría de las viviendas se ventilan de forma natural (es decir, las ventilan sus usuarios), con el riesgo de que la calidad del aire interior empeore notablemente en invierno.



Humedad relativa. Los niveles altos de humedad relativa en la vivienda favorecen la aparición de humedades y el crecimiento de moho, bacterias o ácaros. Estas condiciones se asocian a efectos sobre la salud respiratoria. Por otro lado, los niveles bajos de humedad relativa se asocian a los síntomas del ojo seco, la sequedad nasal o el aumento de la electricidad estática.



Soleamiento. La exposición a iluminación natural en espacios de trabajo y aprendizaje se asocia a un mejor rendimiento, una mayor capacidad de atención y la reducción del estrés y la fatiga. Además, exponernos a luz solar directa contribuirá a aumentar nuestros niveles de vitamina D, que proporcionan protección ante distintas enfermedades.

1.1. Frío y aislamiento

Las condiciones de frío en distintos espacios interiores de la vivienda pueden deberse a la temperatura exterior o a la falta de aislamiento térmico, de estanqueidad o de calefacción. En la Unión Europea, 54 millones de personas no pueden mantener sus viviendas suficientemente calientes, especialmente en hogares pobres, los habitados por familias monoparentales con menores dependientes o los de personas solas mayores de 65 años (1).

En España, existen 12 millones de viviendas que no reúnen las condiciones suficientes para garantizar el confort térmico de sus ocupantes y que necesitan una rehabilitación energética (36). Estas rehabilitaciones permitirían reducir pérdidas de calor en las viviendas y tendrían un impacto positivo en cuanto al ahorro energético, la habitabilidad y la reducción de emisiones al medio ambiente. A este respecto, una reciente comunicación de la Comisión Europea (40) indica que se destinarán esfuerzos (con la ayuda de los fondos COVID-19) a «enverdecer» nuestro parque edificado. En el caso de la mejora de la eficiencia energética del parque de viviendas existente, estas intervenciones tendrán múltiples beneficios; por ejemplo, sobre la economía familiar (al reducir el gasto en energía para calefactar la vivienda), mediante el aumento de las condiciones de confort (al sellar puentes térmicos, evitar corrientes de aire indeseadas o amortiguar los cambios de temperatura que se dan en el exterior) o la reducción de las emisiones contaminantes al entorno (al requerir menos aporte de energía para calefactar y, además, recurrir de forma prioritaria a fuentes renovables para ello).

No obstante, resulta relevante indicar que, aunque las mejoras en la eficiencia energética de la vivienda pueden tener múltiples consecuencias positivas que propicien una mejora en el estado de salud de sus habitantes, tienen sus limitaciones y no se pueden tomar como una única solución encaminada a las mejoras en la salud y el medio ambiente. Como se expone a continuación, el alcance de sus efectos positivos sobre la salud dependerá, en gran medida, del punto de partida de las viviendas, por lo que resulta especialmente importante la selección estratégica de estas intervenciones.

Efectos sobre la salud: estado de la evidencia

- La mortalidad durante el invierno es mayor en regiones con climas más suaves que en regiones con inviernos más severos.

Esto se debe, en parte, a la capacidad de las viviendas de proteger del frío.

- Existen asociaciones entre las bajas temperaturas interiores y los efectos adversos sobre la salud, así como asociaciones entre la instalación de aislamiento térmico en vivienda existente y las mejoras en la salud de sus residentes.
- Resulta especialmente relevante para la salud (tanto de los adultos como de los niños) combatir las temperaturas excesivamente bajas en los dormitorios, frente a otras estancias de la vivienda.
- Una temperatura mínima interior por encima de 18 °C podría ser necesaria para algunos grupos vulnerables como personas mayores, niños o enfermos crónicos.
- Las mejoras en cuanto al calentamiento de la vivienda y en su eficiencia energética (principalmente, en lo que respecta a las viviendas de colectivos vulnerables) muestran impactos positivos en la salud física (enfermedades respiratorias), mental y social.
- Se estima que cerca de 50 millones de hogares en la Unión Europea experimentan algún tipo de pobreza energética.
- Los hogares monoparentales en Europa muestran una mayor vulnerabilidad y dificultad para mantener la vivienda a una temperatura de confort por condiciones de frío. En Cataluña, según datos del 2015, el 80 % de hogares monoparentales están encabezados por mujeres.

La OMS, en su revisión del 2018 (4), indica que la mayoría de la evidencia sobre el impacto de la exposición al frío sobre la salud viene de estudios que conectan la temperatura exterior con los efectos sobre la salud. Por ejemplo, las olas de frío se asocian a un incremento de la mortalidad y morbilidad tanto respiratoria como cardiovascular. Asimismo, los índices de mortalidad y morbilidad en países con climas fríos o templados son mayores en invierno que en verano.

No obstante, la OMS indica que la evidencia de que las temperaturas frías interiores tienen efectos adversos sobre la salud está creciendo. Resulta relevante indicar que la mortalidad durante el invierno es mayor en regiones con climas más suaves que en regiones con inviernos más severos. Esto se debe, en parte, a la capacidad de las viviendas de proteger ante estas condiciones²². A menudo, las viviendas en las regiones

22. Al respecto, y como se detallará más adelante en referencia a la salud cardiovascular, un estudio realizado en Japón (252) encontraba asociaciones más fuertes durante los meses

templadas no disponen de sistemas de calefacción eficientes o no están correctamente aisladas, como sí lo están las viviendas en regiones más frías, de modo que resulta difícil y costoso calentar el interior de la vivienda hasta alcanzar temperaturas de confort.

A este respecto, la instalación de soluciones de aislamiento térmico, como la rehabilitación en la envolvente de la vivienda, no solo facilitará la climatización del espacio, sino que reducirá también fisuras y puentes térmicos en dicha envolvente que podrían estar contribuyendo a pérdidas de calor del interior hacia el exterior.

Por lo tanto, este elemento tiene necesariamente dos dimensiones: la de los efectos sobre la salud de la exposición al frío y la de los efectos sobre la salud de las intervenciones en la envolvente de la vivienda basadas en la incorporación de aislamiento térmico. Por ello, la OMS, en su revisión del 2018 (4), plantea dos revisiones sistemáticas paralelas pero complementarias, a fin de responder a las siguientes dos preguntas:

- ¿Los residentes en viviendas donde las temperaturas interiores son inferiores a 18 °C tienen peores condiciones de salud que las personas que viven en viviendas con temperaturas interiores superiores a 18 °C?
- ¿Las personas que viven en viviendas con aislamiento térmico en su envolvente tienen mejores condiciones de salud que las que viven en viviendas sin aislamiento?

Ante estas dos preguntas, la OMS concluye que sí. La revisión sistemática encuentra que existen asociaciones entre las bajas temperaturas interiores y los efectos adversos sobre la salud, así como asociaciones entre la instalación de aislamiento térmico en la vivienda existente y las mejoras en la salud de sus residentes. La certeza de la evidencia encontrada en esta revisión se considera moderada en el caso de la primera afirmación. En el caso de la instalación de aislamiento térmico asociada a mejoras en la salud, la certeza de la evidencia se considera alta, aunque esta calificación varía en función de los distintos tipos de aislamiento.

Considerando la certeza de esta evidencia, y sopesando los beneficios (frente a los perjuicios) de aumentar la temperatura en los interiores de vivienda y de instalar aislamiento térmico en su envolvente, la recomen-

de frío entre temperatura interior y presión arterial que entre temperatura exterior y presión arterial.

dación que efectúa la OMS al respecto es firme en el caso de la primera y condicional en el caso de la segunda.

Temperaturas de referencia

A pesar de que la evidencia disponible en la actualidad es insuficiente para establecer con precisión una temperatura por debajo de la cual aumenta el riesgo de efectos nocivos sobre la salud, la OMS alude a un «consenso generalizado» entre la comunidad científica de que no existe por el momento un riesgo demostrable para la salud de las personas sanas sedentarias que vivan con una temperatura del aire de entre 18 °C y 24 °C. Sin embargo, como se indica en la revisión (4), una temperatura mínima interior por encima de los 18 °C podría ser necesaria para algunos grupos vulnerables como personas mayores, niños, o enfermos crónicos.

No obstante, una publicación que evaluaba el programa Warm Front de rehabilitación energética en viviendas del Reino Unido entre los años 2000 y 2013 sugería que, más allá de las concepciones más habituales de temperatura de confort, las personas que tienen mayor control sobre las condiciones térmicas de su hogar experimentan menos ansiedad y depresión que aquellas con un control limitado sobre estas condiciones térmicas en su vivienda²³.

Una reciente revisión (41) sugiere que existe una base científica muy limitada para fijar este umbral de los 18 °C establecido por la OMS. Por ello, los autores sugieren que, hasta que futuras investigaciones llenen este vacío de conocimiento, las guías de temperaturas de entre 18 °C y 24 °C deberán tomarse con precaución y en conjunción con medidas de humedad relativa y confort térmico.

Una reciente guía sobre edificios y salud (36) hace hincapié en la idea de que la temperatura del aire, aisladamente, no es un correcto indicador del confort, ya que los principales factores del confort térmico incluyen la temperatura, la humedad relativa y la velocidad del aire. El concepto de temperatura operativa incorpora la temperatura media radiante de paredes y cerramientos que rodean a la persona. Así, y contemplando cambios en la vestimenta en función de la estación del año, el Reglamento

23. Resultado de un estudio basado en encuestas y entrevistas telefónicas a hogares del Reino Unido que recibieron subvención del Warm Front Scheme para la mejora en la eficiencia energética de su vivienda. Este estudio encontraba que había hogares que se resistían a aumentar la temperatura de su vivienda (por encima de los 16 °C de media en dormitorios o de los 18 °C en estancias como el salón), a pesar de las mejoras en eficiencia energética que se habían llevado a cabo en ella. Los hogares que explicaban que lo hacían «por motivos de salud» manifestaban menos síntomas de ansiedad y depresión que los residentes de hogares que expresaban menos control sobre la temperatura de su vivienda.

de Instalaciones Térmicas en los Edificios (RITE), aprobado por el Real Decreto 1027/2007, establece, en la instrucción técnica 1.1.4 para personas con actividad metabólica sedentaria (que es la que podría presuponerse en la vivienda), las siguientes condiciones para garantizar confort térmico a, como mínimo, el 90 % de las personas:

- Verano: temperatura operativa entre 23 °C y 25 °C, humedad relativa entre 45 % y 60 %.
- Invierno: temperatura operativa entre 21 °C y 25 °C, humedad relativa entre 40 % y 50 %.

A ello se suma la recomendación de evitar un gradiente térmico mayor de 3 °C entre la cabeza y los pies (especialmente si la cabeza está más caliente), garantizar que la temperatura durante el sueño se encuentre siempre entre 19 °C y 29 °C o evitar la asimetría térmica entre techos y paredes (con especial atención a las superficies acristaladas, que son más difíciles de controlar térmicamente).

Efectos sobre la salud respiratoria

El aire frío inflama los pulmones e inhibe la circulación, lo que incrementa el riesgo de sufrir asma o infecciones y agrava los síntomas de la enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) (4). De los cuatro estudios incluidos en la revisión de la OMS del 2018, tres mostraron que el frío en interiores aumentaba la morbilidad respiratoria. Un estudio transversal en adultos con EPOC encontró que mejoraba el estado de salud de los participantes con el aumento de horas de exposición a temperatura interior igual o superior a 21 °C.

Resulta especialmente relevante para la salud (tanto de adultos como de niños) combatir las temperaturas excesivamente bajas en los dormitorios, frente a otras estancias de la vivienda. Un estudio publicado en el 2008 (42) encontraba mejoras en la salud (especialmente de aquellos adultos fumadores frente a otros no fumadores) a medida que aumentaba el número de noches que pasaban con una temperatura en el dormitorio (durante al menos nueve horas) igual o superior a 18 °C. En el caso de un estudio con niños con asma publicado en el 2013 (43) se encontraba que, a partir de los 9 °C, cada aumento de 1 °C de temperatura en el dormitorio se asociaba con pequeños (pero significativos) incrementos en la función pulmonar. En particular, la exposición a estas condiciones en el dormitorio mostraba una asociación más fuerte que en el caso de la temperatura en el salón o sala de estar.

Efectos sobre la salud cardiovascular

El aire frío también puede producir vasoconstricción, causante de estrés del sistema circulatorio, que podría desembocar en efectos cardiovasculares como cardiopatía isquémica, enfermedad coronaria, infartos, hemorragia subaracnoidea o incluso mortalidad (4). Todos los estudios incluidos en la revisión de la OMS al respecto encontraron asociaciones entre las bajas temperaturas interiores y el aumento de la presión arterial.

Un estudio de cohorte llevado a cabo en Japón y publicado en el 2014 encontraba que, en personas mayores de 60 años, cada descenso de 1 °C de temperatura en interiores se asociaba de forma significativa a un aumento de los niveles de presión arterial en diferentes momentos del día (44). En la misma línea, un estudio efectuado en el Reino Unido encontraba que, por cada 1 °C de aumento de temperatura, se mostraban bajadas en la presión arterial sistólica y diastólica de los participantes en la investigación. Dos estudios realizados en Escocia (45) apuntaban a que las personas que vivían a temperaturas por debajo de 18 °C tenían un mayor riesgo (9 % más) de padecer presión arterial alta. Este riesgo aumentaba en temperaturas por debajo de los 16 °C.

Efectos sobre la salud de las intervenciones en la envolvente térmica

Como se ha mencionado anteriormente, en la revisión realizada por la OMS en el 2018 se incluyeron, también, estudios que exploraran los beneficios sobre la salud de la existencia o la introducción de aislamiento térmico en la vivienda. Uno de estos estudios, llevado a cabo en Nueva Zelanda, se centró en hogares en los que al menos uno de sus miembros padecía una enfermedad respiratoria crónica y cuyas viviendas habían sido rehabilitadas con aislamiento térmico. Este estudio (46) encontraba asociaciones significativas entre la introducción del aislamiento en la vivienda y una reducción del riesgo de mala salud mental, sibilancias autopercebidas en los tres meses sucesivos, resfriados o gripes, así como absentismo escolar y laboral. También mostraba que el número de visitas al médico era menor en el caso de los habitantes de viviendas aisladas térmicamente. Una investigación efectuada en los Estados Unidos (47) apuntaba, también, a beneficios en la salud mental asociados a mejoras en la vivienda relativas al aislamiento térmico y la estanqueidad; no obstante, esto no era así en relación con una mejora del estado de salud en general.

Otro estudio en Nueva Zelanda encontraba mayores beneficios a vivir en una vivienda aislada térmicamente para personas con enfermedades cardiovasculares previas, frente a personas con enfermedades respiratorias previas. En el caso de mayores de 65 años con hospitalizaciones pre-

vias debidas a enfermedades vasculares, los índices de mortalidad eran menores para los que vivían en viviendas aisladas térmicamente (48).

Al mismo tiempo, distintos estudios incluidos en la revisión de la OMS no encontraron asociaciones significativas entre los aspectos mencionados. Un estudio realizado sobre comunidades con bajos ingresos en Gales (Reino Unido) (49) evaluaba los efectos de un programa de rehabilitación de viviendas enfocado a la eficiencia energética. El estudio no encontraba mejoras en la salud mental y física a corto plazo, ni reducciones de síntomas autopercebidos respiratorios o de asma. Sin embargo, sí hallaba mejoras en la percepción subjetiva de bienestar, así como en distintos aspectos psicosociales, como mayor satisfacción térmica, menor impresión de tener que soportar el frío para ahorrar en costes, menor dificultad económica, o una reducción del aislamiento social. Esto, sugieren los autores, son aspectos que pueden propiciar una mejora en el estado de salud en general, a pesar de que (según los resultados de su estudio) la inversión en eficiencia energética en comunidades con bajos ingresos no produzca mejoras en la salud autopercebida de sus ocupantes a corto plazo.

En cuanto a las diferencias entre tipos de aislamiento, destaca un estudio transversal llevado a cabo en el Reino Unido (50) basado en encuestas, que se repitieron cinco veces a lo largo de un periodo de siete años (2009-2016). Este estudio encontraba, en general, que distintas mejoras en la vivienda (nuevas ventanas y puertas, caldera, cocina, baños, instalación eléctrica, así como diferentes tipos de aislamiento térmico) se asociaban no solo a una mejor salud respiratoria y mental de sus ocupantes, sino también a mejoras sociales, como la satisfacción, el confort térmico y el alivio económico del hogar. En lo que se refiere a tipos de aislamiento térmico de la vivienda, encontraba efectos positivos sobre la salud respiratoria, mental y la salud en general que se relacionaban con el aislamiento de cubiertas y los sistemas de aislamiento térmico exterior en fachadas. Sin embargo, sorprendentemente, encontraba impactos negativos sobre la salud en el caso del aislamiento inyectado en las cámaras de aire de las fachadas.

Es relevante indicar que, aunque el aislamiento térmico en la vivienda (combinado con el control de huecos) proporciona una estabilidad térmica al amortiguar la onda térmica exterior y evitar, así, que se produzcan temperaturas extremas en los espacios interiores, este recurso puede no ser suficiente para proporcionar confort térmico durante los meses de calor²⁴. Ni siquiera en el caso de viviendas con la máxima certificación

24. El problema del calor excesivo en la vivienda se aborda en el apartado 1.2.

verde, como indica un estudio reciente realizado en Nueva Zelanda (51). Por ello, a la introducción de aislamiento térmico se suman recursos arquitectónicos como la orientación y el tamaño de los huecos, la colocación de elementos de sombra y cortavientos o los sistemas de ventilación nocturna²⁵; todo ello encaminado a conseguir niveles de bienestar térmico interior. Por lo tanto, encontramos que garantizar unas condiciones térmicas saludables es un juego de equilibrios. Los grandes huecos de ventana, que procuran introducir la máxima cantidad de luz al interior, pueden, al mismo tiempo, suponer (por su baja inercia térmica) un reto desde el punto de vista de la eficiencia energética y del control de la temperatura.

El exceso de vidrio en la envolvente manifiesta serios problemas durante su vida útil, entre los que destacan el exceso de pérdidas energéticas en invierno y de ganancias solares en verano. No obstante, la tecnología, en este sentido, se encuentra muy avanzada; mediante tratamientos de capa, cámaras de aire, así como otras soluciones novedosas de actuación en la cámara, es posible reducir significativamente estos problemas. De forma destacada, los vidrios bajo emisivos reducirán las pérdidas de calor hacia el exterior, mientras que los vidrios de control solar reflejarán buena parte de la radiación solar hacia el exterior, lo que reducirá las ganancias solares excesivas en verano. En este último caso habría que considerar, no obstante, el efecto que pueda tener sobre el entorno inmediato.

Un estudio incluido en la revisión de la OMS del 2018 encontró que los índices de tos en una muestra de población escocesa eran significativamente menores en las viviendas con ventanas de doble capa (con cámara de aire). Un estudio efectuado en el Reino Unido sobre la población residente en viviendas sociales, publicado en el 2017 (52), indicaba que el doble acristalamiento mejoraba el estado de salud de los miembros del hogar en un 4,8 %.

Las mejoras en cuanto al calentamiento de la vivienda y en su eficiencia energética (principalmente, en viviendas de colectivos vulnerables) muestran impactos positivos en la salud en general, así como, específicamente, sobre la salud física (enfermedades respiratorias), mental y social. En cuanto a esta última dimensión, las mejoras en el calentamiento de la vivienda y en su eficiencia energética se han asociado a menor absentismo en el trabajo y en el centro educativo, mayor disposición a invitar a personas a la propia vivienda, mayor uso de la vivienda para actividades

25. Como se detallará en los apartados sucesivos referidos a ventilación (1.3), humedad relativa (1.4) y soleamiento (1.5).

de ocio y estudio, incremento de la privacidad y mejoras en las relaciones sociales entre convivientes (53). Sin embargo, el alcance de estos efectos positivos por las citadas mejoras dependerá del punto de partida de las viviendas, por lo que resulta especialmente importante la selección estratégica de las intervenciones.

Una revisión sistemática de la literatura publicada en el 2009 apuntaba a que la inversión en eficiencia energética y en mejoras enfocadas al calentamiento de viviendas inadecuadas habitadas por individuos con mala salud eran las inversiones en vivienda con mayor potencial para la mejora en salud (53). También desde el punto de vista de la amortización económica de las intervenciones en la vivienda (contemplando el potencial ahorro en servicios sanitarios, como se detalla en el apartado 4.2), una revisión al respecto publicada en el 2017 (54) indicaba que las inversiones en aislamiento y ventilación adecuadas pueden llegar a tener una ratio coste-beneficio de hasta 1:6.

En el Reino Unido, el programa Warm Front dotaba a determinados hogares vulnerables de recursos económicos destinados a la mejora de la eficiencia energética en las viviendas. El programa incentivó la rehabilitación energética de 2,3 millones de viviendas entre los años 2000 y 2013, y se observó, entre sus resultados, una mejora significativa en la salud mental de sus residentes: la reducción de síntomas depresivos, estrés y ansiedad (55). Además, otro estudio, que evalúa la efectividad del programa (56), indica que la iniciativa no solo disminuyó la prevalencia de pobreza energética, sino que también redujo emisiones de efecto invernadero y produjo un ahorro medio por hogar participante de 1.894,79 libras esterlinas, además de obtener un nivel de satisfacción muy alto por parte del 90 % de los residentes participantes en el programa.

Desigualdad y colectivos vulnerables

Como se ha mencionado anteriormente, en España existen 12 millones de viviendas que no reúnen las condiciones suficientes para garantizar el confort térmico de sus ocupantes y que necesitan una rehabilitación energética (36). Además, mientras que en los hogares por encima del nivel relativo de pobreza la prevalencia de este riesgo es de en torno al 6 %, en los hogares por debajo de este nivel la prevalencia asciende al 23 %. Las viviendas con bajos ingresos son, por lo tanto, 3,8 veces más proclives a sufrir dificultades para mantener la vivienda a una temperatura de confort por condiciones de frío. En cuanto al tipo de hogar, los hogares monoparentales muestran mayor vulnerabilidad a este riesgo (1).

España ocupa la cuarta posición del grupo Euro 1 en cuanto a niveles de desigualdad en la prevalencia de este riesgo en función del quintil económico de los hogares (después de Grecia, Portugal e Italia), mostrando, de nuevo, el mayor salto entre los hogares en el quintil más pobre y el segundo más pobre. La desigualdad va aumentando según se desciende en el quintil económico (1). Los factores socioeconómicos juegan un papel muy relevante a la hora de determinar si una vivienda es suficientemente cálida. Los bajos ingresos fuerzan a las personas a vivir en viviendas más antiguas, con mayor probabilidad de construcciones inadecuadas y un aislamiento térmico insuficiente o, en muchos casos, inexistente.

La principal carga sobre la salud de una exposición al frío en la vivienda la sufren las personas mayores, en forma de enfermedades respiratorias y cardiovasculares. En el caso de los niños, los efectos son principalmente enfermedades respiratorias. Así, la OMS, en su revisión del 2018 (4), indica que, a pesar de existir un amplio consenso en la comunidad científica de que no existe por el momento un riesgo demostrable para la salud de las personas sanas sedentarias que vivan con una temperatura del aire de entre 18 °C y 24 °C, sí se advierte que una temperatura mínima interior por encima de 18 °C podría ser necesaria para algunos grupos vulnerables como personas mayores, niños, o enfermos crónicos. Además, como se ha mencionado anteriormente, será necesario combatir particularmente las temperaturas excesivamente bajas en los dormitorios, pues estas han demostrado tener las mayores repercusiones sobre la salud tanto de niños como de adultos, según la evidencia científica disponible hasta el momento (42 y 43).

Pobreza energética

Aunque no formalmente definido como un derecho de toda persona (como sí lo son el derecho a agua y al saneamiento, según las Naciones Unidas), el acceso a la energía sostenible y no contaminante constituye el séptimo Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS 7). Alcanzar este objetivo en el ámbito de la vivienda depende principalmente de tres factores: los elementos y las instalaciones de dicha vivienda, la capacidad de las autoridades para proveer el servicio de forma adecuada y segura, así como la capacidad del hogar de hacer frente a los costes de este servicio²⁶.

26. Véase al respecto el EU Energy Poverty Observatory —EPOV— (<https://www.energypoverty.eu/about/what-energy-poverty>).

El concepto «pobreza energética» fue acuñado por primera vez por Brenda Boardman en 1991, en *Fuel Poverty: From Cold Homes to Affordable Warmth* (57). Se produce por una combinación de alto consumo energético, bajos ingresos, edificios e instalaciones o equipos ineficientes y necesidades energéticas específicas de la vivienda. La pobreza energética también se define comúnmente en la literatura actual como la necesidad de invertir más del 10 % de la renta del hogar en pagar las facturas de la energía (56).

Se estima que cerca de 50 millones de hogares en la Unión Europea experimentan algún tipo de pobreza energética (58). A los efectos sobre la salud mental y social que pueda generar el hecho de no poder hacer frente a los gastos en energía se unen los riesgos asociados a la incapacidad de mantener unas condiciones de confort térmico en la vivienda, tanto por frío como por calor extremo (detallados previamente en este apartado para el caso del frío, así como en el apartado 1.2 para el caso del calor). Además, recurrir a combustibles más baratos e inapropiados puede afectar directamente a la calidad del aire interior, lo que provoca, a su vez, mayores impactos negativos sobre la salud (como se detallará más adelante, en el apartado 2.1). Sin embargo, el uso de determinados combustibles no solo afecta al aire interior; también contribuye a la contaminación del aire exterior, por lo que afecta a un mayor número de personas del entorno inmediato.

Existe evidencia que asocia la pobreza energética a efectos significativos sobre la salud, al aumento de peso, a una mayor susceptibilidad a enfermedades en los niños, así como a efectos sobre la salud mental tanto en adultos como en adolescentes. Además, la pobreza energética se vincula a un mayor riesgo de mortalidad respiratoria y cardiovascular (1). En Europa, los grupos con menores rentas gastan una proporción mayor de su renta en energía (1), por lo que se convierten en un grupo especialmente vulnerable a sufrir pobreza energética. Sin embargo, resulta relevante señalar que la pobreza energética no está vinculada al clima; informes recientes indican que Finlandia y Suecia muestran los niveles más bajos de gasto en energía por hogar en comparación con el resto de países europeos, así como niveles muy bajos de desigualdad entre grupos de renta (quintiles) en su país (1).

La atención al problema multidimensional de la pobreza energética ha ido en aumento en los últimos años, de forma que han aparecido informes específicos al respecto tanto a escala europea (58) como local. En este sentido, por ejemplo, un estudio en la ciudad de Madrid publicado en el 2017 (60) identificaba a las mujeres y a la población migrante

como los dos grupos más vulnerables a la pobreza energética. Pero, por otro lado, los grupos poblacionales más vulnerables a los extremos térmicos (como las personas mayores, las mujeres embarazadas, las personas dependientes, los niños y las personas con enfermedades neurodegenerativas) también se consideran grupos especialmente vulnerables a la pobreza energética. El informe del 2018 titulado *Radiografies de la situació del dret a l'habitatge, la pobresa energètica i el seu impacte en la salut a Barcelona* (59) también identifica a las mujeres como un grupo especialmente vulnerable a sufrir pobreza energética, así como los residentes en régimen de alquiler o en situación irregular en cuanto a la vivienda.

Las desigualdades de género vinculadas a la pobreza son una línea de estudio que comenzó a establecerse en años setenta del siglo xx, intensificándose en la década de los noventa y continuando ahora en vinculación con los ODS (61). En lo que respecta específicamente a la pobreza energética, literatura reciente señala que existen múltiples factores que hacen a las mujeres especialmente vulnerables a sufrir esta condición; este es un fenómeno conocido como la feminización de la pobreza energética (*feminization of energy poverty* o *female face of poverty*).

Por un lado, como indica el reciente informe sobre las desigualdades en la exposición a riesgos ambientales en Europa (1), los hogares monoparentales muestran una mayor vulnerabilidad y dificultad para mantener la vivienda a una temperatura de confort por condiciones de frío. Y, en este sentido, señala que la gran mayoría de hogares monoparentales están encabezados por mujeres. En Cataluña, datos del 2015 indican que el 80 % de hogares monoparentales están encabezados por mujeres (62).

Por otro lado, distintos estudios sobre la pobreza energética a menudo contemplan el hogar como elemento monolítico de referencia o unidad de medida. La falta de datos detallados y disgregados en función del género hacen difícil comprender las diferencias dentro de la unidad familiar o de convivientes, lo que enmascara o invisibiliza la pobreza energética femenina que pudiera acontecer (62, 63 y 64). Aspectos como la brecha salarial, una mayor dependencia económica o un mayor tiempo dedicado a las actividades domésticas (como la limpieza o los cuidados) son factores que vinculan a la mujer de forma más directa y prolongada a la vivienda, al tiempo que la hacen más vulnerable a unas condiciones precarias derivadas de la pobreza energética (62).

Los datos disponibles son, por el momento, insuficientes, por lo que será necesario seguir estudiando este problema de la pobreza energética desde sus múltiples facetas; entre ellas la social, la de la salud y la de género.

En lo que respecta a la vivienda...

La exposición a temperaturas excesivamente frías en la vivienda puede deberse a una construcción inadecuada y a equipos poco eficientes. Esto, en ocasiones, se ve agravado por una dificultad económica de los hogares para afrontar los gastos derivados de calentarla.

Dotar a las viviendas de aislamiento térmico suficiente evitará que se produzcan pérdidas de calor no deseadas. Además, esto tendrá un impacto positivo en cuanto al ahorro energético, la habitabilidad y la reducción de emisiones al medio ambiente. Todo ello supone una mejora en el estado de salud general, así como, de forma específica, sobre la salud respiratoria y cardíaca, la reducción del estrés y una mayor facilidad para la socialización en el hogar.

La evidencia científica disponible demuestra que una vivienda mantenida a una temperatura mínima por encima de los 18 °C (o mayor, en el caso de algunos grupos vulnerables como personas mayores, niños o enfermos crónicos) podrá prevenir efectos adversos sobre la salud cardiovascular, así como mejorar la calidad de vida de las personas con enfermedades cardiovasculares previas. Dotar a la envolvente térmica de aislamiento suficiente y a los huecos de ventana de doble capa y cámara de aire (así como de otras soluciones, como puede ser la instalación de vidrios bajo emisivos) podrá tener un impacto positivo sobre la salud respiratoria de los habitantes. En particular, distintos estudios sugieren que es en los dormitorios (tanto de niños como de adultos) donde es más conveniente prevenir las temperaturas excesivamente bajas.

1.2. Calor

El interés desde la salud pública por los efectos del calor ha ido en aumento en los últimos años, en gran parte por la creciente frecuencia y duración de las olas de calor a escala mundial, como consecuencia del cambio climático. Por ejemplo, la ola de calor en agosto del 2003 sobre dieciséis países de Europa se ha asociado a un exceso de 70.000 muertes (4). La población anciana, los enfermos crónicos y los inmovilizados en sus domicilios sufrieron estas condiciones de forma destacada (36).

Los entornos urbanos son especialmente vulnerables a estos efectos. Las ciudades son lugares donde vive cada vez una mayor proporción de

la población y donde, según el último informe publicado por el IPCC,²⁷ el impacto de la subida de temperaturas sobre la salud de las personas será mayor, debido en gran medida al efecto isla de calor. Asimismo, salvo en los países donde existe un uso generalizado del aire acondicionado, las temperaturas altas exteriores se asocian a altas temperaturas interiores.

Sin embargo, las condiciones de calor excesivo en espacios interiores de la vivienda se pueden deber no solo a la temperatura exterior. Factores como la orientación y la disposición de huecos que deriven en una incidencia excesiva de radiación solar, el efecto invernadero, la falta de aislamiento térmico o una inadecuada ventilación también son relevantes a la hora de influir en la temperatura interior de la vivienda. Además, en ello juega un papel muy relevante la humedad relativa, pues la respuesta humana a las condiciones de calor depende de la habilidad que tenga el cuerpo para refrigerarse. En este sentido, un mecanismo fundamental es la transpiración y su evaporación de la piel; la humedad relativa (o, de forma más precisa, la temperatura del punto de rocío del aire) podrá facilitar o limitar este mecanismo, al reducir o incluso impedir que esta evaporación se produzca.

También será muy relevante, a este respecto, el comportamiento de los habitantes en cuanto a los hábitos de ventilación y al uso de persianas en horas adecuadas. Junto con la instalación y el correcto uso de sistemas pasivos influirá, por supuesto, la disponibilidad de sistemas de refrigeración como el aire acondicionado. Este aspecto está determinado en buena medida por la renta de los hogares y puede derivar en situaciones de desigualdad, al ser las personas con menos recursos quienes más se expongan al calor excesivo en sus viviendas. Además, los equipos de aire acondicionado pueden exacerbar estas desigualdades al contribuir al cambio climático y emitir calor y ruido al entorno inmediato, lo que afectará negativamente a la salud de las personas de este entorno; en particular, a la salud de las que no pueden permitirse estos equipos (4).

Efectos sobre la salud: estado de la evidencia

- A pesar de que la evidencia científica que asocia la exposición al calor en interiores y la salud es baja, sí existen fuertes evidencias que vinculan las altas temperaturas exteriores a la mortalidad. Esto es relevante tanto de cara a atender a las zonas comunes

27. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf.

exteriores y la urbanización colindante como para extrapolar a la relación entre la salud y las temperaturas interiores.

- Un estudio sobre quince ciudades europeas detectó que cada 1 °C de aumento de temperatura (respecto a los límites de 29,4 °C para las ciudades mediterráneas y de 23,3 °C para las ciudades del norte continental) se asociaba a un aumento de la mortalidad por todas las causas.
- La reducción en el número de días de exposición a temperaturas por encima de 27 °C se asocia a una mejora en la salud y la calidad de vida autopercibidas, menor estrés emocional y más horas de sueño.
- Una reciente revisión sistemática encuentra la evidencia más robusta en las relaciones entre las altas temperaturas interiores y la morbilidad respiratoria.
- Los síntomas de trastornos mentales como esquizofrenia y demencia son significativamente exacerbados en condiciones de calor.
- La absorción de insulina en personas con diabetes de tipo 1 se ve acelerada por el calor, pudiendo potencialmente afectar a los regímenes de medicación.
- Las temperaturas exteriores en torno a 25 °C presentan el riesgo más bajo de hospitalización por problemas de riñón, mientras que las altas temperaturas aumentan este riesgo de hospitalización en mayor medida que las bajas temperaturas.
- Metaanálisis recientes no encuentran una asociación significativa entre la exposición a altas temperaturas y la morbilidad cardiovascular.
- Las temperaturas inestables han demostrado dañar los sistemas cardiovascular e inmune, y se asocian a un aumento de mortalidad. Un estudio encuentra que, a partir de variaciones de temperatura diurna de 16 °C, aumenta de forma monótonica el riesgo de mortalidad respiratoria.
- Las altas temperaturas medias diarias exteriores se asocian a mayor riesgo de mortalidad cardiovascular y respiratoria.
- Mientras que los golpes de calor en personas jóvenes suelen ocurrir fuera de casa, en las personas mayores de 65 años ocurren principalmente en su vivienda durante el verano.
- Los grupos desfavorecidos socioeconómicamente tienen más riesgo de mortalidad relacionada con la exposición al calor excesivo.

La OMS, en su revisión del 2018 (4), indica que, como ocurría también en el caso del frío (véase el apartado 1.1), la mayor parte de la evidencia sobre el impacto de la exposición al calor en la salud viene de estudios basados en datos de temperatura exterior. No obstante, a pesar de que la evidencia científica que asocia la exposición al calor en interiores y salud es baja, sí existen fuertes evidencias que vinculan las altas temperaturas exteriores a la mortalidad. Esto es relevante tanto de cara a atender a las zonas comunes exteriores y la urbanización colindante como para extrapolar a la relación entre la salud y las temperaturas interiores.

Por ejemplo, la OMS, en su revisión del 2018 (4), encuentra que las altas temperaturas exteriores se asocian a la falta de confort térmico y a efectos adversos sobre la salud. Entre estos últimos, se incluyen el aumento de los índices de mortalidad tanto cardiovascular como por todas las causas, así como el incremento de hospitalizaciones por urgencias. En la mencionada ola de calor de agosto del 2003 en Europa, Francia experimentó un aumento considerable de muertes en la vivienda en comparación con otros años sin eventos de calor extremos (65). Un estudio llevado a cabo en Japón (66) detectó que los golpes de calor ocurrían principalmente en casa durante el verano, siendo las personas mayores las más vulnerables. Además, la exposición a olas de calor a comienzos de la estación tiene mayor impacto sobre la mortalidad, pues la población no ha tenido tiempo suficiente para adaptarse a estas temperaturas más elevadas (67).

Por lo tanto, dado que pasamos la mayor parte de nuestro tiempo en espacios interiores (2), y ante la ausencia de aire acondicionado en buena parte de las viviendas, las personas estarán expuestas al riesgo de calor extremo en el interior de su vivienda durante periodos de altas temperaturas exteriores. En consecuencia, la OMS indica que la protección de la vivienda frente al calor exterior es una característica clave de una vivienda saludable. Por ello, en su informe del 2018 (4), plantea una revisión sistemática que dé respuesta a la siguiente pregunta: ¿tienen los habitantes de viviendas con temperaturas interiores por encima de 24 °C peor salud que los habitantes de viviendas con temperaturas interiores por debajo de 24 °C?²⁸

28. El umbral de 24 °C se establece, como se ha mencionado en el apartado anterior (1.1, «Frío y aislamiento»), porque la OMS alude a un «consenso generalizado» entre la comunidad científica de que no existe por el momento un riesgo demostrable para la salud de las personas sanas sedentarias que vivan con una temperatura del aire de entre 18 ° y 24 °C. No obstante, estos umbrales han sido cuestionados en distintas publicaciones científicas, por lo que resulta necesaria más evidencia al respecto.

A esta pregunta, la OMS concluye que no se puede dar una respuesta firme, pues se encontraron muy pocos estudios que proporcionaran evidencia directa. Sin embargo, al encontrar asociaciones más robustas entre temperatura exterior, morbilidad y mortalidad, se asumió que las asociaciones entre temperatura exterior y salud se aplicarían también a las relaciones entre temperatura interior y salud. Así, la recomendación de la OMS de prevenir el calor excesivo en la vivienda por constituir un riesgo para la salud se consideraba condicional.

Temperaturas de referencia

En cuanto a los efectos sobre la salud de la exposición al calor excesivo en la vivienda, existen pocos estudios y mucha disparidad entre regiones y efectos relatados. Además, puesto que la población se aclimata a distintos rangos de temperatura dependiendo de la región (68), no existe por el momento una temperatura máxima aceptable a partir de la cual la salud de las personas se vea afectada de forma determinante.

La OMS, en su revisión del 2018, recurre al umbral de 24 °C por considerar un «consenso generalizado» entre la comunidad científica de que no existe por el momento un riesgo demostrable para la salud de las personas sanas sedentarias que vivan con una temperatura del aire de entre 18 °C y 24 °C. No obstante, un estudio efectuado sobre quince ciudades europeas y publicado en el 2008 (69) estimaba que, en determinadas ciudades mediterráneas, este límite se encuentra en torno a los 29,4 °C, mientras que en ciudades del norte continental se encuentra en los 23,3 °C. Además, este mismo estudio encontraba que cada 1 °C de aumento en la temperatura a partir de estos umbrales se asociaba a un aumento de la mortalidad por todas las causas del 3,12 % en ciudades mediterráneas y del 1,84 % en las de la región norte continental. No obstante, este estudio también encontraba heterogeneidad entre ciudades que vinculaba a la capacidad de aclimatación y a la susceptibilidad individual.

La aclimatación (o adaptación fisiológica) a determinados ambientes térmicos que no nos resultan familiares es un proceso que se puede prolongar varios años. La adaptación a largo plazo a la exposición a calor excesivo resulta en un menor aumento de la temperatura corporal y de la frecuencia cardíaca (4). Sin embargo, aun cuando este proceso de adaptación se lleve a cabo con éxito, las personas son todavía vulnerables a cambios bruscos de temperatura. Así, se ha demostrado que las temperaturas inestables pueden dañar los sistemas cardiovasculares e inmunes, y se asocian a un aumento de la mortalidad (70).

Distintos estudios (67), incluida la revisión de la OMS del 2018, inciden en la necesidad de identificar umbrales de temperatura específicos para cada región de cara a impulsar políticas adaptadas al contexto para mitigar la mortalidad asociada a la exposición a calor excesivo, especialmente en áreas urbanas. Será necesario, pues, definir una temperatura de riesgo mínimo para efectos sobre la salud relacionados con el calor (que la OMS en su revisión establecía en 24 °C), así como una temperatura máxima aceptable por encima de la cual el riesgo para la salud aumenta drásticamente (tabla 1).

Tabla 1. Ejemplos de temperaturas estimadas de riesgo mínimo para los efectos sobre la salud relacionados con el calor y temperaturas máximas aceptables a partir de las cuales aumenta drásticamente el riesgo para la salud

Ciudad o país	Temperatura de riesgo mínimo	Temperatura máxima aceptable
Boston (Estados Unidos)	21-22 °C	25 °C
Nueva York (Estados Unidos)	22-24 °C	27-28 °C
Londres/Manchester (Reino Unido)	22-23 °C	25 °C
Harbin (China)	~ 24 °C	26 °C
República de Corea	~ 25-26 °C	~ 29-30 °C
Tailandia	~ 30 °C	~ 32 °C

Fuente: OMS. *WHO Housing and health guidelines*, 2018, pág. 48, tabla 5.1.

Una revisión sistemática reciente (71) señala que la escasez y la heterogeneidad de los datos disponibles hasta el momento limitan la capacidad de definir de forma robusta umbrales de temperatura interior máxima con criterios de salud. No obstante, a falta de obtener más y mejores datos al respecto, los estudios revisados sugieren que la temperatura máxima aceptable podría encontrarse en los 26 °C.

Relaciones entre temperatura interior y exterior

Como ya se ha comentado, la mayor parte de la evidencia que relaciona las altas temperaturas con la salud se basa en datos de temperatura exterior, por lo que se detecta un importante vacío en la literatura (72). Algunos estudios son más hábiles que otros en predecir la temperatura interior a partir de la temperatura exterior, pues incorporan al análisis otros factores ambientales como el efecto de la isla de calor en ciertos entornos urbanos, la radiación solar o las características de la vivienda (color, grosor y construcción de la

fachada, presencia de aislamiento, mecanismos de sombra, etc.). A ello se suman factores como la humedad, el movimiento del aire, la actividad física o el tipo de ropa utilizada.

Las razones detrás de unas altas temperaturas interiores son, por lo tanto, complejas. Según indica una reciente revisión de la literatura sobre el tema (73), solo unos pocos estudios hasta el momento han puesto el foco en el ambiente térmico interior durante las olas de calor; a pesar de que las personas pasamos la mayor parte de nuestro tiempo en espacios interiores y probablemente experimentemos un aumento de los efectos de dichas olas de calor en el futuro, debido a su mayor frecuencia y duración.

Esta revisión encuentra que las temperaturas interiores (en viviendas y espacios de trabajo) pueden alcanzar niveles hasta un 50 % más altos (en grados centígrados) respecto a la temperatura exterior. Sin embargo, señala que la mayoría de los sistemas de alarma de salud relacionados con las altas temperaturas se basan solo en el clima exterior, pudiendo llevar a una interpretación engañosa de los efectos sobre la salud y de las soluciones asociadas.

Altas temperaturas y morbilidad

La mayor parte de la investigación disponible se ha concentrado en la relación entre temperatura y mortalidad, y no entre temperatura y morbilidad (74). La OMS, en su revisión del 2018 (4), encuentra ocho estudios que investigan los efectos de las altas temperaturas interiores sobre la morbilidad. Entre los efectos estudiados, se encuentran trastornos del sueño y en la salud en general, de la presión sanguínea, una mayor incidencia de la enfermedad respiratoria y cardiovascular, un aumento de la temperatura corporal, la incidencia sobre la salud mental y problemas durante el embarazo. Dada la disparidad y la mezcla de resultados, la certeza de la evidencia de que al reducir la temperatura interior se reduce la morbilidad y mortalidad se considera baja.

Un estudio llevado a cabo en los Estados Unidos (75) encontró que la reducción en el número de días de exposición a temperaturas por encima de 27,2 °C se asociaba a una mejora en la salud y la calidad de vida autopercibidas, a menor estrés emocional y a más horas de sueño. También en los Estados Unidos, otro estudio halló asociaciones significativas entre los problemas de sueño y los días calurosos durante el verano (76). Por otra parte, un estudio con personas mayores en los Países Bajos (77) encontró que, en el rango de temperaturas interiores de entre 20,8 °C y 29,3 °C, por cada aumento de 1 °C aumentaba un 24 % el riesgo de problemas para dormir y un 33 % las molestias debidas al calor. Además,

este estudio también señalaba que las relaciones entre calor y problemas de salud autopercebidos en personas mayores es más fuerte respecto a las temperaturas interiores (sala de estar y dormitorio) que respecto a las temperaturas exteriores.

Otros estudios que relacionaban las altas temperaturas y la morbilidad no encontraban asociaciones significativas. Por ejemplo, un estudio transversal sobre 1.136 mujeres en Ghana encontró un aumento no significativo de resultados adversos en el embarazo (muerte fetal o aborto espontáneo) con cada aumento adicional de 1 °C en la exposición al calor. Por otro lado, una investigación en la República de Corea (78) encontraba relaciones positivas no significativas entre la temperatura interior y el aumento de la presión sanguínea sistólica, aunque sí halló asociaciones significativas con la presión sanguínea diastólica.

Los efectos del calor sobre la salud también se han estudiado en combinación con otros factores. Por ejemplo, un estudio efectuado en Nueva York (79) encontraba que la exposición combinada a humedad y calor (por encima de los 26 °C) resultaba en un aumento no significativo en la proporción de llamadas a los servicios de emergencias por casos de enfermedad respiratoria.

Una reciente revisión sistemática sobre las relaciones entre temperatura interior y salud, publicada en el 2020 (71), añade una valiosa información a la hallada por la OMS en su revisión del 2018 en lo que respecta al calor y la morbilidad. Aun insistiendo en la falta de estudios y en la necesidad de seguir investigando, encuentra la evidencia más robusta en las relaciones entre altas temperaturas interiores y morbilidad respiratoria. Indica, además, que los síntomas de trastornos mentales como la esquizofrenia y la demencia se exacerban significativamente en condiciones de calor. Además, la absorción de insulina en personas con diabetes de tipo 1 se ve acelerada por el calor, lo que puede afectar potencialmente a los regímenes de medicación.

En la misma línea, otra revisión sistemática reciente, publicada en el 2020 (80), concluye que mientras que las temperaturas interiores inadecuadas se asocian a un estado de salud deficiente, las medidas de eficiencia energética se asocian a una mejora de las temperaturas interiores y de la salud de sus ocupantes; en particular con respecto a los problemas de salud cardiovascular, respiratoria y mental. Estas condiciones se encuentran entre las enfermedades no transmisibles más prevalentes.

Al incorporar la evidencia que relaciona las altas temperaturas exteriores y la morbilidad, se encuentran asociaciones no lineales entre temperatura y efecto. Por ejemplo, distintos estudios que relacionan las temperaturas medias

diarias (exteriores) con las hospitalizaciones por enfermedades de riñón encuentran curvas en forma de U (las hospitalizaciones aumentan cuando las temperaturas son muy altas y muy bajas) y en forma de J (las hospitalizaciones aumentan cuando las temperaturas son muy altas). Las temperaturas exteriores en torno a 25 °C presentan el riesgo más bajo de hospitalización por problemas de riñón y las altas temperaturas aumentan este riesgo de hospitalización en mayor medida que las bajas temperaturas.

Por otro lado, aunque las olas de calor se han asociado a un aumento del riesgo de hospitalizaciones por enfermedad cardiovascular (67), no se ha encontrado recientemente una asociación significativa entre la exposición a altas temperaturas y la morbilidad cardiovascular (74 y 81).

Altas temperaturas y mortalidad

La OMS, en su revisión del 2018 (4), no encuentra estudios que investiguen los efectos de altas temperaturas interiores sobre la mortalidad. Sin embargo, sí encuentra evidencia robusta (incluyendo revisiones sistemáticas y metaanálisis) de asociaciones entre las altas temperaturas exteriores y mortalidad. De nuevo, estos estudios encuentran curvas en forma de U o J para las relaciones entre las temperaturas medias diarias (exteriores) y la mortalidad. Se detecta una curva en forma de J para la mortalidad por enfermedad cardiovascular; una curva en forma de J, también, para la mortalidad no accidental, cardiorrespiratoria y cardiovascular como efectos acumulativos de las temperaturas diurnas; y una curva en forma de U para la mortalidad respiratoria, con fuertes aumentos en variaciones de la temperatura diurna²⁹ (diurnal temperature range, DTR) a partir de 16 °C (82).

Desigualdad y colectivos vulnerables

La OMS, en su revisión del 2018 (4), señala que, como en el caso de la exposición al frío, los grupos con mayor vulnerabilidad al calor son los niños, los ancianos y los enfermos crónicos psiquiátricos, cardiovasculares y pulmonares. Un estudio efectuado en Japón (66) sobre los golpes de calor encontraba que, mientras que en las personas jóvenes estos solían ocurrir fuera de casa, en las personas mayores de 65 años ocurrían principal-

29. Término meteorológico que se relaciona con la variación de la temperatura que ocurre entre la máxima del día y la mínima de la noche. Los cambios en la DTR pueden deberse a numerosas causas, entre ellas, cielos cubiertos de nubes, el efecto de la isla de calor, cambios en los usos del suelo, aerosoles, vapor de agua o gases de efecto invernadero.

mente en casa durante el verano. La mayor vulnerabilidad de este grupo a los golpes de calor se explica, según este estudio, por una combinación de factores entre los que se encuentran una reducción del volumen de líquido corporal, la reducción de la sensibilidad de la piel a la temperatura, una menor sudoración y una menor sensibilidad a la sed. Además, en muchos casos, ciertas medicaciones (o la combinación de varias) pueden afectar a la termorregulación, lo que aumentaría el riesgo de sufrir un golpe de calor.

No obstante, también se encuentran factores socioeconómicos que deja a determinados grupos de personas en situación de vulnerabilidad al calor excesivo en la vivienda. Los grupos desfavorecidos socioeconómicamente tienen más riesgo de mortalidad relacionada con la exposición a calor excesivo (4). Por ejemplo, un estudio realizado en São Paulo, Brasil, encontraba que las personas con menor nivel de educación eran más susceptibles a la mortalidad relacionada con el calor (83). A ello se suman las ya mencionadas desigualdades en cuanto al acceso a aire acondicionado, así como los efectos que estos equipos tienen para exacerbar ciertos riesgos, también, sobre el entorno inmediato.

Como ya se ha mencionado, la OMS indica que la protección de la vivienda frente al calor exterior es una característica clave de una vivienda saludable. Esto se puede llevar a cabo a través de múltiples mecanismos, entre ellos el uso de aire acondicionado o las buenas prácticas de ventilación. La mayoría de los estudios sobre relaciones entre temperatura exterior e interior de la vivienda incluidos en la revisión de la OMS del 2018 se han desarrollado en climas templados. Estos estudios muestran cómo las relaciones entre las temperaturas interiores y las exteriores dependen en buena medida del estatus socioeconómico; son las viviendas de los residentes con rentas más bajas las que mayor asociación tienen con la temperatura exterior, al no estar influenciada por el uso de aire acondicionado.

Un reciente informe (1) señala que, en países del grupo Euro 1 (entre los que se encuentra España), los hogares en el quintil de menor renta tienen de media el doble de prevalencia de exceso de calor en la vivienda (24 %) que los hogares en el quintil de mayor renta (12 %). Esto es, además, más acentuado en las ciudades que en los pueblos, suburbios o zonas rurales. No obstante, los países mediterráneos (entre los que también se incluye España) muestran mayores niveles de prevalencia y desigualdad en la exposición al calor excesivo en la vivienda. En España, en particular, la brecha de prevalencia entre el quintil más rico (15,5 %) y el quintil más pobre (37 %) es la cuarta más marcada del grupo Euro 1, después de las brechas de Grecia, Portugal e Italia.

Pobreza energética

Aunque generalmente está más vinculada a las condiciones de frío (véase, al respecto, el apartado 1.1, «Frío y aislamiento»), la pobreza energética también implica dificultades para combatir el calor excesivo en la vivienda. Así lo indica el informe del 2018 del Observatorio Europeo de la Pobreza Energética (58), cuando afirma que la pobreza energética en verano y las dificultades para enfriar los espacios son aspectos relativamente poco explorados en Europa. Además, este informe afirma que a partir del 2020 se dejará de recoger datos sobre los indicadores de enfriamiento de la vivienda en el ámbito de la Unión Europea, lo que dificultará su futuro estudio.

Un reciente estudio efectuado en Madrid (64) señala que el 82 % de las viviendas encabezadas por mujeres en los distritos más céntricos de la ciudad no tienen ningún sistema de refrigeración. Esto, combinado con una de las intensidades más altas del efecto de la isla de calor, aumenta la exposición a calor extremo durante el verano. En el municipio de Madrid, prácticamente el 84 % de la mortalidad total por efecto del calor corresponde al grupo de edad de 65 años o más, lo que lo sitúa como un grupo especialmente vulnerable en caso de sufrir pobreza energética durante los meses de verano (60). Esto es especialmente relevante, dada la tendencia de envejecimiento poblacional a la que nos enfrentamos, que supondrá un incremento del porcentaje de esta población vulnerable.

En lo que respecta a la vivienda...

La exposición a temperaturas excesivamente altas en la vivienda puede deberse a un diseño, una construcción y una orientación inadecuadas, a una ventilación inadecuada o insuficiente y, en determinadas circunstancias, a la falta de equipos de enfriamiento del aire interior. Además, los entornos urbanos son especialmente vulnerables a este riesgo por el efecto de la isla de calor.

Mantener la temperatura de la vivienda por debajo de 24 °C (y por encima de 18 °C) se considera beneficioso para la salud. La exposición a altas temperaturas interiores se asocia a un mayor riesgo de morbilidad respiratoria, exacerbación de síntomas de estrés emocional y de otros trastornos mentales, peor calidad del sueño o aceleración de la absorción de insulina en personas con diabetes de tipo 1. Según los estudios revisados, una temperatura de aproximadamente 26 °C se considera la temperatura máxima aceptable en el contexto del sur de Europa en el que nos encontramos.

Una vivienda que proteja del calor exterior (especialmente durante episodios de olas de calor, destinadas a aumentar como consecuencia del cambio climático) deberá dotarse de sistemas pasivos de sombra (como persianas o toldos), de aislamiento térmico suficiente y de la posibilidad de obtener una ventilación natural efectiva mediante una disposición adecuada de huecos. Además, deberá facilitarse el control de los niveles de humedad relativa (idealmente, entre 40-60 %) para permitir que el cuerpo se refrigere. Esto es especialmente importante en el caso de los hogares de las personas mayores y en los hogares más vulnerables socioeconómicamente, ya que sus residentes presentan más riesgo de mortalidad relacionada con la exposición al calor excesivo en sus viviendas.

1.3. Ventilación

La capacidad de modificar las condiciones higrotérmicas en la vivienda mediante la ventilación natural se considera una herramienta fundamental para combatir las temperaturas excesivamente altas en verano (que, como se ha detallado en el apartado 1.2, tienen importantes asociaciones con mayores riesgos de morbilidad y mortalidad). También en lo que respecta a la calidad del aire, una renovación suficiente del aire interior es fundamental para evitar la acumulación de contaminantes asociados a múltiples efectos nocivos sobre la salud (como se detalla en los apartados 1.4, «Humedad relativa», y 2.1, «Calidad del aire interior»). Según el último Healthy Homes Barometer, del 2019, una mejor calidad del aire interior (dependiendo en gran medida de las ratios de renovación) repercutirá significativamente sobre la salud de los niños; por ejemplo, aumentará su rendimiento cognitivo, mejorará su atención y concentración, y reducirá los índices de absentismo escolar (84).

La ventilación de espacios interiores ha adquirido, además, mayor relevancia como consecuencia de la actual pandemia por la COVID-19. Como se detalla en el apartado 4.3, «Vivienda y salud en el contexto de la COVID-19», a medida que conocemos mejor el comportamiento de este virus (siendo, probablemente, también extrapolable a muchos otros), entendemos que una correcta ventilación de espacios interiores es fundamental para evitar el contagio. En este sentido, la apertura controlada de huecos, el sombreamiento de estos en horas adecuadas o la existencia de patios tienen un papel muy relevante a la hora de favorecer o limitar una adecuada ventilación de la vivienda.

En viviendas con cierta antigüedad, sin provisión de sistemas mecánicos de renovación de aire, conocer cómo y cuándo deben abrirse las ventanas para obtener una ventilación natural efectiva, en función de la estación del año y de las condiciones de soleamiento, es un aspecto fundamental. Las viviendas con opción de realizar una ventilación cruzada (con ventanas ubicadas en dos orientaciones opuestas) tendrán mayor facilidad para esta renovación del aire interior, mientras que las viviendas muy compartimentadas u orientadas hacia estrechos patios interiores encontrarán mayores dificultades para ventilar de forma efectiva todas sus estancias. La OMS, en su revisión del 2018 (4), indica que la ventilación de la vivienda debe distribuirse efectivamente por todos los espacios, para evitar zonas de aire estancado.

Pese a que la gestión domótica en las viviendas ha avanzado mucho en los últimos años, siguen siendo el usuario y sus hábitos la clave para usar la ventilación del aire de forma beneficiosa para alcanzar condiciones de confort (36). Además, los sistemas de ventilación mecánica que no estén adecuadamente aislados acústicamente pueden provocar otros problemas desde el punto de vista del confort acústico, y contribuir potencialmente a empeorar la calidad del sueño y de vida de los ocupantes (véase, al respecto, el apartado 2.3, «Ruido»).

Efectos sobre la salud: estado de la evidencia

- Las ratios de ventilación en la vivienda pueden ser muy variables y las de los dormitorios, en particular, pueden ser bajas si no se permite una mínima ventilación durante la noche. Además, muchos hogares contienen fuentes de contaminantes del aire, como cocinas, tabaco o ambientadores, que son menos comunes en otro tipo de edificios.
- La ventilación nocturna de dormitorios puede reducir significativamente los niveles de CO₂, que en muchos casos exceden las 900 ppm como valor medio recomendado en guías de calidad del aire. Sin embargo, cuando esta ventilación es mecánica se ha asociado a la sequedad de boca y labios y a la reducción de la humedad relativa (lo que puede empeorar la calidad del sueño).
- Las concentraciones de COV en los hogares tienden a ser más altas que en las oficinas y escuelas.
- En las viviendas ventiladas de forma natural (es decir, por sus usuarios), la calidad del aire interior empeora notablemente en invierno, cuando aumentan los niveles de concentración de CO₂

y de humedad relativa. Esto se debe, en buena medida, a una falta de ventilación suficiente.

- La aplicación de determinados estándares de ventilación en viviendas se ha asociado con una mejor calidad del aire y con la mejora en la salud percibida, tanto de niños (con una reducción de los dolores de cabeza, eccemas y alergias cutáneas) como de adultos (entre los que destaca la reducción del estrés psicológico).
- Revisiones recientes encuentran una tendencia general de mejora de la salud respiratoria con el aumento de las ratios de ventilación, aunque numerosos beneficios para la salud no sean estadísticamente significativos.
- En cuanto a los síntomas asociados al asma, la evidencia disponible muestra, en general, un mayor beneficio en cuanto a la dificultad respiratoria (sibilancias) al aumentar las ratios de ventilación en la vivienda.
- La población que vive en zonas urbanas con un alto potencial de exposición a contaminantes relacionados con el tráfico o la industria tiene mayor riesgo de padecer problemas respiratorios. Esto se debe no solo a que, al salir de su vivienda, se exponga a estas condiciones, sino también al hecho de no poder mejorar la calidad del aire interior de la vivienda mediante una ventilación natural que introduzca aire limpio exterior.

Existe un volumen creciente de investigaciones sobre la asociación entre las ratios de ventilación en oficinas y otros espacios de trabajo y la salud y el rendimiento de sus ocupantes. Distintas revisiones y metaanálisis publicados indican que un aumento en las ratios de ventilación en oficinas, hasta aproximadamente 25 l/s por persona, se asocian a un descenso en la prevalencia de síntomas adversos en trabajadores de oficinas, así como a un aumento de su rendimiento y productividad (85). Una inadecuada ventilación (y sus consecuencias sobre la calidad del aire interior) es una variable que se considera fundamental de cara a prevenir o mitigar los síntomas asociados al ya mencionado síndrome del edificio enfermo. Existen estudios recientes que muestran cómo se reduce la prevalencia estos síntomas entre los ocupantes al aumentar las ratios de ventilación (86).

También respecto a los espacios escolares, revisiones recientes sugieren que los estudiantes manifestaban mejoras en la salud respiratoria al aumentar las ratios de ventilación de las aulas (87). Precisamente, la necesidad de una correcta ventilación de las aulas como consecuencia de la pandemia por la COVID-19, así como la escasa infraestructura para realizar ventilación

forzada centralizada en la mayor parte de estos edificios, ha propiciado la publicación de guías específicas para la ventilación en aulas³⁰ que ofrecen conocimientos básicos y distintas soluciones en función de las condiciones y las posibilidades de cada espacio, aunque priorizando la ventilación natural siempre que sea una opción viable.

Sin embargo, pasamos más tiempo en el hogar que en el centro educativo o la oficina (88). Además, como se viene mencionando a lo largo de este documento, por las tendencias actuales (en el contexto de la pandemia, pero también por el envejecimiento poblacional, el cambio climático, la mayor implantación del teletrabajo o de la educación a distancia) estamos abocados a pasar en la vivienda cada vez mayor proporción de nuestro tiempo. De hecho, al hogar se le presupone una condición de refugio contra las amenazas para la salud como la COVID-19 o los altos niveles de contaminantes del aire exterior derivados, por ejemplo, del tráfico o de las actividades industriales.

Las ratios de ventilación en la vivienda pueden ser muy variables y las de los dormitorios, en particular, pueden ser bajas si no se permite una mínima ventilación durante la noche. Además, muchos hogares contienen fuentes de contaminantes del aire, como cocinas, tabaco o ambientadores, que son menos comunes en otro tipo de edificios. Las concentraciones de COV en los hogares tienden a ser más altas que en oficinas y escuelas (89), lo cual sugiere que los beneficios de aumentar las ratios de ventilación en la vivienda serán incluso mayores que los encontrados en las revisiones mencionadas.

En general, la evidencia disponible sobre los beneficios para la salud de una adecuada ventilación en la vivienda es escasa, aunque creciente en los últimos años. La revisión del 2018 de la OMS *WHO Housing and health guidelines* (4) no trata este elemento de forma específica, sino como variable que contribuye a la calidad del aire interior de la vivienda. Por lo tanto, en el marco de este estudio se efectuó una nueva búsqueda sistemática centrada en las publicaciones (principalmente revisiones sistemáticas) de entre el año 2018 y la actualidad, aunque se incluyó también algún artículo o informe anterior cuando sus resultados se consideraron relevantes. A continuación, se detallan los resultados de esta búsqueda.

30. Guía elaborada por el Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua del CSIC en octubre del 2020, basada en la guía de la Universidad de Harvard (<https://schools.forhealth.org/>) y en fuentes y trabajo experimental en ventilación y filtración en España (https://www.csic.es/sites/default/files/guia_para_ventilacion_en_aulas_csic-mesura.pdf).

Ventilación, confort y calidad del aire interior

Si tenemos en cuenta que más de la mitad del aire que respiramos a lo largo de nuestra vida lo inhalamos dentro de nuestro hogar (90), nos daremos cuenta de la relevancia de conocer los potenciales efectos que puede tener sobre nuestra salud inhalar un aire inadecuado, así como las posibles estrategias a nuestro alcance para mitigarlo.

La ventilación es una estrategia para renovar el aire; es decir, sustituir el aire interior con aire exterior. Por lo tanto, la utilización de un ventilador en un ambiente interior cerrado, aunque pueda aliviar de una sensación térmica de mucho calor en determinadas circunstancias, no equivale a ventilar en el sentido de renovar el aire. La renovación del aire se puede denominar, por sus siglas en inglés, ACH (*Air Changes per Hour*). Así, 1 ACH equivale a una renovación de aire por hora, lo cual significa que en una hora entra en la estancia un volumen de aire exterior igual al volumen de la estancia. Como indica la *Guía para ventilación en aulas*³¹, recientemente publicada, debido a la mezcla continua de aire, esto resultaría en que el 63 % del aire interior es reemplazado por aire exterior. Con 2 ACH se reemplaza el 86 %, y con 3 ACH, el 95 %. La guía de Harvard³² recomienda entre 5-6 ACH (pero como mínimo 3-4 ACH) para aulas de 100 m², con 25 estudiantes de 5-8 años.

La renovación del aire también se puede medir como litros de aire por persona y segundo que entran del exterior. Así, una publicación reciente sugiere una ventilación mínima de base en viviendas de 4 l/s por persona para garantizar una adecuada calidad del aire interior, mientras que la citada guía de ventilación en aulas considera que 14 l/s por persona es un valor adecuado para reducir el riesgo de contagio significativamente. En cumplimiento del Código Técnico de la Edificación, en su documento básico HS3, «Calidad del aire interior», las viviendas deberán garantizar caudales de admisión de 5 l/s por persona en dormitorios y 3 l/s por persona en salas de estar y comedores. A ello se suman caudales de extracción de 15 l/s en aseos y cuartos de baño, 2 l/s por m² en cocinas, 0,7 l/s por m² en trasteros y zonas comunes, y 10 l/s por m² en locales reservados para el almacenamiento de residuos.

Vemos, pues, que el CTE constituye una normativa prestacional que cuantifica con carácter general los parámetros que garantizan cierta reno-

31. Guía elaborada por el Instituto de Diagnóstico Ambiental y Estudios del Agua del CSIC en octubre del 2020 (https://www.csic.es/sites/default/files/guia_para_ventilacion_en_aulas_csic-mesura.pdf).

32. <https://schools.forhealth.org/>.

vacación de aire en las viviendas. No obstante, las viviendas anteriores a la fecha de aplicación del CTE no dispondrán de estas garantías, y en la rehabilitación de estas viviendas más antiguas a menudo se recurre al criterio de flexibilidad, recogido en la Ley 8/2013, de 26 de junio, de rehabilitación, regeneración y renovación urbanas, amparándose en que la aplicación del CTE no es técnica o económicamente viable o que es incompatible con la naturaleza de la intervención (91).

Otros métodos de medición de la ventilación en un espacio se basan en medidas de CO₂, considerando que las concentraciones de CO₂ en el aire exterior son de aproximadamente 420 ppm. En interiores, estos niveles aumentan rápidamente por el CO₂ inhalado por los ocupantes, de forma que se superan los niveles exteriores. A este respecto, un reciente estudio sobre población envejecida en España (92) indica las ventajas de una correcta ventilación nocturna para mejorar la calidad del aire, haciendo descender significativamente los niveles de CO₂ (hasta 2.000 ppm en determinados escenarios) en relación con los niveles medios a los que habitualmente están expuestos y que en muchos casos exceden las 900 ppm como valor medio recomendado en guías de calidad del aire.

Existen distintos tipos de ventilación de los espacios en función de la forma o el mecanismo por la que se lleva a cabo, pudiendo variar su efectividad también a partir de las condiciones ambientales exteriores (especialmente por viento, pero también por temperatura y presión). Estas ventilaciones se clasifican principalmente en tres tipos:

- Ventilación natural. Esta ventilación se lleva a cabo de forma manual mediante la abertura de huecos (puertas y ventanas) y es la que predomina en las viviendas anteriores al CTE o en cuya rehabilitación se ha recurrido al criterio de flexibilidad recogido en la mencionada Ley 8/2013. Dentro de la ventilación natural, destaca la ventilación cruzada (consistente en abrir ventanas o puertas en lados opuestos de la vivienda) como la estrategia más eficaz para renovar el aire interior, siempre que la tipología y la distribución de la vivienda lo permitan.
- Ventilación híbrida. Este tipo de ventilación es habitual en viviendas posteriores al 2006 (año de entrada en vigor del CTE) o rehabilitadas en cumplimiento del CTE (HS3). Estas viviendas disponen de extractores de aire en cocina y baños (así como en trasteros, zonas comunes o locales de almacenamiento de residuos), y de caudales de admisión en dormitorios, salas de estar y comedores. Además, las particiones que separan estas estancias dispondrán de aberturas de

paso que permitan la circulación del aire. No obstante, también se permite la ventilación natural al abrir ventanas y puertas.

- Ventilación mecánica. Este es un tipo de ventilación habitual en edificios públicos, oficinas u hospitales, aunque también puede diseñarse para la vivienda. En este caso, se emplean los mismos sistemas utilizados para la climatización y el aire recirculado se puede filtrar mediante la introducción de un filtro en el sistema. En lo que respecta a la climatización, el aire en movimiento se considera un enemigo potencial, ya que altera la temperatura en fases tanto de calentamiento como de enfriamiento, y al alcanzar determinada velocidad puede generar una falta de confort para el usuario. Por ello, la velocidad del aire en interiores de edificios con ventilación forzada se limita a valores inferiores a 0,25 m/s en invierno, aunque este límite se incrementa a 0,50 m/s en verano (36). Además, si los equipos no están adecuadamente aislados acústicamente, pueden provocar problemas desde el punto de vista del confort acústico, y contribuir potencialmente a empeorar la calidad del sueño y de vida de los ocupantes (véase, al respecto, el apartado 2.3, «Ruido»).

Además de las mencionadas variantes de ventilación de la vivienda, existe la opción de purificar el aire mediante equipos que filtran el aire contaminado a través de un filtro (generalmente, de tipo HEPA, *high efficiency particulate air*) que retiene las partículas y proporciona aire limpio. Los purificadores de aire están resultando un recurso interesante en la actualidad ante la pandemia por la COVID-19, por la necesidad de limpiar el aire de espacios en los que, por sus características particulares, los tipos de ventilación mencionados no son viables.

Ya desde los años ochenta del pasado siglo, distintos estudios concluyeron que no podemos depender exclusivamente de la ventilación natural (es decir, de introducir aire del exterior al interior de forma manual abriendo puertas y ventanas) si queremos vivir con un aire limpio (93). Estudios recientes han comprobado que, en viviendas ventiladas de forma natural (es decir, por sus usuarios), la calidad del aire interior empeora notablemente en invierno, cuando aumentan los niveles de concentración de CO₂ y de humedad relativa (91).

Debido a la ineficiencia energética de los edificios antes de la entrada en vigor, en el 2006, del Código Técnico de la Edificación, cuando las viviendas tenían escaso o nulo aislamiento térmico en su envolvente, la renovación del aire interior se producía de forma incontrolada a través de las infiltraciones de carpinterías, cajas de persiana u otros elementos constructivos que

dejaban pasar el aire (94). Sin embargo, la tendencia de las últimas décadas de aislar cada vez mejor los edificios, para evitar pérdidas de energía y aumentar su estanqueidad, ha tenido como consecuencia una falta de renovación del aire interior. Esto hace que la concentración de contaminantes crezca y se vea agravada por la aparición de multitud de materiales y revestimientos sintéticos en nuestras viviendas, que desprenden COV y otros contaminantes asociados a efectos adversos sobre la salud humana (véase, al respecto, el apartado 2.1, «Calidad del aire interior»). Los primeros edificios que estuvieron en el punto de mira por la calidad de su aire interior fueron los que albergaban centros de manufactura de productos potencialmente peligrosos. Más tarde serían las oficinas, en gran medida gracias a los avances en salud laboral. De forma más reciente, han sido los centros de ocio y los hogares (36).

Existen estándares de ventilación para la vivienda establecidos por organizaciones como la American Society for Heating, Refrigerating and Air-Conditioning Engineers (ASHRAE) o el Buildings Performance Institute Europe. En cuanto a los estándares aportados por la ASHRAE, la principal asociación internacional en materia de instalaciones de climatización, un estudio publicado en el 2017 (95) investigaba el impacto de dos de ellos (ASHRAE 62-1989 y ASHRAE 62.2-2010) sobre una muestra de viviendas en los Estados Unidos. Mientras que la aplicación de ambos estándares influyó positivamente en las ratios de ventilación, el balance de humedad y la calidad del aire interior de todas las viviendas estudiadas, así como en el estado de salud física y mental autopercebidos de sus residentes, el estándar del 2010 mostró mejoras mayores que el estándar de 1989 en distintos aspectos (flujo de aire total, niveles de COV, formaldehído y CO_2 , y, en menor medida, concentración de gas radón). No obstante, la aplicación de ambos estándares mejoró la salud de los niños en cuanto a la reducción de dolores de cabeza, eccema y alergias de piel, y la de los adultos en lo que respecta a la reducción de estrés psicológico, lo que demostró que su uso para la ventilación en la vivienda puede impactar de forma muy positiva sobre el bienestar y la salud de la población.

Las instalaciones de ventilación y climatización son las encargadas de proporcionar y mantener unas condiciones de bienestar térmico y ambiental en espacios interiores, pero no solo son útiles en este sentido. También pueden ser la solución ante la exposición elevada a agentes perjudiciales en el interior de edificios (renovando y filtrando el aire), aunque en ocasiones, por la falta de mantenimiento de dichas instalaciones, puedan convertirse en parte del problema (36).

A este respecto, un reciente estudio investigaba el impacto de las mejoras en los sistemas de ventilación (limpieza, sellado de conductos, ins-

talación de amortiguadores y extractores de mayor capacidad) de viviendas sociales multifamiliares en altura sobre la calidad del aire interior (96). Mediante una combinación de entrevistas antes y después de la intervención y monitorización de los indicadores de calidad del aire, tanto en el grupo de viviendas intervenidas como en el grupo de control, este estudio encontró que la ventilación mejoró en el grupo intervenido, aumentando en particular el flujo de aire en los baños. Estas mayores tasas de ventilación se asociaron a mejoras estadísticamente significativas en la humedad relativa, CO₂ y formaldehído en el grupo intervenido, mientras que en ambos grupos (intervenido y de control) se experimentaron disminuciones significativas en los olores a humedad y en la presencia de cucarachas.

En línea con estos resultados, un estudio efectuado en viviendas de seis ciudades en China y publicado en el 2019 (97) encontraba que distintos sistemas mecánicos de extracción en cocinas tenían una función protectora contra los síntomas de irritación cutánea, de ojos y de garganta, y de rinitis, dolor de cabeza y sensación de fatiga.

Efectos sobre la salud respiratoria

Una revisión del 2018 sobre la literatura publicada (85) estudiaba las relaciones entre ratios de ventilación en viviendas y la salud de sus ocupantes (principalmente la salud respiratoria). De los veinte estudios incluidos en la revisión, poco más de la mitad de ellos informaron sobre uno o más beneficios para la salud estadísticamente significativos como consecuencia de un incremento de las ratios de ventilación.

En cuanto a síntomas asociados al asma, los estudios revisados mostraban en general un mayor beneficio en cuanto a la dificultad respiratoria (sibilancias), al aumentar las ratios de ventilación en la vivienda. Uno de los estudios incluidos, centrado en cómo la ventilación en el dormitorio afectaba al sueño, mostraba síntomas estadísticamente significativos de sequedad de boca y labios y reducción de la humedad relativa con ventilación mecánica en los dormitorios. En cuanto a este último dato, como se detalla en el apartado 1.4, «Humedad relativa», una revisión publicada en el 2018 (98) encontraba que, al aumentar los niveles de humedad relativa en el dormitorio, mejoraban los síntomas de apnea del sueño, en buena medida porque el aire más húmedo reduce síntomas nasofaríngeos.

La revisión concluye que no existe evidencia suficiente para fundamentar una asociación entre ratios de ventilación en el hogar y la salud. No obstante, los resultados de esta revisión sí sugieren una tendencia general de mejora de la salud respiratoria con el aumento de las ratios de ventilación,

aunque muchos beneficios para la salud no sean estadísticamente significativos debido al reducido tamaño de la muestra o a inconsistencias metodológicas. Además, buena parte de los síntomas sobre los que se informaba eran autopercebidos por los participantes y recopilados a través de cuestionarios, lo que impedía efectuar inferencias generales sobre los efectos de las ratios de ventilación en los resultados medidos objetivamente respecto a los resultados subjetivos.

En línea con los resultados mencionados, una revisión publicada en el 2011 (86) encontró que las ratios de ventilación en viviendas superiores a 0,5 cambios de aire por hora (h^{-1}) se asociaban a una reducción del riesgo de síntomas alérgicos en niños en climas nórdicos.

No obstante, y a pesar de que buena parte de la evidencia disponible resalta los potenciales peligros de las bajas tasas de renovación de aire en viviendas, un estudio efectuado sobre viviendas con bajos ingresos en zonas urbanas de los Estados Unidos (99) encontraba que los hogares con mayores ratios de renovación de aire tenían una mayor probabilidad de informar sobre tos crónica, asma y síntomas similares, tos durante la noche, así como de sibilancias que limitaban su actividad y de tener que tomar medicamentos para combatirlos. Los autores del estudio sugieren que estos resultados se debían al impacto negativo sobre la salud respiratoria de la infiltración de contaminantes exteriores (por ejemplo, debido al tráfico).

Desigualdad y colectivos vulnerables

La población que vive en zonas urbanas con un alto potencial de exposición a contaminantes relacionados con el tráfico o la industria tiene mayor riesgo de padecer problemas respiratorios. Esto se debe no solo a que, al salir de su vivienda, se exponga a estas condiciones, sino también al hecho de no poder mejorar la calidad del aire interior de la vivienda mediante una ventilación natural que introduzca aire limpio exterior (99).

También en función de la tipología edificatoria, serán más vulnerables a los efectos nocivos derivados de la falta de ventilación suficiente los residentes de tipologías residenciales más humildes que, encontrándose en plantas bajas de edificios en altura, orientadas hacia patios interiores estrechos o ubicadas en entornos con mayor densidad edificatoria, sean más difíciles de ventilar. Además, las que no dispongan de doble orientación, o de puertas o ventanas enfrentadas, no podrán realizar una ventilación cruzada (que, como se ha mencionado anteriormente, es la forma más efectiva de renovar el aire interior sin recurrir a equipos específicos).

También por motivo del confinamiento por causa de la pandemia de la COVID-19, la falta de ventilación de algunas viviendas, así como la falta de acceso a espacios abiertos exteriores, ha convertido el confinamiento en una experiencia especialmente difícil para los grupos más desfavorecidos y vulnerables. Como se detalla en el apartado 4.3, «Vivienda y salud en el contexto de la COVID-19», esta circunstancia (a menudo en combinación con altos niveles de ocupación) derivó durante el periodo de confinamiento en un problema de transmisión intrafamiliar.

En lo que respecta a la vivienda...

La capacidad de modificar las condiciones higrotérmicas en la vivienda mediante la ventilación natural se considera una herramienta fundamental para combatir las temperaturas excesivamente altas en verano (asociadas a mayor riesgo de morbilidad y mortalidad), así como para mejorar la calidad del aire interior, al evitar la acumulación de contaminantes asociados a múltiples efectos nocivos sobre la salud (principalmente respiratoria).

En el caso de viviendas sin ventilación mecánica, resulta muy importante que los habitantes conozcan cómo y cuándo deben abrirse las ventanas para obtener una ventilación natural efectiva. En este sentido, deben evitarse las horas de mayor calor, así como los picos de contaminación exterior por tráfico en el caso de localizaciones urbanas. También es importante que la ventilación se distribuya efectivamente por todos los espacios, para evitar zonas de aire estancado. Por ello, disponer de huecos en dos orientaciones opuestas de la vivienda (siempre que esta no sea excesivamente compartimentada) facilitará la renovación de aire por ventilación cruzada.

En el caso de las viviendas dotadas de ventilación mecánica, el mantenimiento y la limpieza de las instalaciones deberá seguirse adecuadamente, sustituyendo los filtros con regularidad (si los hubiera) y evitando que el sistema sirva de vehículo para introducir contaminantes del exterior (por ejemplo, contaminación por emisiones del tráfico rodado) al interior de la vivienda. También se deberá tener en cuenta el adecuado aislamiento acústico de los conductos para evitar otros problemas asociados a la falta de confort acústico.

El cumplimiento de normativas y estándares de ventilación que supongan un aumento en las ratios de ventilación de las estancias (y, en particular, de los dormitorios) será beneficioso, en general, para la salud respiratoria y mental de los habitantes de la vivienda.

1.4. Humedad relativa

La humedad relativa (HR) es un factor que, como se expone a continuación, guarda una estrecha relación con otros elementos revisados en este documento, como la temperatura (apartados 1.1, «Frío y aislamiento»; 1.2, «Calor») o la calidad del aire (apartado 2.1). Respecto a este último elemento, unos altos niveles de humedad relativa favorecerán la proliferación de humedades, moho y bacterias; estas condiciones de la vivienda han sido ampliamente estudiadas y su asociación con problemas respiratorios es contundente. De hecho, la OMS, en el 2009, publicaba *WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould* (100), donde comenzaba afirmando que las humedades y las condensaciones en los edificios están determinadas por las condiciones interiores y exteriores en relación con la temperatura y la humedad del aire, el nivel de intercambio de aire entre espacios interiores y exteriores, así como la generación de humedad dentro del propio edificio.

La OMS (3) estima que en torno al 15 % de la población europea habita una vivienda con goteras y humedades. Al mismo tiempo, estima que en torno al 15 % de nuevos casos de asma en niños en Europa se pueden atribuir a humedades en interiores, lo que representa más de 69.000 años de vida ajustados por discapacidad (*disability-adjusted life years, DALY*³³) evitables y 103 muertes potencialmente evitables cada año. Sin embargo, que un determinado nivel de humedad relativa interior suponga un riesgo para la aparición de humedades y condensaciones dependerá en buena medida de las características constructivas de la vivienda; si la fachada es ventilada o no, si dispone de cámara de aire, si la envolvente térmica está adecuadamente aislada, si la distribución favorece espacios de aire estancado, etc. A ello se suman la temperatura y la ventilación de la vivienda, además de los hábitos de sus ocupantes. En cuanto a este último factor, influirán no solo el tipo y la frecuencia de ventilación que los ocupantes propicien, sino también el nivel de ocupación de la vivienda o las actividades que realicen en su interior.

Efectos sobre la salud: estado de la evidencia

- Niveles altos de HR favorecen la aparición de humedades, crecimiento de moho y bacterias; estas son condiciones fuertemente asociadas a efectos adversos sobre la salud respiratoria.

33. Este dato estadístico refleja la suma de potenciales años de vida saludables perdidos de forma prematura por fallecimiento, estado de mala salud o discapacidad (<https://www.who.int/data/gho/indicator-metadata-registry/imr-details/158>).

- Sin embargo, altos niveles de HR (> 40 %) en los dormitorios mejoran los síntomas de apnea del sueño y reducen de forma significativa la infectividad de virus (por ejemplo, de la influenza o virus de la gripe).
- En condiciones de alta humedad relativa y temperaturas en torno a 25 °C, los ácaros del polvo doméstico encuentran las mejores condiciones para multiplicarse. Por el contrario, los niveles bajos de HR reducen los alérgenos de los ácaros del polvo doméstico.
- Síntomas como la sequedad de piel, la irritación de los ojos o la electricidad estática aumentan a medida que los niveles de HR disminuyen (< 40 %).
- Existe evidencia contundente sobre el efecto adverso de los bajos niveles de HR sobre la película lacrimal precorneal y el confort ocular en los humanos. La desecación e hiperosmolaridad del ojo puede ser el inicio de una cascada de reacciones inflamatorias. Además, puede favorecer una exposición más directa (a través del ojo) a determinados contaminantes del aire.
- Para personas sanas, se recomiendan una HR > 30 % para evitar los síntomas del ojo seco y una HR >10 % para evitar la sequedad nasal. También se recomienda una HR > 50 % para evitar el aumento de electricidad estática, muy relacionado con el síndrome del edificio enfermo.
- La presencia de humedades y moho es particularmente prevalente en hogares de rentas bajas y en viviendas inadecuadamente mantenidas.
- Es necesaria más evidencia sobre los posibles efectos de bajos niveles de HR en grupos generalmente más vulnerables como niños, adolescentes y personas mayores.

Estudiar el efecto de la humedad en la vivienda sobre la salud de sus residentes difícilmente puede efectuarse de forma aislada. Puesto que los niveles de humedad están tan estrechamente vinculados a otros factores como la temperatura o la velocidad de movimiento del aire, así como a la calidad del aire interior, la práctica totalidad de la evidencia disponible estudia varios de estos factores conjuntamente. La OMS, en su revisión sistemática del 2018 (4), tampoco aborda este elemento de forma aislada, sino siempre como factor adicional que contribuye a determinados efectos. Sí se atiende de forma explícita al problema de humedades y moho en informes anteriores de la OMS (100); este aspecto, necesariamente relacionado con altos niveles de humedad relativa, se detallará más adelante en el apartado 2.1, «Calidad del aire interior».

Niveles de referencia de la humedad relativa

Como ya se ha mencionado, el nivel de humedad en el ambiente influye en nuestros mecanismos de enfriamiento evaporativo. Si el nivel de humedad es demasiado alto, el aire estará más saturado y encontraremos más dificultad para refrescarnos mediante la sudoración. Aunque los valores recomendados de humedad relativa se encuentran entre 45-60 % en verano y entre 40-50 % en invierno (según el RITE, aprobado por el Real Decreto 1027/2007)³⁴, en general, valores de entre 30-70 % se consideran aceptables para la población sana, al no influir de forma significativa en la sensación térmica o en la sequedad de la piel y las mucosas (36).

Más allá de estos umbrales de confort, estudios y revisiones recientes definen una serie de umbrales de HR adicionales en función de los efectos para la salud encontrados. Estos tienen generalmente una alta correspondencia con los relativos al confort que aquí se exponen, aunque en algunos casos pueden interferir; por ejemplo, la recomendación de mantener niveles de HR > 50 % para evitar el aumento de la electricidad estática, o niveles de HR > 40 % en dormitorios para mitigar síntomas de apnea y mejorar la calidad del sueño.

A continuación, se exponen estos resultados arrojados por la literatura reciente (divididos en alta HR y baja HR), y se aporta al final del apartado un esquema resumen de todos niveles de HR de referencia revisados, en relación con sus potenciales efectos sobre la salud (figura 7).

Alta humedad relativa

Unos altos niveles de humedad en interiores pueden indicar que la ventilación es insuficiente para dispersar la humedad generada por actividades (especialmente en cocinas y baños) (4). El incremento de humedad y crecimiento de moho y bacterias se asocia a un amplio abanico de efectos adversos sobre la salud respiratoria, incluyendo asma, infecciones respiratorias, disnea, neumonitis por hipersensibilidad y alveolitis alérgica (101). Personas con enfermedades reumáticas pueden ser especialmente sensibles a altos niveles de HR, especialmente cuando van acompañados de bajas temperaturas (36).

34. Como se detalla en el apartado 1.1, «Frio y aislamiento», el Reglamento de Instalaciones Térmicas en los Edificios, aprobado por el Real Decreto 1027/2007, establece, en la instrucción técnica 1.1.4 para personas con actividad metabólica sedentaria (que es la que podría presuponerse en la vivienda), las siguientes condiciones para garantizar «confort térmico» a, como mínimo, el 90 % de las personas: temperatura operativa entre 23 °C y 25 °C, humedad relativa de entre 45 % y 60 % (verano); temperatura operativa de entre 21 °C y 25 °C, humedad relativa entre 40 % y 50 % (invierno).

Como se indica más adelante en el apartado 2.1, «Calidad del aire interior», la OMS indica que no existe por el momento un nivel «aceptable» de contaminación por microorganismos (4). Por ello, y dado el aumento en el riesgo de exposición a microbios y contaminantes químicos peligrosos que supone, la recomendación de la OMS consiste en prevenir o paliar los problemas de humedades y crecimiento de moho en viviendas. Entre los indicadores de humedad excesiva y crecimiento microbiano se encuentran la presencia de condensaciones en superficies interiores y en la estructura, moho visible, la percepción de olor a moho o un historial de daños, fugas o goteras por agua.

Los altos niveles de HR también son un aspecto relevante de cara a las condiciones de higiene y salubridad de la vivienda (apartado 3.3), pues es en condiciones de alta humedad relativa (a partir de 45 %, pero óptima de 80 %) y temperaturas en torno a 25 °C cuando los ácaros del polvo doméstico, por ejemplo, encuentran las mejores condiciones para multiplicarse (18). No obstante, estudios recientes muestran que una HR > 40 % reduce de forma significativa la infectividad de virus (98). Por ejemplo, un estudio del 2010 encontraba que un aumento de la HR al 47 % mediante un humidificador en el dormitorio reducía la supervivencia del virus influenza (virus de la gripe) entre un 17-32 % (102).

También en relación con los niveles de HR en el dormitorio, una revisión publicada en el 2018 (98) encontraba que, al aumentar los niveles de HR en el dormitorio, mejoraban los síntomas de apnea del sueño de sus ocupantes, en buena medida porque el aire más húmedo reduce los síntomas nasofaríngeos en las personas. No obstante, el efecto de estos altos niveles de HR en el dormitorio sobre la calidad del sueño y la calidad de vida en general todavía no son claros, pues, como indican estas revisiones, se requiere más trabajo de campo controlado y asociado, asimismo, a la ventilación de estos espacios.

Los mencionados beneficios de altos niveles de HR en los dormitorios se pueden encontrar, no obstante, en conflicto con el riesgo de humedades en la vivienda, que, como se ha detallado previamente, favorece el crecimiento de hongos, ácaros y bacterias, a los que también se asocian efectos adversos sobre la salud respiratoria.

Baja humedad relativa

Existe una larga disputa sobre los niveles de humedad relativa en los interiores, la calidad del aire percibida y los efectos sobre la salud. Síntomas como la irritación de ojos y de las vías respiratorias superiores, así como una percepción de «aire seco», están entre los principalmente citados en los espacios de oficinas. Son, además, síntomas congruentes con el ya descrito

síndrome del edificio enfermo³⁵. Una revisión publicada en el 2018 sobre la humedad, la calidad del aire interior y la salud (98) encontraba prevalencias de entre el 20-40 % de estos síntomas en oficinas. Algunos estudios de intervención incluidos en esta revisión señalaban que un aumento de la HR en estos espacios podría aliviar la percepción de aire seco y los síntomas sobre los que se informaba.

No obstante, este estudio señalaba que, al carecer los humanos de un órgano sensorial para la humedad, a menudo la percepción de aire seco es en realidad una percepción combinada de olor y polvo, posiblemente exacerbada por el efecto de desecación de un nivel bajo de humedad. La revisión muestra cómo la percepción de aire seco se ve influida por condiciones termodinámicas y emisiones de COV. También, en especial, por las partículas en suspensión de mayor tamaño ($PM > 2,5 \mu m$), que se depositan principalmente en la nariz y en las vías respiratorias superiores.

Sí se encuentra evidencia suficiente sobre el efecto adverso de los bajos niveles de HR sobre la película lacrimal precorneal y el confort ocular en los humanos. Numerosos estudios han demostrado que una baja HR agrava a gran velocidad la estabilidad de la película lacrimal precorneal, lo que resulta en una menor producción de lágrima y en la exacerbación de pérdida de líquido. Esto lleva a la desecación e hiperosmolaridad del ojo y al inicio de una cascada de reacciones inflamatorias. Además, estos efectos pueden favorecer una exposición más directa a determinados contaminantes del aire como formaldehído, ozono o partículas en suspensión.

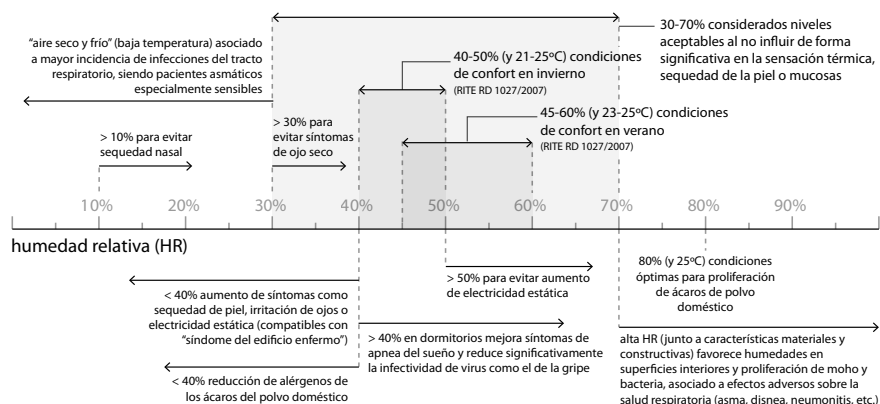
Por otro lado, el funcionamiento de las mucosas de las vías respiratorias superiores depende en buena medida de la humedad y la temperatura del aire que se inhala, así como del tiempo de exposición. En este sentido, el aire seco y frío, es decir, el aire con poca HR y baja temperatura, es especialmente agresivo para el epitelio respiratorio. La exposición a este aire se asocia a mayor incidencia de infecciones del tracto respiratorio, y pacientes asmáticos han demostrado ser especialmente sensibles a estas condiciones. Además, a mayor sequedad del epitelio respiratorio, mayor riesgo de adherencia bacteriana. Según distintos estudios incluidos en la citada revisión, para personas sanas, se recomiendan una HR $> 30 \%$ para evitar los síntomas del ojo seco y una HR $> 10 \%$ para evitar la sequedad nasal.

35. Definido por la OMS como un conjunto de molestias originadas o estimuladas por la mala ventilación, la descompensación de temperaturas, las cargas iónicas y electromagnéticas, las partículas en suspensión, los gases y vapores de origen químico y los bioaerosoles, entre otros agentes identificados, que genera síntomas inespecíficos en entre el 10 % y el 30 % de los ocupantes. Véase el apartado específico en la introducción.

Otra revisión, publicada en el 2016 (103), ponía el foco en los efectos sobre la salud y el confort de los niveles bajos de humedad relativa (HR < 40 %) en interiores. Encontraba que los niveles bajos de HR reducían los alérgenos de los ácaros del polvo doméstico, mientras que aumentaban la supervivencia del virus influenza. En cuanto al confort, bajos niveles de HR tenían pocos efectos, aunque la sequedad de la piel, la irritación de los ojos o la electricidad estática aumentaban a medida que los niveles de HR descendían. Para evitar el aumento de electricidad estática, muy relacionado también con el ya descrito síndrome del edificio enfermo, guías recientes recomiendan que el nivel de HR no baje del 50 % de cara a minimizar estos efectos.

Esta revisión también encontraba que una baja HR tenía efectos no uniformes sobre emisiones de COV y calidad del aire percibida. Identificaba pautas de ventilación y tiempos de exposición como variables que confunden, pues la mayoría de los estudios revisados sobre sujetos humanos medían tiempos de exposición de tres horas o menos. Además, señala que muy pocos estudios usaban a niños, adolescentes o ancianos como sujetos de estudio.

Figura 7. Esquema de posibles síntomas asociados a los niveles de humedad relativa (HR) en el aire interior de la vivienda



Fuente: Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal).

Desigualdad y colectivos vulnerables

La OMS (4) señala que casi uno de cada seis hogares de la Unión Europea está afectado por humedades en su vivienda. Además, la presencia de humedades y moho es particularmente prevalente en hogares de rentas bajas y en viviendas inadecuadamente mantenidas. En el grupo de países Euro 1,

entre los que se encuentra España, mientras que los hogares en el quintil más rico tienen una prevalencia de humedades en su vivienda por debajo del 10 %, la prevalencia en los hogares en el quintil más pobre es más del doble (~ 23 %) (1).

En consecuencia, la OMS indica que remediar estas condiciones que derivan en exposiciones adversas debería ser una prioridad para prevenir una mayor contribución al mal estado de salud de las poblaciones que ya viven con un aumento de carga de enfermedad (*increased burden of disease*), como demuestran numerosas publicaciones, entre ellas el informe *Environmental health inequalities in Europe. Second assessment report*, publicado por la Oficina Regional para Europa de la OMS en el 2019 (1) o el informe *Healthy environment, healthy lives: how the environment influences health and well-being in Europe*, publicado por la EEA en el 2020 (8).

Como ya se ha mencionado, las personas con enfermedades reumáticas pueden ser especialmente sensibles a altos niveles de HR, especialmente cuando van acompañados de bajas temperaturas (36). Por otro lado, las bajas temperaturas en combinación con los bajos niveles de HR (aire seco y frío) son condiciones especialmente adversas para los pacientes asmáticos.

Humedades y moho han sido ampliamente estudiados y asociados en particular a casos de asma en niños. Sin embargo, revisiones recientes (103) señalan que raramente son los niños, los adolescentes y las personas mayores los sujetos de estudio sobre efectos en la salud de bajos niveles de HR. Se necesita, pues, más evidencia sobre los efectos en la salud de baja HR en estos grupos; grupos que, en cuanto a otros factores de riesgo en la vivienda, sí han demostrado mayor vulnerabilidad.

Por último, aunque el síndrome del edificio enfermo se ha estudiado principalmente en espacios de trabajo como oficinas (18, 19, 20 y 98, entre otras referencias), también puede darse en las viviendas si las condiciones no son saludables (y, como hemos visto, la humedad relativa del aire interior puede ser un factor importante). Analizar las condiciones de la vivienda desde esta perspectiva parece especialmente oportuno; más aún, dado el actual contexto de implantación generalizada del teletrabajo, que favorece que pasemos cada vez un mayor porcentaje de nuestro tiempo en la vivienda.

En lo que respecta a la vivienda...

Mientras que los niveles altos de humedad relativa en la vivienda favorecen la aparición de humedades y el crecimiento de moho, ácaros y bacterias (asociadas a efectos adversos sobre la salud respiratoria y cutánea), los niveles bajos de humedad relativa se asocian a la

sequedad de la piel, la falta de confort ocular y los síntomas del ojo seco o al aumento de la electricidad estática.

El control de la humedad en la vivienda deberá considerarse en combinación con otros factores como la temperatura, la velocidad de movimiento del aire o la calidad del aire interior, y debería mantenerse idealmente entre el 45-60 % en verano y entre el 40-50 % en invierno. Sin embargo, valores de entre el 30-70 % se consideran aceptables para la población sana, al no influir de forma significativa en la sensación térmica o la sequedad de la piel y las mucosas.

Por ejemplo, en el caso de los dormitorios, mantener niveles por encima de 40 % (recurriendo a equipos humidificadores si se precisara) podría mitigar síntomas de apnea y mejorar la calidad del sueño, además de reducir de forma significativa la infectividad de virus. Por otro lado, y especialmente en el caso de viviendas habitadas por pacientes asmáticos, evitar la exposición a aire seco y frío (combinando, por ejemplo, humidificadores con sistemas de calefacción) será muy pertinente, pues la exposición a aire con poca humedad relativa y baja temperatura es especialmente agresivo para el epitelio respiratorio.

1.5. Soleamiento

Maximizar el uso de la luz solar en la vivienda tiene un gran potencial de ahorro energético, pues minimiza la necesidad de iluminación artificial y aprovecha las ganancias térmicas que genera (lo que puede contribuir a combatir problemas de frío en interiores que ya se han revisado en el apartado 1.1). Sin embargo, los beneficios obtenidos de una utilización eficiente de la luz solar no se limitan a aspectos arquitectónicos y energéticos. La luz solar, o luz natural, puede impactar significativamente en la salud y el bienestar de sus ocupantes. De hecho, estudios recientes afirman que la combinación de una buena iluminación interior y una exposición regular a la luz natural contribuye a recuperar y mantener un estilo de vida activo, lo que mejora significativamente la calidad de vida de las personas (104).

Podríamos recibir la exposición a luz natural mínima necesaria saliendo de nuestra vivienda cada día, pero las cifras nos delatan; en Europa, pasamos el 90 % de nuestro tiempo diario en interiores (105). Además, las tenden-

cias actuales (como el envejecimiento poblacional o el teletrabajo) sugieren que el porcentaje de tiempo que pasamos en la vivienda será el que más aumente³⁶. Por ello, dotar a la vivienda de un aporte generoso de luz natural se considera una estrategia beneficiosa desde muchos puntos de vista; en particular, para la salud y el bienestar de sus residentes.

De hecho, una encuesta realizada en el Reino Unido en el 2013³⁷ mostraba que el 63 % de los encuestados consideraba que la luz natural era el aspecto más importante de una vivienda, mientras que en España el principal problema en la vivienda detectado en la EQLS es la falta de acceso a espacios abiertos exteriores en los que exponernos al sol y al aire exterior. La luz del sol es el principal «marcador temporal» de nuestro reloj biológico, que actúa como un estímulo para el estado de ánimo, tanto desde el punto de vista psicológico como fisiológico (106). Puede impactar en nuestra cantidad y calidad del sueño, así como en nuestro rendimiento y actividad durante el día.

La disponibilidad y las características de la luz natural que incide en nuestra vivienda es siempre variable, en función de la latitud, la meteorología, la época del año y el momento del día en el que nos encontremos. Además, la cantidad de luz natural recibida en la tierra varía con la situación, la proximidad a las costas o tierra adentro. El clima y la calidad del aire son también variables que afectan a su intensidad y duración. Por lo tanto, predecir el aporte de luz natural en ciertos climas y condiciones puede ser complejo. No obstante, en la actualidad existen cada vez más herramientas para predecir la luz natural de que dispondrá un edificio (incluyendo programas de cálculo y simulaciones), lo que ofrece una gran oportunidad de diseño para optimizar el edificio de acuerdo con este factor.

Efectos sobre la salud: estado de la evidencia

- Los ahorros indirectos, mediante una buena aplicación de la luz natural, que conducen a un entorno más satisfactorio y de una mayor calidad podrían ser incluso más importantes que los ahorros de energía directos.
- Los aspectos de salud y confort en los espacios interiores vinculados al aporte de luz natural deberían considerarse en mayor

36. Aspecto especialmente relevante dadas las condiciones de confinamiento domiciliario y las restricciones de movilidad y ocio a las que nos hemos visto abocados por causa de la pandemia de la COVID-19, como se expone en el apartado 4.3.

37. <http://www.aud-architects.com/residential-development/we-cant-live-without-space-light/>.

medida en los códigos de construcción nacionales y de la Unión Europea.

- Pasar el día en espacios interiores implica exponernos a intensidades de luz entre 20 y 300 veces más bajas que estando en espacios exteriores.
- La iluminación natural de los espacios de trabajo y aprendizaje se asocia a un mejor rendimiento y a una mayor capacidad de atención, así como a una reducción del estrés y de la sensación de fatiga, lo que puede contribuir significativamente al desempeño de trabajo creativo. Estos resultados podrían ser relevantes de cara a acondicionar espacios de trabajo y estudio en la vivienda.
- La mayoría de la evidencia disponible hasta el momento sugiere que una baja exposición a la luz solar se asocia a problemas de crecimiento fetal y en el nacimiento, así como a efectos adversos sobre la salud a largo plazo (en cuanto al desarrollo del sistema óseo, la incidencia de esclerosis múltiple, la neumonía o el asma tras el nacimiento).
- La vitamina D, cuyos niveles en el cuerpo humano se elevan como consecuencia de la exposición a la luz solar (en concreto, a la radiación UVB, con longitudes de onda de entre 290-320 nm), puede proporcionar protección para una amplia variedad de enfermedades, desde diferentes tipos de tumores hasta la hipertensión, la diabetes de tipo 1 y la esclerosis múltiple. Puesto que esta radiación no traspasa el vidrio, se hace especialmente pertinente la provisión de espacios abiertos exteriores (balcones, terrazas o patios) en la vivienda.
- Una exposición excesiva a la radiación UV del sol se asocia a un incremento en el riesgo de padecer varios tipos de cáncer de piel, cataratas y otras enfermedades oculares, así como a un envejecimiento acelerado de la piel. También podría afectar a la capacidad de las personas de resistir enfermedades infecciosas al alterar su sistema inmune y comprometer la efectividad de programas de vacunación, aunque es necesaria más investigación al respecto.

Existe una línea de investigación muy prolífica que estudia los beneficios de la iluminación natural en espacios escolares y de trabajo (principalmente, oficinas), asociándose a una reducción del estrés, un mejor rendimiento y una mayor productividad (107, 108, 109 y 110, entre otras referencias). Sin embargo, no existe un volumen de evidencia comparable para el ámbito residencial, a pesar de que este sea uno de los aspectos de la vivienda más va-

lorados por las personas³⁸. La OMS, en su revisión del 2018 *WHO Housing and health guidelines* (4), apenas menciona este elemento, acotándolo principalmente al papel de una correcta iluminación (ya sea natural o artificial) para la mejora de la accesibilidad y la prevención de accidentes domésticos. Según un informe reciente (111), los principales beneficios de la luz solar en la vivienda se pueden resumir en tres puntos:

- Beneficios económicos y ecológicos-ambientales por la reducción del consumo energético y emisiones de CO₂.
- Beneficios psicológicos por la estimulación visual y del sistema circadiano.
- Beneficios sobre el bienestar, ya que permite a los ocupantes percibir bien el espacio, concentrarse en tareas, así como experimentar un estímulo ambiental.

El Comité Español de Iluminación (CEI) y el Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE) publicaban en el 2005 la *Guía técnica. Aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de edificios* (106). Esta guía, aunque enfocada principalmente al ahorro de energía mediante la promoción del uso de la luz natural, también alude a los efectos de la luz natural sobre la salud y el bienestar de las personas. De hecho, señala que «quizás los ahorros indirectos, mediante una buena aplicación de la luz natural, que conducen a un entorno más satisfactorio y de una mayor calidad, son incluso más importantes que los ahorros de energía directos».

En España, el Código Técnico de la Edificación, en su documento básico HE3, hace obligatoria la instalación y el uso de sistemas de control y regulación del alumbrado artificial en las zonas del edificio en las que la aportación de luz natural así lo permita. Sin embargo, excluye a los interiores de vivienda de su ámbito de aplicación. Tal y como señala un reciente informe elaborado sobre ocho países europeos³⁹ (111), los aspectos de salud y confort en espacios interiores vinculados al aporte de luz natural deberían considerarse en mayor medida en los códigos de construcción nacionales y de la Unión Europea.

38. Según una encuesta realizada en el Reino Unido en el 2013 (<http://www.aud-architects.com/residential-development/we-cant-live-without-space-light/>).

39. España no se encuentra entre ellos. El estudio analiza la normativa de los siguientes ocho Estados miembros: Bélgica (Región de Bruselas), Dinamarca, Francia, Alemania, Italia, Portugal, Suecia y Reino Unido (Inglaterra y Gales).

No obstante, la exposición a la luz solar también puede entrañar riesgos, como el exceso de radiación ultravioleta (asociada a varios tipos de cáncer de piel, cataratas, envejecimiento acelerado de la piel y alteraciones del sistema inmune) o el exceso de ganancias térmicas en el interior (y los riesgos asociados a la exposición a calor excesivo en la vivienda, detallados en el apartado 1.2, «Calor»). A continuación, se revisan todos estos aspectos en función de la evidencia reciente disponible.

La luz solar: componentes y radiación

La mayor parte de la energía que llega a nuestro planeta procede del sol. La energía emitida por el sol es una radiación electromagnética que se comporta, al mismo tiempo, como una onda, con su frecuencia, y como una partícula, llamada fotón. La práctica totalidad de la radiación ultravioleta, así como buena parte de la infrarroja, son absorbidas por la atmósfera. Así, la energía que llega al nivel del mar en un día claro suele ser en un 49 % radiación infrarroja, en un 42 % luz visible y en un 9 % radiación ultravioleta. En un día nublado, se absorbe un porcentaje mucho mayor de energía, especialmente de radiación infrarroja (106).

Esta última, la radiación infrarroja, es la principal causante del calentamiento de los espacios interiores, pudiendo generar un desequilibrio térmico en verano que obligue al empleo adicional de acondicionamiento de aire si este no se ha anticipado en el diseño, o si no existen estrategias pasivas sencillas y efectivas para mitigarlo. Por otro lado, una exposición excesiva a la radiación ultravioleta de la luz solar se asocia a varios tipos de cáncer de piel, cataratas, envejecimiento acelerado de la piel o alteraciones del sistema inmune, como se detalla más abajo en el subapartado «Efectos sobre la salud física y mental». Además, estos y otros síntomas asociados a la exposición a la luz (natural o artificial) según su distribución espectral se detallan con mayor profundidad (incluyendo un esquema resumen, figura 10) en el apartado 2.4, «Iluminación».

La luz natural consta de tres componentes: el haz directo procedente del sol, la luz natural difundida en la atmósfera (incluyendo las nubes) y la luz procedente de reflexiones (en superficies como el suelo o los objetos del entorno). Estas componentes en conjunto, influenciadas por múltiples factores, convierten a la luz natural en una fuente luminosa muy eficiente que cubre todo el espectro visible, que proporciona un rendimiento de colores perfecto, con variaciones de intensidad, color y distribución de luminancias, y con una dirección variable de la mayor parte de la luz incidente (106).

Pasar el día en espacios interiores (ya sea en la oficina o, cada vez más, en nuestra vivienda) implica exponernos a intensidades de luz entre 20 y

300 veces más bajas que estando en espacios exteriores. Mientras que la luminosidad natural en espacios abiertos exteriores se encuentra en un rango entre los 1.000-2.000 lux en un día gris y los 100.000 lux en un día soleado, la iluminación interior (por ejemplo, en oficinas) ronda los 500 lux. En el caso de las viviendas, es generalmente menor. Por ello, el diseño de la vivienda debe procurar que penetre a través de sus huecos una cantidad de luz natural suficiente y, a la vez, prever estrategias de control de esta incidencia si las cargas térmicas que genera son excesivas en los meses de calor.

La luz natural para el trabajo y el aprendizaje

Como ya se ha mencionado, existe una línea de investigación muy prolífica que explora los beneficios de una iluminación natural para el rendimiento y el bienestar de los estudiantes y los trabajadores. Aunque centrados en espacios escolares y oficinas, los resultados de estas investigaciones se consideran relevantes de cara a proporcionar ciertas cualidades a la vivienda, particularmente en los espacios destinados al estudio, el trabajo o la lectura. Más, incluso, dada la implantación cada vez mayor del teletrabajo y la educación a distancia⁴⁰.

Por ejemplo, una revisión del 2018 (109), centrada en el impacto de la luz natural sobre ocupantes de espacios escolares y oficinas, encontraba que entre un 60-85 % de los estudiantes y los trabajadores preferían la luz solar como principal fuente de iluminación. Además, señalaba que una iluminación natural adecuada contribuye a reducir los niveles de estrés y dolor de cabeza en los trabajadores de oficinas. Cuando la luz natural y la artificial estaban adecuadamente integradas, la productividad en estos trabajadores aumentaba entre un 5% y un 14 %.

En espacios escolares, los estudios revisados sugerían un aumento en la capacidad de atención de los estudiantes y profesores en las aulas iluminadas principalmente por luz solar. En particular, una investigación efectuada en los Estados Unidos (110) sobre cuatro colegios mostró que los estudiantes que ocupaban las aulas más iluminadas por luz solar progresaban más deprisa en pruebas de matemáticas y lectura (entre un 20-26 %) en comparación con los alumnos que ocupaban las aulas con menos luz solar.

Un reciente estudio sugiere que la exposición a la luz natural y las vistas a elementos naturales en el espacio de trabajo mejoran el rendimiento cognitivo y la calidad y cantidad del sueño (107). Otro estudio, publicado en el

40. Y, de forma destacada, ante escenarios de confinamiento domiciliario como el acontecido por la pandemia de la COVID-19. Este aspecto se desarrolla en mayor profundidad en el apartado 4.3, «Vivienda y salud en el contexto de la COVID-19».

2017 (108), explora el papel de la luz natural y la vegetación en los niveles de productividad y creatividad en los espacios de trabajo. En cuanto a la luz natural, encuentra relaciones con la reducción de la carga de trabajo percibida, sugiriendo también que podría aumentar el estado de alerta y reducir la sensación de fatiga⁴¹. Además, los resultados de este estudio sugieren que, aunque la presencia de luz natural no parezca contribuir a la mejora del desempeño de labores sencillas o mecánicas, sí podría contribuir significativamente al desempeño de trabajo creativo, a través de la activación del nervio simpático, la reducción del sentimiento de fatiga y la reducción de la carga de trabajo percibida. No obstante, para saber hasta qué punto estos resultados serían trasladables al entorno de la vivienda, son necesarios más estudios específicos.

Efectos sobre la salud física y mental

La exposición a la luz solar es fundamental para mantener un ritmo regular del ciclo sueño-vigilia, considerado uno de los pilares fundamentales de la salud⁴². La exposición a luz intensa (como la luz solar) durante el día se considera beneficiosa como contramedida eficaz al cansancio y la fatiga; especialmente en trabajadores de turnos nocturnos, personas que padecen *jet lag* o con cronotipos muy marcados (tanto por tempranos como por tardíos)⁴³. Distintas investigaciones también consideran la exposición a la luz intensa beneficiosa para el estado de ánimo, la calidad del sueño y el rendimiento cognitivo (incluyendo alzhéimer y el párkinson).

Esta iluminación diurna ha de ser rica en longitudes de onda entre 460-480 nm, es decir, onda corta o luz azul, pues la máxima sensibilidad espectral del sistema circadiano humano ocurre en esta zona del espectro (112).

41. En coherencia con los resultados encontrados en cuanto a iluminación artificial (véase el apartado 2.4).

42. https://www.actasanitaria.com/dimes_y_diretes/importancia-de-la-exposicion-a-la-luz-solar-para-un-sueno-saludable/.

43. A menudo se distinguen dos subgrupos de personas en función de sus cronotipos; las tendentes a acostarse tarde y levantarse tarde y las personas con tendencia a acostarse pronto y levantarse pronto (<https://www.sciencedirect.com/topics/psychology/chronotype>). Conocida como la distinción búho/alondra (*owl/lark distinction*), en parte se relaciona con la estructura de su ritmo circadiano, pero también se encuentra fuertemente vinculada a la edad. Mientras que los niños pequeños y los bebés suelen tener despertares tempranos, los adolescentes son conocidos por lo contrario. La mayor parte de las personas no tienen un cronotipo tan marcado y se ajustan con mayor facilidad a los horarios impuestos (laborales y escolares). No obstante, las personas con cronotipos fuertemente inclinados en uno u otro sentido podrán sufrir importantes afectaciones en la cantidad y la calidad del sueño, incluyendo el conocido como *jet lag* social (184), la diferencia en tiempos del sueño entre los días laborales o escolares y los fines de semana. En particular, las personas con cronotipos tardíos suelen sufrir un *jet lag* social más largo, asociándose a sobrepeso y peores comportamientos de salud.

En este sentido, la luz solar es rica en luz azul. Además, en cuanto a intensidad, la evidencia científica sugiere que niveles de al menos 1.000 lux durante el día serán beneficiosos para la salud. No obstante, en el interior de la vivienda, no siempre tenemos acceso a tales niveles de intensidad.

Una reciente revisión de la literatura sobre la exposición a luz solar durante el embarazo (113) encuentra que, a pesar de una escasez de evidencia en general, la mayor parte de la evidencia disponible sugiere que una baja exposición a la luz solar está asociada a problemas de crecimiento fetal y en el nacimiento, así como a efectos adversos sobre la salud a largo plazo. La exposición regular a la luz solar está implicada en aspectos de salud a largo plazo como el desarrollo del sistema óseo, la reducción de la incidencia de esclerosis múltiple, la neumonía o el asma tras el nacimiento. No obstante, esta revisión encuentra diferencias metodológicas y poblaciones significativas entre los estudios revisados, e indica la necesidad de seguir investigando en este campo y, en concreto, encontrar la forma de cuantificar los niveles mínimos de exposición considerados saludables.

La vitamina D, cuyos niveles en el cuerpo humano se elevan como consecuencia de la exposición a la luz solar (en concreto, a la radiación UVB, con longitudes de onda de entre 290-320 nm), puede proporcionar protección para una amplia variedad de enfermedades; desde diferentes tipos de tumores hasta la hipertensión, la diabetes de tipo 1 y la esclerosis múltiple. Además, se ha demostrado que evitar la luz solar puede influir en el inicio y la progresión de algunas de estas enfermedades (114). La exposición a la luz solar en interiores (es decir, a través de una ventana) no induce la síntesis de la vitamina D en la dermis, ya que la radiación UVB no es capaz de penetrar a través del vidrio de las ventanas. Por ello, la dotación de espacios exteriores abiertos en la vivienda (en forma de balcones, terrazas o patios), en los que exponernos a una cantidad moderada⁴⁴ de radiación solar directa, resulta muy conveniente para disfrutar de la función protectora que otorga un adecuado nivel de vitamina D.

La iluminación natural puede hacer determinadas estancias más agradables, siendo la geometría de la estancia un factor relevante a la hora de percibir determinadas condiciones de la luz diurna (115). Por ejemplo, junto con las vistas al exterior, el control del ruido o un fácil acceso desde la cocina, un espacio de comedor agradable puede invitar a los convivientes a sentarse juntos en la mesa, lo cual entraña múltiples beneficios para la sa-

44. Según esta publicación, se considera una exposición moderada la que no llega a generar quemadura. Además, especifica que dicha exposición moderada sobre brazos, hombros, tronco y piernas debería buscarse en lugar de evitarse.

lud física y mental, y evita prácticas menos saludables relacionadas con la nutrición (aspecto tratado con mayor detalle en el apartado 3.4, «Diseño y distribución»). Por otro lado, el informe HAPPI (Housing our Ageing Population Panel for Innovation) del 2009 (cuya segunda edición, del 2012, se recoge en la referencia 116), entre las diez recomendaciones de diseño de la vivienda que realiza con especial consideración de las necesidades y habilidades de las personas mayores incluye «gran cantidad de luz natural en la vivienda, incluidos espacios de circulación».

Pero la luz solar, cuando la exposición es excesiva, también puede entrañar riesgos para la salud humana. Una exposición excesiva al sol se asocia a un incremento en el riesgo de padecer varios tipos de cáncer de piel, cataratas y otras enfermedades oculares, así como a un envejecimiento acelerado de la piel. También podría afectar a la capacidad de las personas de resistir enfermedades infecciosas y compromete la efectividad de los programas de vacunación. La OMS⁴⁵ establece los siguientes efectos sobre la salud de una exposición excesiva a la luz solar:

- En cuanto a los efectos sobre la piel, la exposición excesiva a la radiación ultravioleta resulta en una serie de cambios crónicos en la piel; varios tipos de cáncer de piel (de los cuales el melanoma es el más grave); un aumento de lunares y manchas, así como el fotoenvejecimiento de la piel, que hace que las personas parezcan mayores al perder la piel su turgencia y producirse arrugas. Uno de cada tres cánceres diagnosticados es de piel, y el principal factor que predispone al desarrollo de este es la exposición a radiación ultravioleta (UV); tradicionalmente del sol, aunque también de forma más reciente por cabinas de bronceado artificial⁴⁶. Ambas fuentes de radiación UV han sido clasificadas como cancerígenas para los seres humanos por el Centro Internacional de Investigaciones sobre el Cáncer (IARC) de la OMS. Además, existe evidencia de que el riesgo de melanoma está también relacionado con la exposición a radiación UV durante la niñez.
- Los efectos sobre la salud ocular dependen de muchos factores, entre ellos, el reflejo de la luz sobre las superficies del entorno, el grado de brillo en el cielo o el uso de lentes protectoras. Entre los efectos más agudos se encuentran la fotoqueratitis y la fotoconjuntivitis, efectos de una quemadura solar sobre la córnea y los párpados. Aunque es-

45. <https://www.who.int/uv/resources/fact/en/fs227toomuchsun.pdf>.

46. https://www.who.int/gho/phe/ultraviolet_radiation/en/.

tos efectos son dolorosos, son generalmente reversibles y fácilmente prevenibles mediante lentes protectoras. Sin embargo, también pueden darse efectos crónicos como el desarrollo de pterigión (un crecimiento opaco de color blanco o crema, adherido a la córnea), cáncer de células escamosas de la conjuntiva y cataratas. Mirar directamente al sol, o a objetos extremadamente brillantes, también puede dañar las células de la fovea, lo que impide a las personas distinguir detalles finos y limita, por ello, su capacidad para leer, reconocer facciones, conducir, etc. (con los consecuentes efectos sobre la salud mental y social que esto puede conllevar).

- La exposición excesiva a radiación UV también podría alterar el sistema inmune al cambiar la actividad y la distribución de las células responsables de desencadenar estas respuestas. Una serie de estudios al respecto sugieren que podría aumentar el riesgo de infección y disminuir la efectividad de las vacunas en humanos, aunque estos resultados provienen principalmente de estudios sobre roedores, por lo que resulta necesaria más investigación que fundamente esta hipótesis en los seres humanos.
- Por último, la exposición excesiva a la luz solar también puede derivar en efectos térmicos de calentamiento de tejidos del cuerpo humano, principal efecto de la radiación infrarroja. Un aporte excesivo de esta radiación puede resultar en golpes de calor y otras reacciones similares, especialmente en personas mayores, enfermos o niños pequeños. La exposición a niveles moderados, sin embargo, aporta un calor que tiene efectos relajantes y restauradores.

Cabe destacar que, para el caso que nos ocupa (las condiciones de la vivienda), la exposición excesiva a luz solar que pueda derivar en efectos negativos como los mencionados es improbable. Lo más habitual es que los niveles de luz natural en las viviendas sean insuficientes para disfrutar de todos los beneficios que esta comporta para la salud física y mental de sus residentes. Sin embargo, pueden darse de forma puntual, o en viviendas singulares, condiciones en las que la radiación sea excesiva y los efectos adversos mencionados deban tenerse en cuenta.

La luz natural en la rehabilitación de viviendas

En cuanto a la rehabilitación de viviendas existentes, a menudo introducir requisitos de mayor aporte de luz natural es difícil por limitaciones estructurales y constructivas, o por normativas enfocadas a preservar estéticas o composiciones de fachada que limitan la cantidad y el tamaño de huecos

que se pueden abrir. La citada revisión de normativas en ocho países europeos (111) no encuentra requisitos en cuanto a la conservación de un aporte mínimo de luz natural en rehabilitación de edificios existentes, a excepción del Reino Unido, donde la ley *Right to light*, o «derecho a la luz», garantiza que determinados cambios en el entorno inmediato (por ejemplo, en edificios vecinos) no pueden reducir la disponibilidad de luz natural en edificios existentes.

Como dice esta ley en el punto 1.1 de su capítulo introductorio, «la luz natural en nuestros edificios es inmensamente importante para vivir y trabajar cómodamente. Nos gusta y queremos luz natural en nuestras cocinas y en nuestros escritorios; a las personas les gusta tener un asiento en la ventana, y a la mayor parte de las personas le disgusta mucho una habitación sin ventana. La cantidad de luz natural que deja entrar una ventana depende de lo que haya fuera, y en particular de la proximidad de otros edificios»⁴⁷. Lejos de querer constituir una herramienta de planeamiento urbano (aunque necesariamente tenga un impacto sobre ello), esta ley busca proteger el derecho individual a la luz de sus ocupantes. Transmite, así, la importancia que se le otorga a la disponibilidad y el disfrute de la luz natural desde el interior de los edificios.

Detallado en el apartado 3.4, «Diseño y distribución», el informe *Health and wellbeing in homes* (15) sugiere una serie de consideraciones al abordar mejoras en cuanto a la iluminación natural sobre viviendas existentes. Los niveles de iluminación natural en la vivienda pueden mejorarse al eliminar particiones interiores, de modo que se logren estancias más espaciosas (que posiblemente beneficien también la accesibilidad, funcionalidad y adaptabilidad). La introducción de huecos de ventana nuevos o lucernarios cuando sea posible también aumentará, lógicamente, la cantidad de luz natural que entra en el hogar. En relación con las ventanas existentes, su sustitución por unas de carpintería más estrecha y mejor calidad del vidrio puede mejorar significativamente las condiciones de iluminación natural interior.

Existe también un posible riesgo de pérdida de iluminación natural a la hora de rehabilitar térmicamente una vivienda incorporando aislamiento térmico en fachadas. Al aumentar el espesor de la fachada, deben tenerse en cuenta las potenciales pérdidas de luz natural que pueda sufrir la vivienda, compensándolas en su caso con otras medidas que la favorezcan (o, cuando esto no sea posible, compensándolo con luz artificial suficiente).

47. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/391683/44872_HC_796_Law_Commission_356_WEB.pdf.

Por otro lado, frente al calor excesivo en la vivienda por posibles excesos de ganancias térmicas a través de determinados huecos (cuyos efectos sobre la salud se detallan en el apartado 1.2), además de la posibilidad de reducirlo mediante la incorporación de aislamiento térmico y ventanas con vidrio reflectante de control solar, o hasta cierto punto mediante la ventilación (ver apartado 1.3), es conveniente que las viviendas prevean la instalación de sistemas (activos o, preferentemente, pasivos) que aporten sombra (como toldos, persianas o celosías). A ello se suma la elección de colores claros en fachadas y materiales de las cubiertas, a fin de no contribuir al efecto de la isla de calor. Estas estrategias, así como su pertinencia en el contexto de la adaptación a los efectos del cambio climático, se detallan en el apartado 3.4, «Diseño y distribución».

El mencionado informe que analizaba la normativa de ocho países europeos en cuanto a la calidad del aire, el confort térmico y la luz natural en los edificios (111) encontraba que, en lo que se refiere a la luz natural, los requisitos y las recomendaciones de las normativas estudiadas se limitaban principalmente a especificar una proporción mínima de área de ventana o hueco por superficie de suelo, a indicar niveles mínimos de luz natural o simplemente a estipular la necesidad de que la luz solar acceda al edificio. Como ejemplo de buenas prácticas, el código de edificación danés es el único de los revisados por este estudio que requería unas ganancias solares mínimas en invierno, mientras que la normativa sueca recomendaba el uso de sistemas de gestión de la luz natural para luminarias permanentes.

Desigualdad y colectivos vulnerables

Como ya se ha mencionado, España tiene la mayor proporción de pisos en su parque de viviendas de toda Europa (7). No sorprende, pues, que el principal problema en las viviendas españolas detectado por la EQLS sea la falta de acceso a espacios abiertos o exteriores. Aunque es difícil encontrar datos específicos sobre la incidencia de luz natural en el parque de viviendas existente, cabe suponer que la falta de acceso a luz natural suficiente se dará especialmente en las tipologías residenciales más humildes; plantas bajas de edificios en altura, orientadas hacia patios interiores estrechos u oscuros, y ubicadas en entornos con mayor densidad edificatoria (y, consecuentemente, con sombra provocada por edificios vecinos).

Por otro lado, al ser la luz solar tan fundamental para el ritmo circadiano, la falta de exposición a ella podría disrumpir este ritmo, e influir, por lo tanto, en la secreción de melatonina y la calidad y la cantidad de sueño.

Como se detalla en el apartado 2.4, «Iluminación», entre los grupos especialmente vulnerables a esta disrupción del ritmo circadiano se encuentran los trabajadores de horario nocturno o por turnos (incluyendo turnos de noche), los adolescentes, las mujeres embarazadas o las personas con limitaciones cognitivas. También serán especialmente vulnerables las personas que sufran *jet lag* o con cronotipos muy marcados.

Aunque lo más habitual es que los niveles de luz natural en las viviendas sean insuficientes para disfrutar de todos los beneficios que comporta para la salud física y mental de sus residentes, también puede darse el caso contrario. De ser así, los niños son un grupo especialmente vulnerable al exceso de radiación UV (asociado a un mayor riesgo de melanoma a lo largo de su vida), mientras que el exceso de calor en interiores que pudiera generar la radiación infrarroja impactaría especialmente (como se detallaba en el apartado 1.2, «Calor») en niños, ancianos y enfermos crónicos psiquiátricos, cardiovasculares y pulmonares, así como en los grupos más desfavorecidos socioeconómicamente (entre los cuales destacan las mujeres al frente de hogares monoparentales y los mayores de 65 años, con mayor riesgo de sufrir pobreza energética).

En lo que respecta a la vivienda...

Maximizar el uso de la luz solar en la vivienda tiene un gran potencial de ahorro energético, ya que minimiza la necesidad de iluminación artificial y aprovecha las ganancias térmicas que genera (pudiendo contribuir a combatir problemas de frío en interiores). No obstante, la vivienda deberá también proteger de una incidencia solar excesiva, que podría desembocar en problemas de ganancias excesivas de calor en el hogar; por ejemplo, mediante el correcto uso de huecos y materiales (así como, por ejemplo, el uso de fachadas ventiladas) o recurriendo a soluciones de control solar como voladizos y toldos.

No obstante, la utilización eficiente de luz solar en la vivienda también puede tener repercusiones positivas sobre la salud física y mental de sus habitantes, y mejorar significativamente su calidad de vida. En general, una vivienda luminosa proporcionará unas condiciones favorables para mantener un ritmo regular del ciclo sueño-vigilia, considerado uno de los pilares fundamentales de la salud. De forma específica, los espacios de trabajo y aprendizaje en la vivienda iluminados principalmente con luz solar favorecerán un mejor rendimiento y una mayor capacidad de atención, así como una reducción del estrés y de la sensación de fatiga. Esto resulta especialmente

relevante dadas las tendencias actuales hacia el teletrabajo y la educación a distancia.

Por otro lado, las viviendas con espacios abiertos exteriores (balcones, terrazas, patios o jardines) desde los que exponernos a luz solar directa durante determinado tiempo al día puede contribuir a elevar los niveles de vitamina D asociados a la protección de enfermedades como diferentes tipos de tumores, hipertensión, diabetes de tipo 1 o esclerosis múltiple. Esto es especialmente relevante, dada la cada vez mayor proporción de nuestro tiempo destinado a permanecer en la vivienda, así como de forma específica para las personas mayores o con movilidad reducida que encuentren mayor dificultad para salir del domicilio a diario.

Los niveles de iluminación natural en las viviendas existentes pueden mejorarse eliminando particiones interiores, logrando estancias más espaciales (que posiblemente beneficien también la accesibilidad, la funcionalidad y la adaptabilidad) e incorporando nuevos huecos de ventana o lucernarios cuando sea posible. En relación con las ventanas existentes, su sustitución por unas de carpintería más estrecha y mejor calidad del vidrio puede mejorar significativamente las condiciones de iluminación natural interior.

2. Calidad ambiental



Calidad del aire interior. El aire de nuestras viviendas puede estar hasta cinco veces más contaminado que el aire exterior. Por ello, resulta fundamental conocer qué contaminantes podemos encontrar en la vivienda, sus efectos sobre la salud y los posibles efectos sinérgicos de exposiciones combinadas.



Calidad del agua. El agua que consumimos debe ser segura y libre de contaminantes químicos, bacterias u otros contaminantes emergentes, ya que su presencia se asocia a enfermedades tanto infecciosas como no infecciosas. Esto implica también el control y la seguridad en los materiales y el mantenimiento de las instalaciones de la vivienda.



Ruido. La exposición al ruido en la vivienda tiene una prevalencia muy alta y creciente en áreas urbanas, con posibles efectos sobre la salud tanto auditivos como no auditivos. El ruido puede afectar al sistema cardiovascular, limitar la capacidad de aprendizaje y el rendimiento cognitivo o provocar alteraciones del sueño que deterioren la salud.



Iluminación. La iluminación artificial en la vivienda apoyará y complementará el aporte de luz natural, por lo que facilitará la realización de tareas en condiciones de buena visibilidad. No obstante, una iluminación inadecuada puede afectar notablemente a la salud; por ejemplo, puede alterar el sistema circadiano e influir en los patrones del sueño.



Campos electromagnéticos. La exposición a campos electromagnéticos en el ámbito doméstico dependerá tanto de las instalaciones, los equipos y los aparatos que tengamos en la vivienda como del uso que hagamos de estos aparatos. El interés por explorar sus posibles efectos sobre la salud es creciente, pues nuestra exposición a campos electromagnéticos en los últimos años va en claro aumento.

2.1. Calidad del aire interior

Según la OMS, nueve de cada diez personas en el mundo respiran un aire insalubre⁴⁸. Al pasar la mayor parte de nuestro tiempo (y cada vez más) en espacios interiores, la calidad del aire interior se vuelve crecientemente significativa y potencialmente peligrosa. El aire de nuestras viviendas puede estar hasta cinco veces más contaminado que el aire exterior⁴⁹. A ello se une el problema de la calidad del aire exterior en algunas ciudades, que se infiltra al interior o es introducido por ventilación natural, lo que conlleva que, en determinadas circunstancias, la ventilación de la vivienda aporte más riesgos que beneficios para la salud de sus residentes.

Si consideramos que más de la mitad del aire que respiramos a lo largo de nuestra vida lo inhalamos dentro de nuestro hogar (90), nos daremos cuenta de la relevancia de conocer los potenciales efectos que puede tener sobre nuestra salud. El aire interior de la vivienda puede estar contaminado con una mezcla de contaminantes del aire exterior, productos químicos peligrosos, radón o moho, lo que (como se detalla en este apartado) genera importantes impactos en la salud de las personas que lo respiran diariamente.

La tendencia constructiva de las últimas décadas ha ido en la dirección de aislar mejor los edificios, para evitar pérdidas de energía y aumentar su estanqueidad. Mientras que las medidas de eficiencia energética pueden implicar mejoras en la salud de sus ocupantes (especialmente en el caso de los enfermos respiratorios crónicos), la reducción de las pautas de ventilación que a menudo acompañan a estas medidas pueden tener un impacto negativo sobre la calidad del aire; por ejemplo, pueden incrementar el riesgo de enfermedades como el asma (117). Esto se ve agravado por la aparición de multitud de materiales y revestimientos sintéticos en nuestras viviendas, que desprenden partículas que han demostrado incluso ser cancerígenas en algunos casos.

Informes recientes señalan una preocupante carencia de políticas y normativa específica que aborde la contaminación del aire interior a escala europea. Al no existir requisitos de monitorización de la calidad del aire interior en la Unión Europea, tampoco se dispone de datos consolidados que poder analizar para informar políticas públicas (8). Según afirman guías recientes, el estricto cumplimiento de los valores límite establecidos por las directivas europeas de calidad del aire o el CTE no garantiza la salud de las

48. <https://www.who.int/es/news-room/detail/02-05-2018-9-out-of-10-people-worldwide-breathe-polluted-air-but-more-countries-are-taking-action>.

49. <https://www.epa.gov/report-environment/indoor-air-quality>.

personas, siendo en muchas ocasiones menos exigentes que los valores que establece la OMS en sus guías de calidad del aire (118).

Dada la compleja interacción entre factores que contribuyen a la calidad del aire interior (por ejemplo, ventilación, calidad del aire exterior, productos de consumo o tabaquismo), los esfuerzos para mejorar esta calidad del aire en la vivienda requerirán un enfoque integrado, que incluyan el diseño y la gestión del edificio y sus instalaciones; la aplicación de estándares con criterios de salud en los productos de construcción, limpieza, decoración o mobiliario; así como educación para fomentar comportamientos positivos de la población de cara a propiciar una buena calidad del aire en su vivienda.

Efectos sobre la salud: estado de la evidencia

- Algunos estudios apuntan a que los edificios verdes suponen una mejora en la calidad del aire interior frente a los edificios no verdes.
- Entre las consecuencias a corto plazo de la exposición a determinadas concentraciones de COV se incluyen la irritación de la piel, los mareos y las náuseas, mientras que las exposiciones prolongadas a COV son carcinógenas. Además, suele ser durante las horas de sueño cuando se da la mayor exposición a COV.
- Los edificios nuevos o recién remodelados se asocian a concentraciones altas de benceno de materiales y mobiliario. Además, entre el 40-60 % de las concentraciones de benceno en interiores se atribuyen a la presencia de un garaje adosado a la vivienda.
- El exceso de humedad y moho en los edificios se asocia a un incremento de entre un 30-50 % de problemas respiratorios y de asma.
- La exposición combinada a moho y COV en la vivienda tiene un efecto sinérgico que aumenta significativamente los síntomas respiratorios.
- El cambio climático probablemente aumente los niveles de polvo ambiental como resultado de condiciones meteorológicas más secas en muchas áreas de Europa, lo que causaría incrementos asociados en los niveles de polvo dentro de las viviendas.
- La exposición a tabaco ambiental es un serio desafío para la salud en ambientes interiores y, entre ellos, de forma destacada en la vivienda, pues la exposición puede ser continua en el tiempo y acumularse rápidamente hasta alcanzar niveles muy elevados. De todas las muertes atribuibles a la exposición a tabaco ambiental en el mundo, el 28 % ocurre en niños y el 47 %, en mujeres.

- La única relación causal comprobada hasta el momento entre exposición a radón en interiores y efectos sobre la salud es con el cáncer de pulmón, aunque estudios ecológicos encuentran otras asociaciones (por ejemplo, con leucemia y esclerosis múltiple).
- La exposición combinada a tabaco y radón tiene un efecto sinérgico que aumenta significativamente (hasta veinticinco veces) el riesgo de mortalidad por cáncer de pulmón.
- La exposición a fibras de amianto es causa de cáncer de pulmón, laringe y ovario, así como de mesotelioma, asbestosis, placas, engrosamientos y derrames pleurales.
- La exposición combinada a tabaco y amianto tiene un efecto sinérgico que aumenta significativamente el riesgo de cáncer de pulmón, y el riesgo es tanto mayor cuanto más se fuma.
- La creosota (producto para el tratamiento de madera expuesta a la intemperie) contiene algunos componentes que no se degradan y se consideran nocivos tanto para la salud de las personas como para el medioambiente. Entre los efectos para la salud se encuentran erupciones en la piel, ampollas, enrojecimiento, daños a los ojos, o, en exposiciones más prolongadas, daño en riñones, hígado, cáncer de piel o cáncer de escroto.

La calidad del aire ambiental, o exterior, ha sido hasta ahora el aspecto que más atención y visibilidad ha tenido respecto a sus efectos sobre la salud, particularmente en las ciudades. Sin embargo, también existe un gran volumen de evidencia sobre los efectos nocivos de una mala calidad del aire interior. La OMS, en su revisión del 2018 *WHO Housing and health guidelines*, no lleva a cabo una revisión sistemática de estos aspectos, sino que aporta los datos más relevantes contenidos en los siguientes informes o guías sobre la calidad del aire interior publicados con anterioridad:

- *WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould* (100), publicado en el 2009 y centrado en los efectos sobre la salud de humedades y moho en la vivienda.
- *WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants* (119), publicado en el 2010 y centrado en los efectos sobre la salud de una lista de contaminantes habituales en la vivienda.
- *WHO guidelines for indoor air quality: household fuel combustion* (120), publicado en el 2014 y centrado en los efectos sobre la salud derivados de la utilización de determinados combustibles para cocinar, calentar o iluminar la vivienda.

Mientras que en los espacios exteriores la Ley 34/2007, de 15 de noviembre, de calidad del aire y protección de la atmósfera, regula los deberes de control en los municipios, así como los contaminantes que deben controlarse, y plantea los objetivos por alcanzar, en los ambientes interiores no existen estos requisitos específicos. Sí existe, no obstante, una creciente concienciación de las repercusiones que tiene la calidad del aire interior sobre nuestra salud, como se refleja en el reciente informe de la EEA *Healthy environment, healthy lives: how the environment influences health and well-being in Europe*, que dedica un capítulo a la calidad del aire interior y la salud, y señala la importancia de esta relación ante los retos asociados al cambio climático. Como señala este informe, existen múltiples enfermedades (entre estas, enfermedades cardíacas, del sistema respiratorio o cerebrovascular) atribuibles a una exposición a aire interior contaminado (tabla 2).

Tabla 2. Muertes al año atribuibles a la contaminación del aire interior según enfermedad en la UE-28

Enfermedad	Muertes/año atribuibles a contaminación del aire interior (UE-28)
Cardiopatía isquémica	6.202
Cánceres de tráquea, bronquios y pulmón	2.280
Accidente cerebrovascular	2.937
Infecciones de las vías respiratorias inferiores	1.686
Enfermedad pulmonar obstructiva crónica	1.693
Total	14.798

Fuente: EEA. *Healthy environment, healthy lives: how the environment influences health and well-being in Europe*, 2020, pág. 114, tabla 4.4 (extracto).

A continuación, se describen los contaminantes conocidos más relevantes susceptibles de encontrarse en el aire interior de la vivienda, aportando información de las guías de la OMS antes detalladas, así como los resultados de estudios recientes al respecto.

Estándares de ventilación y edificios verdes

Como se ha descrito en el apartado 1.3, «Ventilación», la calidad del aire interior de la vivienda está fuertemente relacionada con cómo y cuánto se ventilen sus estancias. La vivienda suele acumular mayores concen-

traciones de COV que las oficinas y las escuelas (89). A ello se suman actividades y fuentes de contaminación del aire interior como cocinas, chimeneas o ambientadores, que son característicos de la vivienda y que han demostrado tener efectos significativos sobre la calidad del aire cuando la ventilación no es adecuada y suficiente (como describe la OMS en 119 y 120).

Por otro lado, como ya se ha comentado en apartados anteriores, la creciente estanqueidad de los espacios interiores a menudo favorece la eficiencia energética y el control de la temperatura en detrimento de la calidad del aire interior. Un reciente estudio llevado a cabo sobre 514 viviendas en los Estados Unidos (121) encontraba que la aplicación de aislamiento térmico y soluciones de eficiencia energética sobre la envolvente térmica de las viviendas (*weatherization*) se asociaba con pequeños (aunque estadísticamente significativos) aumentos en algunos contaminantes interiores como el radón o la humedad. Sin embargo, en algunas viviendas se veían reducidas las altas concentraciones de monóxido de carbono.

Revisiones recientes encuentran una tendencia general de mejora de la salud respiratoria con el aumento de ratios de ventilación (85 y 86). En particular, será beneficioso permitir una mínima ventilación durante la noche en los dormitorios, estancias especialmente susceptibles a la acumulación de CO₂ (92).

La aplicación de determinados estándares de ventilación en viviendas se ha asociado a una mejor calidad del aire y a la mejora en la salud percibida, tanto de niños (al reducirse los dolores de cabeza, eccemas y alergias cutáneas) como de adultos (con una disminución del estrés psicológico) (95). Cuando la ventilación de la vivienda depende exclusivamente de los hábitos de ventilación de sus usuarios, la calidad del aire interior empeora notablemente en invierno, al aumentar los niveles de concentración de CO₂ y de humedad relativa (91). Esto se debe, en buena medida, a la falta de ventilación suficiente al anteponerse el control de la temperatura

En cuanto a la calidad del aire interior en general, una revisión sistemática publicada en el 2015 (21) indicaba que la evidencia hasta ese momento apuntaba a una mejora en la calidad ambiental interior de edificios verdes (en relación con edificios no verdes), que producía efectos beneficiosos para la salud de sus ocupantes. No obstante, encontraba limitaciones en cuanto a los datos indirectos y subjetivos con los que dichos efectos sobre la salud se medían y recogían en buena parte de los estudios revisados. Esta revisión encontraba que, para el ambiente interior, los edificios con alguna clase de certificación verde mostraban niveles más bajos de

COV, formaldehído, alérgenos, dióxido de nitrógeno (NO₂) y partículas en suspensión (PM).

Indicadores clásicos de contaminación del aire

El aire exterior contaminado por dióxido de nitrógeno (NO₂), dióxido de azufre (SO₂), ozono (O₃) o partículas en suspensión (PM) puede introducirse en la vivienda a través de grietas o huecos en la envolvente, o bien a través de ventanas abiertas. Además, las temperaturas más cálidas por causa del cambio climático pueden favorecer que los ocupantes abran sus ventanas más a menudo, coincidiendo posiblemente con periodos de altos niveles de ozono en el ambiente, lo que resulta en un aumento de exposición en el interior de la vivienda (122).

La evidencia para el O₃ y las PM muestra riesgos para la salud a concentraciones que actualmente encontramos en muchas ciudades de países desarrollados. En atmósferas más contaminadas (como ocurre en ciudades como Los Ángeles o Ciudad de México, pero también en numerosas regiones europeas) con presencia de altas concentraciones de dióxido de nitrógeno y luz solar brillante, pueden formarse concentraciones elevadas de ozono con relativa rapidez, lo que contribuye a crear unos altos niveles de contaminación total (123). Entre los efectos para la salud a corto plazo asociados, se encuentra la irritación del tracto respiratorio y de los ojos, tos y otras dificultades respiratorias. A medio plazo, la disminución general del rendimiento físico, el dolor de cabeza, el cansancio y la fatiga. A largo plazo, puede derivar en alteraciones de la función pulmonar como neumonitis y neumonía (118).

Los niveles de dióxido de azufre (SO₂), tradicionalmente provenientes de la quema de combustibles fósiles, han descendido notablemente en buena parte de Europa, América del Norte y en varias zonas de Asia. La exposición a este contaminante se asocia a síntomas como la irritación de mucosas (principalmente en ojos, nariz y garganta), así como a enfermedades respiratorias como bronquitis y broncoconstricción (118).

Estos contaminantes mencionados, asociados principalmente a la calidad del aire exterior, serán relevantes en relación con el aire interior de la vivienda en la medida en que esta permita que el aire exterior se infiltre al interior, y dependerán también de su capacidad de renovar el aire interior con aire limpio. En este caso (como se detalla más adelante con otros contaminantes), una localización urbana próxima a grandes carreteras con mucho tráfico motorizado, o a determinados usos industriales, puede determinar en buena medida la calidad del aire interior a la que se exponen los habitantes de estas viviendas.

También encontramos fuentes de contaminación interiores. Por ejemplo, el uso de combustibles como carbón, madera o biomasa para cocinar o calentar la vivienda desprende partículas en suspensión. El uso de estos combustibles más contaminantes para calentar la vivienda se asocia a condiciones de pobreza energética (que, a su vez, entraña otros riesgos, como se ha detallado en el apartado 1.1, «Frío y aislamiento»), particularmente en los países con viviendas en las que se utilizan calderas o estufas de madera o carbón (1). Las concentraciones anuales típicas de partículas en suspensión son mucho más elevadas en los países en vías de desarrollo. Sin embargo, constituyen también un importante riesgo en los países industrializados. De hecho, se estima que cerca del 80 % de la carga por enfermedad (*burden of disease*) de exposiciones al aire interior contaminado en la Unión Europea la ocasiona la exposición a PM_{2,5} (8).

Por otro lado, quizás el indicador más habitual de la calidad del aire interior sean los niveles de dióxido de carbono (CO₂). Aunque este gas no se considera tóxico *per se*, a altas concentraciones puede provocar importantes efectos sobre la salud (mencionados también en el apartado 1.3, «Ventilación»). Las concentraciones habituales oscilan entre las 300-400 ppm en ambientes exteriores, mientras que alcanzan valores de 600-2.000 ppm en ambientes interiores.

El estándar permisible de concentración de CO₂ en interiores se encuentra en las 1.000 ppm. Por debajo de este valor, se considera que no tiene efectos nocivos sobre la salud (124). Sin embargo, a partir de las 800 ppm en interiores, pueden darse síntomas como dolores de cabeza, cansancio o problemas respiratorios, dependiendo del tiempo de exposición (118). Concentraciones mayores de 2.000 ppm se consideran inaceptables (124), pudiendo a partir de las 5.000 ppm producir desvanecimientos y, en concentraciones superiores a 30.000 ppm, afectación cerebral, falta de concentración, mareos y problemas respiratorios. A mayores concentraciones puede llegar a producir asfixia por desplazamiento del oxígeno (118).

A continuación, se tratan con mayor detalle las fuentes y los efectos sobre la salud de la exposición a monóxido de carbono y dióxido de nitrógeno.

Monóxido de carbono

El monóxido de carbono (CO) es un gas tóxico incoloro, inoloro, insípido y no irritante. Se produce por la combustión incompleta de combustibles carbonosos como madera, gasolina, carbón, gas natural y queroseno, y la inhalación es la única ruta de exposición para los humanos.

Las emisiones antropogénicas son las responsables de las dos terceras partes del CO en la atmósfera, mientras que el tercio restante corresponde

a emisiones naturales. Entre las fuentes de exposición exteriores a la vivienda, destacan zonas cercanas a carreteras y aparcamientos, por la combustión de gasolina y diésel de vehículos motorizados. Dentro de la vivienda, entre las fuentes más habituales se encuentran cocinas, estufas o chimeneas. También puede infiltrarse del aire exterior al interior o introducirse por ventilación natural.

En los países desarrollados, la fuente más importante de exposición a CO en el aire interior son las emisiones de aparatos de cocina o de calefacción defectuosos, mal instalados, mal mantenidos o mal ventilados, que queman combustibles fósiles cuyos humos se introducen en el aire interior de la vivienda. En los países en vías de desarrollo, la quema de combustibles de biomasa para cocinar o para calentar la vivienda, así como el humo del tabaco, son las principales fuentes de exposición a CO en el aire interior. De forma general, el humo de tabaco y los humos que puedan introducirse en la vivienda procedentes de garajes adosados se consideran potenciales causantes de altas concentraciones interiores de CO.

La quema de incienso en la vivienda (o en otros espacios interiores, como comercios) también se considera una fuente de exposición a CO, pudiendo contribuir significativamente a exposiciones a CO en culturas en las que la quema de incienso es frecuente.

Según la revisión realizada por la OMS en el 2010 (119), en ausencia de fuentes de CO interiores, las concentraciones de este gas en interiores en ciudades europeas y norteamericanas se encuentran por debajo de los límites establecidos en directrices y normas de calidad del aire existentes. En las décadas de 1950 y 1960, los niveles de CO en el aire urbano a menudo llegaban a estos valores de referencia o incluso los excedían, pero los cambios en los sistemas de calefacción y los avances en la tecnología de los vehículos motorizados han supuesto una reducción drástica de estas emisiones antropogénicas, a pesar del enorme crecimiento de las ciudades y el aumento del tráfico desde entonces.

La exposición aguda a monóxido de carbono produce una menor tolerancia al ejercicio y aumenta los síntomas de cardiopatía isquémica, mientras que la exposición a niveles muy elevados de CO (por encima de varios cientos de mg/m^3) puede causar inconsciencia y muerte. Además, algunos estudios apuntan a un posible deterioro de la función cerebral durante dicha exposición, aunque la certeza de esta evidencia es baja.

Por otro lado, la exposición crónica a niveles bajos de CO puede tener efectos muy graves y variados sobre la salud humana. Distintos estudios muestran que esta exposición a niveles bajos, pero prolongada en el tiempo, produce síntomas físicos, cambios sensoriales y motores,

déficits de memoria cognitiva, alteraciones emocionales y psiquiátricas, eventos cardíacos y bajo peso al nacer. Estudios epidemiológicos sobre grandes poblaciones expuestas a niveles relativamente bajos de CO han demostrado un aumento en las incidencias de bajo peso al nacer, defectos congénitos, mortalidad infantil y adulta, ingresos por problemas cardiovasculares, insuficiencia cardíaca, accidentes cerebrovasculares, asma, tuberculosis o neumonía (119). No obstante, en estos estudios, otras sustancias tóxicas diferentes al CO a menudo estaban también presentes en el aire inhalado por los sujetos, por lo que resulta especialmente pertinente seguir investigando en el impacto sobre la salud de exposiciones combinadas, como se recoge, por ejemplo, en el recientemente publicado informe de la EEA (8).

Se considera que uno de los grupos más vulnerables a la exposición prolongada a bajos niveles de CO son los fetos, así como las personas adultas con enfermedades cardíacas. En particular, a emisiones de CO procedentes de aparatos mal mantenidos.

Dióxido de nitrógeno

El tráfico motorizado es la principal fuente exterior de dióxido de nitrógeno (NO_2), mientras que importantes fuentes interiores incluyen humo de tabaco y la combustión de gas, madera, aceite, queroseno o carbón mediante estufas, hornos, cocinas o chimeneas.

La OMS (119) sugiere que determinadas características y condiciones de la vivienda, como su tamaño (en particular, de las estancias con fuentes interiores), las ratios de renovación de aire, la distancia a grandes carreteras o la humedad relativa pueden influir en las concentraciones interiores de NO_2 . Además, distintos factores estacionales supondrán variaciones en, por ejemplo, el uso de calentadores o estufas, así como en las ratios de renovación del aire interior, por lo que resultan típicamente en concentraciones más altas durante los meses de invierno.

La mayoría de la evidencia existente examina los efectos sobre la salud de la exposición a NO_2 exterior, que se asocia principalmente a efectos sobre la salud respiratoria, aunque se amplía a posibles aumentos de riesgo de problemas como otitis, eccema, infecciones de oído, nariz y garganta o sensibilización a alérgenos alimentarios en niños. En adultos, se sugiere un aumento de la coagulabilidad de la sangre tras periodos de exposición ambiental elevada. Asimismo, un corpus creciente de literatura asocia la exposición a NO_2 exterior a posibles problemas reproductivos.

Sobre los efectos de la exposición a NO_2 interior, algunos estudios apuntan a un mayor riesgo de problemas respiratorios en niños (tos, sibilancias,

resfriados derivados en bronquitis, o asma) en los hogares con cocinas de gas, con prevalencias que aumentaban con el incremento de niveles de NO₂ en los dormitorios.

En general, los principales resultados de interés para la salud de la evidencia científica revisada por la OMS, en su guía del 2010 sobre la exposición a NO₂ en interiores, son los síntomas respiratorios: broncoconstricción, aumento de la reactividad bronquial, inflamación de las vías respiratorias y disminución de las defensas inmunitarias que conducen a una mayor susceptibilidad a infecciones respiratorias.

Sustancias químicas sintéticas y compuestos orgánicos volátiles

Algunas sustancias químicas contenidas en productos de limpieza representan un riesgo para la salud, aunque, por el momento, no todas se conocen. Los productos plásticos desprenden plastificantes al aire y al polvo a medida que se degradan. Los equipos eléctricos y los muebles contienen retardadores de llama y es probable que los productos más antiguos contengan sustancias químicas que ahora están prohibidas en Europa.

En cuanto a los productos de limpieza, estudios recientes encuentran asociaciones entre la exposición en niños a edades muy tempranas a productos de limpieza de uso doméstico y un mayor riesgo de desarrollar asma a los 3 años (125), cuando la exposición a estos productos ha ocurrido en etapas muy tempranas del desarrollo. También se ha asociado a un mayor riesgo en niños de desarrollar atopia, sibilancias recurrentes (126), síntomas de rinitis, así como a un desarrollo más lento de determinados parámetros de función pulmonar (127). No obstante, se requiere más evidencia que respalde estos resultados, así como una mayor investigación acerca de los posibles impactos sobre la salud a largo plazo provocados por estas exposiciones tempranas.

De forma general, es necesaria más información sobre la efectividad y el potencial impacto sobre la salud de determinados productos de limpieza y desinfección⁵⁰. A este respecto, un estudio publicado en el 2018 comparaba la efectividad de dos productos comerciales con potencialmente diferentes consecuencias sobre la salud respiratoria (128); uno contenía lejía y el otro era un producto preferible desde el punto de vista medioambiental. El estudio, que se desarrollaba en el ámbito de la limpieza y la desinfección de viviendas de personas mayores, encontraba que la efectividad de ambos

50. Aspecto más relevante, incluso, en el contexto de la actual pandemia de la COVID-19 que ha llevado a un uso más intensivo de productos de desinfección tanto en el hogar como en lugares de trabajo y establecimientos públicos como medida preventiva contra la propagación del virus.

productos, aunque no idéntica, era similar. Señala, pues, la importancia de que los productos disponibles para uso doméstico proporcionen información relevante en cuanto a posibles consecuencias sobre la salud respiratoria para que el consumidor pueda escoger los que no supongan un mayor riesgo para su salud.

Los compuestos orgánicos volátiles, como el benceno y el formaldehído, son compuestos químicos que pueden encontrarse en el aire interior de la vivienda en fase gaseosa. Son emitidos por materiales de construcción, mobiliario y pinturas, se asocian a múltiples efectos adversos sobre la salud y acaparan un interés creciente desde la comunidad científica (129). Por ejemplo, un estudio efectuado en Irán a partir de niveles monitorizados en viviendas durante el año 2015 (130) encontraba las siguientes relaciones estadísticas entre las características de la vivienda y las concentraciones de BTEX (benceno, tolueno, etilbenceno y xileno):

Tabla 3. Estimación de la aportación media de distintos elementos o características de la vivienda a los niveles de BTEX totales en el aire interior

Elemento / característica de la vivienda	Porcentaje asociado a niveles de BTEX del aire interior
Revestimientos de paredes	29 %
Sistema de ventilación	60 %
Sistema de calefacción	16 %
Altura de la vivienda respecto a la cota de calle	60 %
Distancia a la carretera principal (vía rápida)	59 %

Fuente: Hadei *et al.*, 2018 (130).

Además, la situación de la vivienda será también un factor determinante, al influir la calidad del aire exterior en las concentraciones interiores. Por ejemplo, un reciente estudio llevado a cabo en Argentina (131) encontraba que era en los hogares situados en entornos industriales (frente a hogares en contextos urbanos o residenciales) donde los niveles de COV eran más altos. No obstante, un estudio realizado en California, Estados Unidos (132), encontraba que la principal fuente de COV en espacios habitables de la vivienda corresponden a emisiones del interior (en particular, por la descomposición de materiales construidos en madera), siendo mucho menor la contribución de fuentes exteriores.

Entre las consecuencias a corto plazo de la exposición a determinadas concentraciones de COV se incluyen la irritación de la piel, los mareos y las náuseas, mientras que las exposiciones prolongadas a COV

son carcinógenas. De hecho, una revisión publicada en el 2019 (133) señalaba que determinados tejidos humanos (incluidos los riñones, el hígado y los conductos biliares, la cavidad nasal y los senos paranasales) podrían estar más involucrados en el desarrollo de cánceres y tumores cuando las personas están expuestas a COV por inhalación durante largos periodos de tiempo.

Un estudio sugiere que los niños expuestos a concentraciones de COV por encima de $60 \mu\text{g}/\text{m}^3$ tienen un riesgo cuatro veces mayor de desarrollar asma (134). De hecho, un estudio efectuado en veinte viviendas de Shanghái sobre niños asmáticos (135) encontraba que es durante las horas de sueño cuando se da la mayor exposición a COV. Este estudio probaba que, aunque el uso de purificadores de aire durante la noche puede reducir significativamente los niveles de COV a los que nos exponemos, incluso con esa reducción los niveles resultantes siguen asociándose a riesgos para la salud. Señalaba, pues, la acuciante necesidad de reducir las fuentes de COV en la vivienda y, en particular, en el dormitorio.

A continuación, se tratan con mayor detalle las fuentes y los efectos sobre la salud de la exposición a benceno, formaldehído, tricloroetileno, tetracloroetileno, naftalina e hidrocarburos aromáticos policíclicos.

Benceno

La IARC clasifica el benceno como carcinógeno para los humanos. Según la guía *WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants* (119), los edificios nuevos o recién remodelados se asocian a concentraciones altas de benceno de materiales y mobiliario (119 y 136). Entre ellos, destacan los siguientes materiales, que pueden contener trazas de benceno: materiales poliméricos como suelos de vinilo, PVC y caucho, alfombras de nailon o con mezcla de látex, aglomerados de madera, madera contrachapada, panelados de madera, fibra de vidrio, adhesivos para suelos, pinturas y disolventes de pintura. Las ratios de emisión de benceno de materiales y acabados decaen con el tiempo (aunque esto variará de semanas a meses o incluso años, dependiendo del caso), estabilizándose finalmente en emisiones casi estables.

Por otro lado, el uso de combustibles como carbón, madera, gas o queroseno para cocinar o calentar la vivienda⁵¹ llevará a concentraciones más altas de benceno en interiores. Otras actividades, como la limpieza con determinados productos (así como su almacenamiento), pintar superficies de la

51. A pesar de que este riesgo es mucho más prevalente en países en vías de desarrollo, donde el uso de estufas y cocinas poco eficientes es extendido, es importante mencionar que también se dan casos cercanos. Véase, al respecto, el subapartado «Desigualdad y colectivos vulnerables».

vivienda, imprimir y fotocopiar⁵², usar repelentes de mosquitos, quemar incienso o fumar tabaco también se asocian a la contaminación del aire interior por benceno. El humo de tabaco (o tabaco ambiental, como se describe más adelante) destaca como una de las principales fuentes interiores de benceno.

En cuanto a las fuentes exteriores, son especialmente relevantes los humos que puedan filtrarse a la vivienda de garajes adosados. De hecho, entre el 40-60 % de las concentraciones de benceno en interiores se atribuyen a la presencia de un garaje adosado a la vivienda. También constituyen fuentes exteriores de benceno las emisiones del tráfico en determinadas zonas, afectadas por la estación del año y por las condiciones meteorológicas. A ello se suman la cercanía de gasolineras y determinadas industrias, principalmente relacionadas con el carbón, el petróleo, el gas natural, los productos químicos y el acero.

La exposición a altas concentraciones de benceno se asocia a efectos agudos no carcinógenos. Por ejemplo, la exposición a 20.000 ppm durante 5-10 minutos generalmente produce la muerte por asfixia, paro respiratorio o depresión del sistema nervioso central, y se asocia a isquemia cerebrovascular. En exposiciones menos elevadas (de entre 300-3.000 ppm) se observan síntomas como problemas en el habla, dolores de cabeza, mareos, insomnio, náuseas, parestesia en manos y pies y fatiga. De forma más precisa, la inhalación de concentraciones de entre 50-100 ppm durante 30 minutos provoca fatiga y dolor de cabeza, mientras que la inhalación de concentraciones de 250-500 ppm provoca mareos, dolor de cabeza, náuseas y desmayo.

En cuanto a niveles de referencia, el INRS (Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles) describe los siguientes umbrales para los síntomas neurológicos provocados por la exposición aguda a benceno (ver tabla 4):

Tabla 4. Síntomas neurológicos provocados por la exposición a benceno según niveles de concentración

Nivel de concentración de benceno en el aire interior	Síntomas neurológicos asociados
25 ppm (81 mg/m ³)	Sin efecto conocido
50-100 ppm (162-325 mg/m ³)	Dolor de cabeza y astenia

52. El uso intensivo de fotocopadoras e impresoras en determinadas oficinas hace que también en estos espacios las concentraciones de benceno puedan ser elevadas. En ocasiones, más elevadas que las detectadas en edificios residenciales (119). Esto, no obstante, se verá reducido previsiblemente por la tendencia cada vez mayor a limitar el uso de papel en las oficinas.

500 ppm (1.625 mg/m ³)	Síntomas anteriores, más acentuados
3.000 ppm (9.720 mg/m ³)	Tolerancia entre 30-60 minutos
20.000 ppm (64.980 mg/m ³)	Provoca la muerte

Fuente: Institut national de recherche et de sécurité pour la prévention des accidents du travail et des maladies professionnelles (INRS), contenido en *WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants* (119).

Por otro lado, las exposiciones prolongadas a bajas concentraciones de benceno se asocian a efectos carcinógenos. Estudios epidemiológicos han demostrado la vinculación entre la exposición a benceno o disolventes que contienen benceno y un mayor riesgo de contraer leucemia mieloide aguda, aunque esto se ha observado principalmente en relación con trabajadores de determinadas industrias donde la exposición a estos productos es elevada y constante. Según la guía de la OMS referida (119), distintos estudios que asocian la exposición a benceno con un mayor riesgo de desarrollar linfomas no Hodgkin arrojan resultados menos concluyentes.

Una revisión sistemática reciente (137) sobre los riesgos para la salud de la exposición a benceno en niños encontraba que dicha exposición se asociaba a anomalías en las funciones hematológicas, hepáticas, respiratorias y pulmonares. Esta revisión concluía que los estudios publicados hasta el momento respaldaban claramente la necesidad de una evaluación más profunda de los posibles efectos adversos de la exposición a benceno en los niños.

Formaldehído

El formaldehído es un gas incoloro, inflamable y altamente reactivo a la temperatura ambiente. También puede obtenerse comercialmente como solución acuosa, conocida como formalina. Las rutas de exposición a formaldehído son por inhalación, ingestión y absorción a través de la piel. La presencia de formaldehído también puede percibirse por el olfato (incluso en concentraciones tan bajas como 0,1 mg/m³). No obstante, en exposiciones cortas (de hasta treinta minutos) no se considera que tenga un efecto adverso sobre la salud.

A pesar de que el formaldehído se encuentra omnipresente en el medio ambiente (con fuentes naturales como la combustión de biomasa por incendios o descomposición, o a través de volcanes, y con fuentes antropogénicas como emisiones industriales y emisiones del tráfico motorizado), son los productos fabricados por el hombre la principal fuente de exposición a formaldehído en espacios interiores como la vivienda. En concreto, por productos como resinas, barnices, lacas, pinturas, adhesivos o papeles pintados; productos de limpieza para

el hogar como detergentes, desinfectantes, suavizantes o limpiadores de alfombras y productos para el calzado; cosméticos como jabones líquidos, champús o lacas de uñas; equipos electrónicos, incluidos ordenadores, impresoras y fotocopiadoras; y otros artículos de consumo como insecticidas o productos de papel. También fue un componente importante de espumas para aislamiento térmico, lo que representó una fuente importante de exposición en la década de los años 1980⁵³.

Aunque se considera que la principal fase de emisión de estos materiales y productos ocurre cuando han sido recién fabricados o aplicados, en algunos casos estas emisiones pueden durar varios meses, especialmente en condiciones interiores de alta humedad relativa y alta temperatura (119).

Entre los efectos probados tras exposiciones agudas y cortas a formaldehído en interiores se encuentran síntomas como la irritación sensorial de ojos y vías respiratorias superiores, efectos pulmonares como asma y alergias, así como eccema. Los altos niveles de formaldehído en el aire interior se han asociado a síntomas respiratorios como sibilancias o asma, así como a síntomas congruentes con el síndrome del edificio enfermo (138). La concentración más baja a la que se han encontrado efectos sensoriales de irritación de ojos en humanos es a 0,36 mg/m³ durante una exposición de cuatro horas, mientras que a concentraciones de 0,6 mg/m³ aumenta la frecuencia de parpadeo y enrojecimiento de la conjuntiva (119).

Las exposiciones prolongadas a formaldehído pueden tener efectos carcinógenos. De hecho, la IARC considera este contaminante carcinógeno en humanos. En particular, se considera que existe evidencia científica suficiente para establecer que el formaldehído causa cáncer nasofaríngeo y puede causar leucemia mieloide.

La Comisión de Seguridad de Productos del Consumidor de los Estados Unidos (CPSC) recomienda que los niveles de formaldehído en interiores permanezcan por debajo de las 0,03 ppm. Sin embargo, un reciente estudio realizado en Turquía (139) encontraba que, en una muestra de cincuenta viviendas nuevas, solo el 6 % mostraba niveles por debajo de este umbral. De hecho, el nivel medio de la muestra se encontraba en 0,11 ppm.

Tricloroetileno y tetracloroetileno

Según la guía *WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants* (119), publicada en el 2010, es prudente establecer la toxicidad del tricloroetileno considerando la carcinogenicidad en animales, los estudios epidemiológicos posi-

53. Véase, al respecto, <https://www.cpsc.gov/Newsroom/News-Releases/1982/CPSC-Bans-Urea-Formaldehyde-Foam-Insulation-UFFI>.

tivos y la plausibilidad de un riesgo de cáncer en humanos (de hígado, riñón, vías biliares y linfoma no Hodgkin, suponiendo genotoxicidad). El umbral que establece la OMS en esta guía es de una exposición a $4,3 \times 10^{-7} (\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$.

Para el caso del tetracloroetileno, sin embargo, establece que la evidencia epidemiológica es todavía incierta, los tumores detectados en animales no se consideran relevantes para los humanos y no existen indicaciones de que el tetracloroetileno sea genotóxico. Sí se asocia la exposición a este contaminante con efectos en el riñón, indicativos de enfermedad renal temprana y deterioro de su funcionamiento. El umbral que establece la OMS en esta guía es de una exposición a $0,25 \text{ mg}/\text{m}^3$ a lo largo de un año.

Naftalina

La OMS (119) recomienda evitar el uso de bolas de naftalina como solución contra las polillas, pues aumentan significativamente las concentraciones de este contaminante en ambientes residenciales. Además del efecto demostrado de anemia hemolítica en humanos (derivado de un uso excesivo o inadecuado de estas soluciones antipolillas), otra principal preocupación en cuanto a posibles efectos sobre la salud de la exposición a naftalina son las lesiones del tracto respiratorio, incluyendo tumores en el tracto respiratorio superior, demostrados, por el momento, en estudios con animales. Otras fuentes de contaminación del aire interior de la vivienda por naftalina pueden ser la combustión de biomasa de cocinas, hornos o chimeneas.

Hidrocarburos aromáticos policíclicos

Algunos hidrocarburos aromáticos policíclicos (HAP) son potentes carcinógenos. En particular, la exposición a HAP se asocia a un mayor riesgo de desarrollar cáncer de pulmón. En el aire, aparecen típicamente adheridos a partículas. Sin embargo, conviene destacar que, en países industrializados, la inhalación es una ruta de exposición menor en personas no fumadoras en comparación con la exposición a través de la comida y la bebida. Según la OMS (119), no se puede determinar un límite por debajo del cual pueda considerarse seguro, pues cualquier concentración interior se considera relevante para la salud.

Además de fuentes exteriores (principalmente emisiones del tráfico motorizado), fuentes interiores como humo de tabaco, cocinas, estufas o chimeneas abiertas pueden contribuir a aumentar significativamente las concentraciones de HAP interiores. A ello se suman la quema de incienso o las emisiones de velas encendidas. Las emisiones por tráfico exterior introducidas en la vivienda se consideran la principal fuente de HAP interiores, pudiendo constituir entre un 46-90 % de la concentración de hi-

drocarburos aromáticos policíclicos interior en áreas urbanas. Además, distintos estudios han encontrado que las viviendas más antiguas y menos estancas muestran los niveles de HAP interiores más altos, pues las fuentes exteriores tienen mayor impacto en la calidad del aire interior. En países industrializados, el tabaco ambiental destaca como la fuente con mayor impacto sobre la concentración total de HAP interiores (atribuida a más del 87 % de los hidrocarburos aromáticos policíclicos totales en hogares de personas fumadoras).

Un compuesto representativo de HAP y utilizado a menudo como indicador de sus concentraciones en el aire interior es el benzo(a)pireno, que, como se indica en el apartado 2.2, «Calidad del agua», también podemos encontrar como contaminante en el agua. La exposición prenatal a HAP se asocia a un aumento del riesgo de bajo peso al nacer. Además, tanto el benzo(a)pireno como muchos otros HAP son cancerígenos y se identifican principalmente con tumores en el pulmón, aunque también se sugieren asociaciones (aunque menos robustas) con cáncer de vejiga, cáncer de mama o cardiopatía isquémica mortal (119).

Humedades y moho

Como ya se ha mencionado en el apartado 1.3, «Ventilación», las condiciones de alta humedad relativa combinadas con determinadas características constructivas o la falta de ventilación de los espacios pueden favorecer la aparición de humedades y el crecimiento de moho en superficies interiores de la vivienda. Los hongos, como los mohos y las bacterias, crecen en las superficies y los materiales de construcción húmedos. Las micotoxinas liberadas por los hongos tienen efectos cancerígenos, citotóxicos y mutagénicos, y pueden llegar a conformar inmunotoxinas.

La investigación en este campo lleva décadas de recorrido, por lo que existe un gran volumen de evidencia. Sin embargo, siguen existiendo importantes vacíos de conocimiento al respecto. Como refleja una revisión del 2012 publicada por el National Collaborating Centre for Environmental Health⁵⁴, no se ha podido probar hasta el momento una relación causal entre la exposición a humedades o moho en interiores y la salud. Aunque existe evidencia clara de que las humedades y el moho contribuyen a una peor salud, el agente exacto no se ha podido todavía determinar.

54. https://www.nccch.ca/sites/default/files/Mould_and_Health_Effects_Jul_2012.pdf.

Tabla 5. Efectos sobre la salud asociados a la exposición a humedades y moho en interiores, en función del nivel de la evidencia de la relación causa-efecto

Nivel de la evidencia	Síntomas estudiados
Relación causal	No existe.
Asociación fundamentada en evidencia suficiente	Asma (tanto desarrollo como exacerbación de asma existente), síntomas del tracto respiratorio superior (por ejemplo, irritación de garganta, conjuntivitis, rinitis alérgica o congestión nasal), tos y sibilancias, neumonitis por hipersensibilidad en personas susceptibles, disnea, infecciones respiratorias, bronquitis y eccema.
Asociación fundamentada en evidencia limitada	Mayor riesgo de catarro común, alergia o atopia.
Asociación fundamentada en evidencia inadecuada o insuficiente	Síntomas cutáneos, obstrucción del flujo respiratorio (en personas sanas), síndrome de irritación de mucosas, problemas del tracto intestinal, enfermedad pulmonar obstructiva crónica, fatiga, fiebre por inhalación, síntomas neuropsiquiátricos, cáncer, efectos reproductivos, enfermedades reumatológicas y otras enfermedades autoinmunes, así como hemorragia pulmonar idiopática aguda en niños.

Fuente: Palaty y Shum. *Health Effects from Mould Exposure or Dampness in Indoor Environments*, 2021 (https://www.nccch.ca/sites/default/files/Mould_and_Health_Effects_Jul_2012.pdf).

De entre los estudios revisados, destaca un metaanálisis publicado en el 2007 (140) que concluye que el exceso de humedad y moho en los edificios se asocia a un incremento de entre un 30-50 % de los problemas respiratorios y de asma. Otra revisión publicada en el 2007 (141) apuntaba no solo a las fuertes asociaciones entre humedades y crecimiento de moho en viviendas cuyos residentes presentaban síntomas adversos en el tracto respiratorio superior, sino también al efecto sinérgico que la combinación con COV tiene al provocar síntomas de irritación de las vías respiratorias superiores en los ocupantes de viviendas con humedades y contaminadas por moho.

En cuanto a posibles efectos para la salud en fase intrauterina, un estudio en el Reino Unido (142), publicado en el 2018, mostraba cómo las mujeres que informaban de serios problemas de moho en su vivienda tenían más riesgo (casi el doble) de dar a luz a un bebé con bajo peso o pequeño para la edad gestacional. Esto sugiere que tanto las mujeres embarazadas como los fetos serán grupos especialmente vulnerables a este tipo de exposición.

En lo que respecta a la salud mental, los interiores de vivienda fríos, húmedos y con presencia de moho se asocian a cuadros de ansiedad y depresión, con un estudio que encuentra asociaciones significativas e independientes entre humedades en la vivienda y peor salud mental en una población de Glasgow, Reino Unido (25).

Las condiciones de humedades y moho en la vivienda están (como muchos otros elementos incluidos en esta revisión) estrechamente vinculadas a aspectos de desigualdad social y económica. Un estudio publicado en el 2016 (143) sobre población vulnerable inmigrante en Malmö, Suecia, encontraba asociaciones significativas entre humedades y asma, y entre moho y dolores de cabeza en niños. Por otro lado, un estudio recientemente publicado sobre las condiciones del parque de viviendas francés (144) estima que las condiciones de moho visibles están presentes en cerca del 14-20 % de viviendas en Francia. Este estudio achaca las causas a que las viviendas antiguas no cumplen las regulaciones térmicas y de ventilación actuales, y a que determinadas condiciones socioeconómicas desfavorables de los ocupantes pueden derivar en situaciones de pobreza energética o hacinamiento, por lo que aumentan los riesgos de exceso de humedad y, consecuentemente, la proliferación de moho.

La Oficina Regional para Europa de la OMS indica, en su informe publicado en el 2019 (1), que casi uno de cada seis hogares en la Unión Europea está afectado por humedades en la vivienda. La prevalencia es considerablemente mayor en hogares con rentas bajas y en hogares monoparentales. Véase, al respecto, el apartado 1.4, «Humedad relativa».

Ácaros y polvo doméstico

Los ácaros y demás alérgenos contenidos en el polvo doméstico se han vinculado a problemas de salud como asma o eccema. Se estima que entre un 15-20 % de la población en países industrializados se encuentra afectada por enfermedades relacionadas con el polvo en la vivienda (145). Además, estudios recientes sugieren que el cambio climático probablemente aumente los niveles de polvo ambiental como resultado de condiciones meteorológicas más secas en muchas áreas de Europa, lo que ocasionaría incrementos asociados en los niveles de polvo dentro de las viviendas (146).

Existen pocos estudios centrados en cómo el comportamiento de los usuarios y las costumbres de limpieza de la vivienda afectan a los niveles de polvo doméstico y su composición. Uno de ellos (147), descrito en mayor profundidad en el apartado 3.3, «Uso», encuentra que, en una muestra de viviendas del Reino Unido categorizadas según la composición del ho-

gar, determinadas viviendas de familias (con o sin mascotas) mostraban los niveles más elevados de ácaros. Estos hogares declaraban que pasar la aspiradora era la tarea de limpieza que menos disfrutaban. Pero incluso en hogares en los que la práctica habitual de limpieza implicaba pasar la aspiradora una o más veces a la semana por el salón, ni los baños ni los colchones eran aspirados con frecuencia por la mayor parte de los participantes en el estudio. Distintos estudios sobre la localización de polvo y ácaros en la vivienda apuntan a que el colchón es la principal fuente de ácaros. Sin embargo, este estudio encontraba mayores concentraciones de estos y otros componentes (por ejemplo, pelo, uñas o comida) en el sofá de la sala de estar, sugiriendo que, a pesar de que se informaba de que esta estancia era, en general, la más frecuentemente aspirada, las costumbres de limpieza no son suficientemente efectivas para lograr eliminar el polvo doméstico acumulado en ella.

Humo de tabaco

Según un reciente informe de la EEA, el consumo de tabaco es el mayor riesgo para la salud evitable en la Unión Europea. Un 13 % de la población europea mayor de 15 años fuma menos de veinte cigarrillos al día, y un 6 %, más de veinte cigarrillos al día. Además, la prevalencia en la Unión Europea entre poblaciones con niveles de estudios bajos y medios (primaria y secundaria) es casi el doble (20-22 %) que entre poblaciones con niveles altos de educación (estudios universitarios) (12 %).

Los fumadores involuntarios o pasivos inhalan una mezcla de humo exhalado y humo liberado de un cigarrillo (u otro dispositivo para fumar) humeante, diluido con el aire del ambiente. Este tipo de exposición involuntaria al humo de tabaco también se denomina exposición a tabaco ambiental, e implica inhalar componentes tóxicos y carcinógenos que, en el 2004, se estimaba que habían causado hasta 603.000 muertes prematuras en el mundo (4). Estas muertes prematuras son consecuencia de enfermedades como infecciones de las vías respiratorias inferiores, asma (tanto en niños como en adultos), cáncer de pulmón o cardiopatía isquémica en adultos. De todas las muertes atribuibles a la exposición a tabaco ambiental, el 28 % ocurre en niños y el 47 % en mujeres.

Los efectos adversos del tabaco son ampliamente conocidos y la evidencia científica al respecto es contundente. La exposición a tabaco ambiental es un serio desafío para la salud en ambientes interiores, y entre ellos, de forma destacada, en la vivienda, pues la exposición puede ser continua en el tiempo y acumularse rápidamente hasta alcanzar niveles muy elevados.

Radón

El radón, gas radiactivo de origen natural que se produce por la descomposición del uranio, emana de determinados tipos de suelos y rocas (principalmente graníticas) hacia la superficie. También puede ser provocado por algunos productos de la construcción, o a través del agua subterránea extraída de pozos en contacto con este tipo de suelos. Las emisiones de radón en espacios exteriores, al aire libre, generan concentraciones de entre los 5-15 Bq/m³ y se diluyen rápidamente (36). El riesgo aparece en espacios cerrados, cuando las concentraciones son más elevadas, pudiendo entonces suponer un riesgo para la salud.

Las estrategias de control de las concentraciones de radón en la vivienda consisten, por un lado, en prevenir que entre; por otro, en dispersar el aire contaminado mediante la ventilación. La entrada de radón al edificio suele producirse a través de elementos en contacto con el terreno (grietas en suelo y paredes, espacios en torno a instalaciones de saneamiento y otros servicios, cimientos, desagües o juntas constructivas). Por lo general, el radón suele alcanzar concentraciones más elevadas en sótanos, bodegas y espacios habitables que están en contacto directo con el terreno. Además, especialmente en los cuartos de baño, si la ventilación no es suficiente, las condiciones pueden verse agravadas por el radón contenido en el agua o en el gas natural utilizado para el calentador de agua (118).

El *Manual de la OMS sobre el radón en interiores*, del 2015 (148), indica que es importante abordar la cuestión del radón tanto en la construcción de nuevos edificios (prevención) como en los edificios que ya existen (mitigación y corrección). Las estrategias primarias de prevención y mitigación del radón se centran en sellar las vías de entrada e invertir las diferencias de presión del aire entre el espacio interior habitado y el suelo exterior mediante diferentes técnicas de despresurización del suelo. En muchos casos, como señala el manual, la máxima reducción de las concentraciones de radón se logra combinando diferentes estrategias.

El contacto con la piel de partículas radiactivas de radón no son ofensivas, pero al respirarlas o inhalarlas se introducen en el interior del cuerpo y se depositan en las células que recubren las vías respiratorias (36). Aunque existen varias líneas de investigación abiertas en cuanto a los efectos de la exposición a determinadas concentraciones de radón sobre la salud, la única relación causal comprobada hasta el momento es con el cáncer de pulmón. Actualmente, el radón está reconocido como la segunda causa de cáncer de pulmón en la población en general después

del tabaco (148). Se han llevado a cabo estimaciones de la proporción de casos de cáncer de pulmón atribuible al radón en determinados países: por ejemplo, en Alemania, constituye el 5 %; en los Estados Unidos, entre el 10-14 %; en el Reino Unido, entre el 3,3-6 %, y en Suiza, el 8,3 %.

El riesgo de cáncer de pulmón aumenta en un 16 % con cada incremento de 100 Bq/m³ en la concentración media de radón a largo plazo. La relación dosis-respuesta es lineal: por ejemplo, el riesgo de cáncer de pulmón aumenta de manera proporcional al aumento de la exposición al radón. Además, la exposición combinada a tabaco y radón tiene un efecto sinérgico que incrementa significativamente el riesgo de mortalidad por cáncer de pulmón (4). Es mucho más probable (hasta veinticinco veces más, según algunos estudios) que el radón provoque cáncer de pulmón en personas que fuman o han fumado que en quienes nunca lo han hecho⁵⁵. Sin embargo, entre quienes no han fumado nunca constituye la principal causa de cáncer de pulmón (148).

Se han llevado a cabo numerosos estudios sobre la relación entre la exposición de la población general al radón y otras enfermedades distintas del cáncer de pulmón. Por ejemplo, en relación con la leucemia tanto en niños como en adultos, se encuentran asociaciones geográficas entre la concentración del radón en interiores y el riesgo de leucemia. Asimismo, otro estudio de alta calidad encontraba asociación entre esclerosis múltiple y concentraciones de radón en interiores. Sin embargo, la OMS indica que estos estudios ecológicos son propensos a una serie de sesgos, por lo que no se puede confirmar que el radón actúe como causa de las enfermedades estudiadas (148). Por lo tanto, hasta la fecha, no se ha determinado que haya riesgo de otro tipo de cáncer.

En el 2005, la OMS creó el Proyecto Internacional del Radón, y desde entonces, a través de la Directiva europea 2013/59, ha llegado la publicación, por parte del anterior Ministerio de Fomento, del documento básico HS6 del Código Técnico de la Edificación (CTE), en el que se incorpora una sección dedicada a la protección frente a la exposición al radón⁵⁶. Se estima que en España la concentración media de radón en interiores es de 90 Bq/m³, mientras que, en todo el mundo, la concentración media es de 39 Bq/m³ (148). La OMS determina que deben aplicarse

55. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/radon-and-health#:~:text=El%20rad%C3%B3n%20emana%20f%C3%A1cilmente%20del,y%20provocar%20c%C3%A1ncer%20de%20pulm%C3%B3n.>

56. [https://www.codigotecnico.org/index.php/menu-documentos-complementarios/357-proyecto-modificacion-cte-julio-2018.html.](https://www.codigotecnico.org/index.php/menu-documentos-complementarios/357-proyecto-modificacion-cte-julio-2018.html)

medidas a partir de una concentración de 100 Bq/m^3 ,⁵⁷ aunque el nivel de referencia que establece el CTE para el interior de locales habitables es de 300 Bq/m^3 . Sin embargo, no se conoce una concentración umbral por debajo de la cual la exposición al radón no suponga ningún riesgo. Incluso concentraciones muy bajas pueden dar lugar a un pequeño incremento en el riesgo de padecer cáncer de pulmón (148).

Amianto

Se denomina *amianto*, o *asbesto*, a una serie de metasilicatos complejos de hierro, aluminio y magnesio que, al desmenuzarse, presentan formas fibrosas que pueden desprenderse e incrustarse en la piel o bien inhalarse. Según la OMS, todas las formas de asbesto son cancerígenas para el ser humano.

Todas las variedades de este material se caracterizan por su incombustibilidad, por lo que son un buen aislamiento térmico y resisten las altas temperaturas. El amianto aísla, asimismo, del paso de electricidad, resiste la abrasión y no se pudre ni proliferan en él microorganismos. Por todas estas cualidades, desde principios del siglo xx fue muy utilizado en la edificación como aislamiento térmico en cerramientos, elemento resistente al fuego o como matriz resistente para productos de fibrocemento.

Entre los productos fabricados con fibras de amianto se incluyen placas onduladas para cubiertas, tableros, depósitos, conductos de aire y agua, etc. En forma de material proyectado, conocido como *flocage*, se usaba principalmente en la protección de estructuras metálicas. Este material es uno de los más peligrosos por su alta capacidad de desprender fibras (36). También encontramos el amianto como componente de mantas ignífugas o envases médicos, así como aditivo de los plásticos y en la industria automovilística.

Existe evidencia científica suficiente para afirmar que la exposición a fibras de amianto es causa de cáncer de pulmón, laringe y ovario, así como de mesotelioma (un cáncer del revestimiento de las cavidades pleural y peritoneal). También puede causar otras enfermedades, como la asbestosis (una forma de fibrosis pulmonar), y placas, engrosamientos y derrames pleurales⁵⁸. La exposición al amianto tiene, además, un efecto

57. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/radon-and-health#:~:text=El%20rad%C3%B3n%20emana%20f%C3%A1cilmente%20del,y%20provocar%20c%C3%A1ncer%20de%20pulm%C3%B3n.>

58. <https://www.who.int/es/news-room/fact-sheets/detail/asbestos-elimination-of-asbestos-related-diseases.>

sinérgico que (como en el caso del radón) hace que la exposición combinada a amianto y tabaco aumente significativamente el riesgo de cáncer de pulmón (119). El riesgo es tanto mayor cuanto más se fuma.

La forma más eficiente de eliminar las enfermedades descritas asociadas a la exposición a amianto es detener su uso en todas sus formas. Así, a lo largo de los años ochenta, noventa y 2000 se han ido prohibiendo en España las distintas formas de uso del amianto en la edificación, y la Unión Europea ha propuesto retirar la totalidad del amianto en los edificios para el 2028.

Creosota

La creosota es una mezcla de múltiples sustancias químicas, principalmente hidrocarburos aromáticos policíclicos, fenol y creosoles. Es un líquido denso y aceitoso que se prende con facilidad y que suele tener un color entre ámbar y negro. La creosota puede dispersar contaminantes al aire, pero también al terreno y al agua, de forma que la exposición podría darse también bebiendo agua contaminada o comiendo, por ejemplo, algunos pescados y mariscos. En el entorno de la vivienda, podemos encontrar maderas creosotadas en elementos decorativos o de jardinería.

El tratamiento y la preservación de la madera expuesta a la intemperie por el método de creosotado es una técnica utilizada durante más de ciento cincuenta años. De hecho, en los Estados Unidos, es el producto más utilizado para preservar la madera. Este tratamiento protege de hongos, bacterias e insectos, pero al mismo tiempo contiene algunos componentes que no se degradan y son considerados nocivos tanto para la salud de las personas como para el medioambiente, pues constituyen un residuo tóxico que debe ser quemado en hornos especiales (36).

Como afirma la Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades (ATSDR)⁵⁹, los efectos para la salud de la exposición a la creosota dependerán de la intensidad, la duración y la frecuencia de dicha exposición. Si la exposición ha sido en pequeñas dosis a lo largo del tiempo y en contacto directo con la piel, puede causar ampollas, descamación o enrojecimiento de la piel, así como daño a los ojos (especialmente en el caso de vapores) y mayor sensibilidad a la luz solar. Exposiciones más elevadas pueden causar quemaduras en boca y garganta, así como dolores de estómago. Si la ingesta es puntual pero abundante,

59. <https://www.atsdr.cdc.gov/sites/KerrMcGee/docs/Creosote%20Health%20Effects%20%28Tronox%29.pdf>.

puede provocar erupción cutánea grave, quemaduras en los ojos, convulsiones, problemas de riñón o hígado, inconsciencia o incluso muerte. Exposiciones prolongadas en el tiempo mediante contacto directo con la piel se asocian a cáncer de piel y de escroto.

Entre los grupos especialmente vulnerables a la exposición a creosota se encuentran los niños, los ancianos y las mujeres embarazadas. Aunque no existen por el momento muchos estudios al respecto, la evidencia disponible sugiere que los niños que juegan con tierra contaminada por creosota muestran más erupciones en la piel que otros niños. Otros estudios sugieren defectos en el desarrollo intrauterino, pero por ahora los estudios se han llevado a cabo en animales y no pueden extrapolarse a efectos sobre la salud humana.

La Agencia de Protección Ambiental (EPA) considera que la creosota es un probable carcinógeno en humanos. Por ello, desde el 2003 está prohibido utilizar, reutilizar o comercializar la madera tratada con creosota, salvo el caso de algunas aplicaciones industriales (36).

Desigualdad y colectivos vulnerables

Como ya se ha mencionado en el apartado 1.3, «Ventilación», las poblaciones que viven en zonas urbanas con alto potencial de exposición a contaminantes relacionados con el tráfico o la industria tienen mayor riesgo de padecer problemas respiratorios, no solo porque al salir de su vivienda se expongan a estas condiciones, sino también por no poder mejorar la calidad del aire interior de su vivienda mediante una ventilación natural que introduzca aire limpio exterior.

En cuanto a las fuentes interiores, la exposición al humo de tabaco destaca como una de las exposiciones con mayores riesgos para la salud, asociada a numerosos contaminantes cancerígenos no solo en la persona fumadora, sino también en el resto de los convivientes. En este sentido, los menores pueden ser grupos especialmente vulnerables. También, en el caso de exposición a COV, las viviendas nuevas y los materiales sintéticos o las maderas tratadas podrán suponer un riesgo mayor sobre los habitantes de viviendas nuevas o recientemente reformadas, aunque a priori no se puedan considerar un colectivo vulnerable.

Puesto que la mayoría de los síntomas de una exposición a aire contaminado son respiratorios, tanto los niños como las personas con enfermedades respiratorias previas serán especialmente vulnerables a la contaminación del aire interior en sus viviendas. Tal y como señala un reciente informe de la EEA (8), los niños son más vulnerables que los

adultos ante riesgos ambientales. En primer lugar, porque respiran más aire, consumen más comida y beben más agua que los adultos en proporción a su peso. Además, sus sistemas nervioso, inmune, reproductivo, endocrino y digestivo están todavía en desarrollo.

Los países en vías de desarrollo muestran concentraciones más altas de determinados contaminantes debido al uso extendido de cocinas y estufas de carbón, gas o queroseno. Son, por lo tanto, estas poblaciones las que más sufren los riesgos derivados. Sin embargo, y aunque la prevalencia en países desarrollados sea significativamente más baja, determinados grupos sin acceso a equipos más eficientes y menos contaminantes serán especialmente vulnerables a una peor calidad del aire interior en sus viviendas por tener que recurrir a estas soluciones más contaminantes⁶⁰.

En lo que respecta a la vivienda...

La contaminación del aire interior es un elemento sobre el que todavía se desconocen muchos aspectos. No obstante, dado el impacto sobre la salud de los contaminantes conocidos hasta el momento, se pone de relieve tanto la atención a los materiales y acabados interiores (sobre los que a menudo falta información comprensible para el usuario) como la importancia de efectuar una correcta ventilación de los espacios interiores. Cuando la ventilación la efectúe el usuario de forma manual, deberá tenerse en cuenta que existen también contaminantes exteriores (especialmente en entornos urbanos o cercanos a determinadas industrias), por lo que debe evitarse, en la medida de lo posible, introducir aire exterior en horas pico.

La ventilación, junto con soluciones constructivas en la envolvente térmica que eviten condensaciones, serán especialmente relevantes para combatir posibles humedades e impedir la proliferación de moho en superficies interiores, lo que se asocia a problemas respiratorios y de asma. Además, distintos elementos de la vivienda, como los garajes adosados, han demostrado contribuir significativamente a una peor calidad del aire interior de la vi-

60. Por ejemplo, la crisis por falta de suministro eléctrico durante el invierno de 2020-21 en el asentamiento informal de la Cañada Real Galiana, en la periferia sudeste de Madrid, ha resultado en distintos casos de intoxicación por el uso de cocinas y estufas de estas características. Véase, al respecto, <http://www.telemadrid.es/programas/buenos-dias-madrid/Cuarenta-intoxicadas-Canada-Real-suministro-0-2296270365--20201216124640.html> y <https://www.publico.es/sociedad/nina-canada-real-ingresa-urgencias.html>.

vienda; en concreto, aumentan los niveles monóxido de carbono y de benceno. Deberá, pues, prestarse especial atención a los elementos de conexión entre garaje y vivienda, para evitar posibles infiltraciones de aire del primero hacia el segundo.

El humo de tabaco ha demostrado ser un grave riesgo para la salud de los residentes, por lo que deberá evitarse tanto mediante el cese de la actividad de fumar en el interior como bloqueando posibles infiltraciones de viviendas vecinas. También se deberá atender a posibles infiltraciones de gas radón (fuertemente vinculado al cáncer de pulmón) del terreno a la vivienda, especialmente en sótanos y baños poco ventilados, y se deberán aplicar soluciones de mitigación cuando sea necesario. Los productos que contengan amianto (causa de cáncer de pulmón, laringe y ovario, así como de mesotelioma) deberán ser retirados y sustituidos por otros materiales. También se deberá evitar el tratamiento de la madera con creosota, especialmente de elementos o mobiliario interior.

Además, se deberá mantener una adecuada higiene eliminando polvo doméstico con frecuencia, aunque deberá evitarse el uso de productos de limpieza y desinfección agresivos; especialmente en presencia de niños a edades tempranas.

2.2. Calidad del agua

El agua, como requisito fisiológico para nuestra hidratación, la preparación de comidas o el mantenimiento de unas condiciones de higiene adecuadas, ha sido siempre una preocupación central de la vida en comunidad. Garantizar agua de calidad no consiste tan solo en suministrar agua limpia, sino también en disponer de infraestructuras adecuadas para recoger separadamente, canalizar y tratar las aguas residuales.

El agua contaminada transmite enfermedades infecciosas y a veces, como en el caso de la intoxicación por plomo, enfermedades no infecciosas. La contaminación del agua por microbios o sustancias químicas puede ocurrir en cualquier punto de su distribución, desde el origen, el almacenamiento y el transporte, pasando por las tuberías que suministran nuestras cocinas y baños, hasta la grifería de nuestros hogares.

Un agua de consumo humano será salubre y limpia cuando no contenga ningún tipo de microorganismo, parásito o sustancia en cantidad

o concentración que pueda suponer un riesgo para la salud humana⁶¹. Mientras que el acceso a agua limpia y de calidad supone un reto todavía por resolver a escala global (más, incluso, ante la progresiva escasez de agua dulce en el planeta, el cambio climático, el crecimiento poblacional o la creciente urbanización del territorio), en Europa la práctica totalidad del agua de consumo es segura. De hecho, entre el 2011 y el 2013, se dio más de un 99 % de cumplimiento de parámetros microbiológicos y químicos (8). En general, el mayor número de superaciones de los niveles estaban relacionadas con la contaminación por *Escherichia coli*.

En España, según un estudio publicado en el 2016 por el Sistema de Información Nacional de Agua de Consumo (SINAC), más del 96 % de las aguas son seguras para su consumo, al cumplir con los criterios establecidos para los análisis completos de todas las variables tanto exigidas como recomendables. Un estudio realizado por la Organización de Consumidores y Usuarios (OCU) en el 2014 señalaba que la calidad del agua es buena o muy buena en el 89 % de los municipios evaluados, aunque encontraba que en las localidades pequeñas el agua suele estar peor controlada que en las grandes (149). Por otro lado, existe mucha menos información disponible en cuanto a la calidad del agua proveniente de pozos privados. Según la EEA, estos pueden ser una fuente de preocupación por el mayor riesgo de contener *Escherichia coli*, como se ha demostrado en varios estudios recientes.

Aunque es difícil llegar a una cuantificación aproximada de la verdadera carga por enfermedad del consumo de agua contaminada en Europa, se prevé que con el aumento de eventos meteorológicos extremos resultado del cambio climático (lluvias torrenciales, sequías e inundaciones) aumente el riesgo de brotes de enfermedades transmitidas por el agua (8).

Efectos sobre la salud: estado de la evidencia

- Entre los contaminantes químicos más susceptibles de encontrarse en las instalaciones del edificio cabe citar el antimonio, el benzo(a)pireno, el cobre, el plomo, el níquel y el cloruro de vinilo. En el caso del plomo y del cloruro de vinilo, no existe un nivel de concentración que se considere seguro para la salud.

61. Artículo 5 del Real Decreto 140/2003, de 7 de febrero, por el que se establecen los criterios sanitarios de la calidad del agua de consumo humano.

- Entre los contaminantes químicos más susceptibles de encontrarse en aguas naturales (suministro no canalizado) se encuentran el arsénico, el fluoruro y los nitratos.
- Entre las bacterias más habituales en el agua de consumo se encuentran la *Legionella spp.* y la *Escherichia coli*, asociadas generalmente a pozos privados y para las que no existe un nivel de concentración que se considere seguro para la salud.
- La dureza del agua está determinada por los niveles de calcio y magnesio que contiene. La OMS concluye que no existe evidencia de que esta dureza afecte a la salud humana, aunque algunos estudios epidemiológicos recientes sugieren mayor riesgo de cálculos renales por aguas duras (y un efecto protector de las aguas blandas).
- Entre los efectos más estudiados por intoxicación de plomo se encuentran trastornos neurológicos (tanto en niños como en adultos), enfermedades cardiovasculares y renales. Los bebés y los fetos son los grupos más susceptibles a los efectos adversos para la salud, ya que absorben de cuatro a cinco veces más plomo que los adultos.
- Entre los contaminantes emergentes, sobre los que todavía se requiere más evidencia, destaca el riesgo potencial de que los contaminantes orgánicos persistentes (COP) aumenten sus concentraciones ambientales y se introduzcan en las redes de suministro de agua para consumo humano.
- Las poblaciones de zonas rurales tienen mayor riesgo de exposición a contaminantes en el agua que las poblaciones más grandes, en las que la calidad del agua suministrada está más controlada.
- Existen disparidades en el acceso a agua de consumo segura en Europa en función de la etnicidad. Según un estudio realizado en el 2016, el 30 % de romaníes en la Unión Europea vivían sin acceso a agua corriente. En España, la cifra era del 2 %.

La OMS incluye el agua de consumo como un factor de riesgo clave en la vivienda en su revisión del 2018 *WHO Housing and health guidelines*, aunque remite a los resultados encontrados en guías anteriores publicadas también por la OMS. Principalmente, en *WHO guidelines for drinking-water quality* (*Guías para la calidad del agua de consumo humano*) (150), que se publicó en el 2011 y se complementó con una primera adenda en el 2017. No obstante, para el documento del 2018, la OMS sintetiza los contaminantes más relevantes, expuestos a continuación.

Contaminantes químicos en instalaciones del edificio

Entre los contaminantes químicos más susceptibles de encontrarse en instalaciones del edificio cabe citar el antimonio, el benzo(a)pireno, el cobre, el plomo, el níquel y el cloruro de vinilo.

Las concentraciones de antimonio en el agua de consumo aparecen por la disolución de tuberías y accesorios de metal. Las concentraciones de benzo(a)pireno, en ausencia de concentraciones muy elevadas de fluoranteno, indican la presencia de partículas de alquitrán de hulla, un líquido oscuro de elevada viscosidad, derivado del carbón, que puede usarse como recubrimiento anticorrosivo. Su uso como recubrimiento de tuberías o tanques de almacenamiento de agua para consumo humano se desaconseja, ya que un grave deterioro de estos revestimientos puede desprender benzo(a)pireno al agua.

El cobre es un material ampliamente utilizado para las instalaciones de fontanería y las concentraciones de este en el agua generalmente estarán por debajo del valor de referencia. No obstante, algunas condiciones (como aguas muy ácidas o agresivas) favorecerán que las concentraciones sean mucho más altas, por lo que este material no será apropiado en estos casos.

Para las concentraciones de plomo en el agua de consumo, el valor de 10 µg/l se considera provisional, ya que los efectos del plomo sobre la salud no parecen tener un valor de referencia. Por ello, se debe evitar cualquier exposición a este contaminante, sustituyendo las instalaciones y controlando la corrosión. Como se expone de forma destacada más adelante en este apartado, existe evidencia suficiente que demuestra los vínculos entre la exposición a plomo en el agua de consumo y efectos adversos sobre la salud, algunos de mucha gravedad, especialmente en niños.

El níquel puede desprenderse de grifos cromados o níquelados en contacto con el agua, por lo que deben controlarse los materiales y dejar correr el agua del grifo antes de consumirse. Por último, la exposición a cloruro de vinilo (un conocido carcinógeno en humanos) debe evitarse en la medida de lo posible. Cuando no se pueda evitar, los niveles deben mantenerse tan bajos como sea técnicamente asumible. Como posible contaminante de algunas tuberías de cloruro de polivinilo, su control se efectuará mediante la especificación de la calidad del material.

Contaminantes químicos en aguas naturales

Entre los contaminantes químicos más susceptibles de encontrarse en aguas naturales (con suministro no canalizado) cabe citar el arsénico, el fluoruro y el nitrato.

El arsénico suele encontrarse en aguas naturales en concentraciones inferiores a 1-2 µg/l. Sin embargo, en aguas, particularmente subterráneas,

donde haya depósitos minerales de sulfuro y depósitos sedimentarios de rocas volcánicas, las concentraciones pueden elevarse significativamente. La exposición crónica a niveles elevados de arsénico se ha asociado a lesiones dérmicas (como hiperpigmentación e hipopigmentación), neuropatía periférica, cáncer de piel, cánceres de vejiga y pulmón, así como enfermedad vascular periférica. En el caso de los suministros locales de agua no canalizada, la primera opción de control suele ser la sustitución o dilución con fuentes de bajo contenido en arsénico. También puede ser apropiado, en estos casos, utilizar fuentes alternativas para beber y cocinar, y limitar el uso de agua contaminada con altos niveles de arsénico a actividades como la limpieza y el lavado de ropa.

Existen trazas de fluoruros en muchas aguas, con concentraciones más altas a menudo asociadas a las aguas subterráneas. La fluorosis esquelética⁶², que provoca cambios adversos en la estructura ósea, se puede observar cuando el agua de consumo contiene entre 3-6 mg/l de flúor, particularmente con un alto consumo de agua. La fluorosis esquelética paralizante suele aparecer solo cuando el agua de beber contiene más de 10 mg/l. El riesgo de fluorosis dental dependerá de la ingesta total de todas las fuentes y no solo de la concentración en el agua. En algunos países se agrega fluoruro al agua como protección contra la caries dental, de modo que las concentraciones finales se encuentren generalmente entre los 0,5-1 mg/l, niveles por debajo de los valores de referencia.

La presencia de nitratos se asocia con mayor frecuencia a pozos privados. El medio más apropiado para controlar su alta concentración, particularmente en las aguas subterráneas, es la prevención de la contaminación. Esto se puede llevar a cabo mediante una adecuada gestión de las prácticas agrícolas, la ubicación cuidadosa de letrinas y tanques o fosas sépticas, el control de posibles fugas del alcantarillado, así como la correcta gestión de fertilizantes y estiércol y del almacenamiento de estiércol animal. También se puede aplicar una desnitrificación de efluentes de aguas residuales.

Legionelosis por *Legionella pneumophila*

La *Legionella pneumophila* es una bacteria que se puede encontrar tanto en el agua de consumo como en el aire, por ejemplo, si el agua de las instalaciones de refrigeración o humidificadores está contaminada con ella. Esta penetrará en el aire de ventilación en forma de gotas de agua suspendidas en el aire, lo que creará condiciones peligrosas para la salud de los ocupantes de esos espacios.

62. https://www.who.int/ipcs/assessment/public_health/fluoride/es/.

La temperatura del agua es un elemento fundamental de las estrategias de control contra la *Legionella*. Siempre que sea posible, la temperatura del agua debe mantenerse fuera del rango de los 25-50 °C para prevenir el crecimiento del organismo. En los sistemas de agua caliente de la vivienda, las temperaturas que salen de los calentadores deben ser siempre superiores a 60 °C y las temperaturas superiores a 50 °C deben mantenerse en todas las tuberías asociadas.

Es importante señalar que mantener la temperatura del agua caliente por encima de los 50 °C puede representar un riesgo de quemaduras en niños pequeños, ancianos y otros grupos vulnerables (véase, al respecto, el apartado 3.2, «Seguridad ante accidentes»). Cuando las temperaturas del agua en nuestras instalaciones domésticas de agua caliente no se puedan mantener fuera del rango de entre 25-50 °C, se requerirá una mayor atención en cuanto a la desinfección y las estrategias destinadas a limitar el desarrollo de biopelículas.

La *Legionella* se multiplicará mucho más en aguas con poco movimiento o estancadas. Por ello, como medida preventiva (sin que sea sustitutiva de las ya descritas), se aconseja dejar correr el agua del grifo antes de consumirse. Especialmente, cuando el sistema o esa parte del sistema no se use con asiduidad. Esto será especialmente pertinente, por ejemplo, en viviendas de uso estacional o de fin de semana.

Escherichia coli

Tanto la *Escherichia coli* (*E. coli*) como otras bacterias coliformes termotolerantes no deberían detectarse en ninguna muestra de 100 ml de agua para consumo. La presencia de *E. coli* indica la contaminación fecal del agua de consumo debida a una contaminación cruzada, y su presencia también se asocia a menudo con pozos privados, cuya desinfección suele estar menos controlada.

No obstante, también pueden producirse brotes en sistemas de agua canalizados en los que se haya dado una conexión cruzada con sistemas de agua no potable, o durante el transporte y el almacenamiento de agua no canalizada. También puede indicar una posible contaminación de la fuente de abastecimiento o de la red de distribución.

Un estudio realizado por la Comisión Europea y publicado en el 2016⁶³ encontraba que, en Europa, entre 2011 y 2013 la calidad del agua de los Estados miembros superó el 99 % en cumplimiento de parámetros microbiológicos y químicos (8). No obstante, en general, el mayor número de superaciones de los niveles de referencia estaban relacionadas con la contaminación por *E. coli*.

63. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:52016DC0666&from=EN>.

La siguiente tabla 6 resume los contaminantes descritos y seleccionados por la OMS como más relevantes en relación con el agua de consumo. Se muestran los valores de referencia considerados seguros para la salud de cada uno de los compuestos.

Tabla 6. Valores de referencia de contaminantes químicos y biológicos en el agua de consumo

Compuesto	Valores de referencia (OMS)	Contaminante químico en instalaciones del edificio (tuberías)	Contaminante químico en aguas naturales	Bacteria
Antimonio	0,02 mg/l (20 µg/l)	x		
Benzo(a)pireno	0,0007 mg/l (0,7 µg/l)	x		
Cobre	2 mg/l (2.000 µg/l)	x		
Plomo	0,01 mg/l (10 µg/l)*	x		
Níquel	0,07 mg/l (70 µg/l)	x		
Cloruro de vinilo	0,0003 mg/l (0,3 µg/l)*	x		
Arsénico	0,01 mg/l (10 µg/l)		x	
Fluoruro	1,5 mg/l (1.500 µg/l)		x	
Nitrato	50 mg/l (50.000 µg/l)		x	
<i>Legionella spp.</i>	Sin valor máximo aceptable			x
<i>Escherichia coli</i>	No ha de ser detectable en ninguna muestra de 100 ml			x

* Valores provisionales sujetos a revisión, pues se considera que no existe nivel máximo por debajo del cual su consumo sea seguro para la salud.

Fuente: OMS. *WHO Housing and health guidelines*, 2018, págs. 78-80, tablas 8.1, 8.2 y 8.3.

Calcio y magnesio: la dureza del agua

El concepto *dureza del agua* se refiere a los niveles de sales de calcio y magnesio que contiene. Si la concentración de estos minerales es alta, se califica como agua dura, mientras que si es baja se califica como agua blanda. Existen mapas de dureza del agua que indican cómo las zonas de suelo calcáreo generan más contenido de cal que el suelo granítico. Así, las aguas más duras se encuentran en las regiones mediterráneas (de forma destacada, Tarragona, Castellón, Murcia y Albacete). En la mitad este y sur de la Península, los niveles de dureza son medios y altos. En el centro y noroeste se hallan las aguas más blandas.

Esta dureza del agua altera ligeramente su sabor⁶⁴, pudiendo afectar a la aceptabilidad del consumidor. Esto tiene una serie de efectos, como un mayor gasto del hogar al recurrir a comprar agua embotellada para su consumo o un mayor impacto en el medio ambiente por el aumento de residuos de plástico que ello implica. Sin embargo, desde la perspectiva puramente de salud, la OMS considera que la dureza del agua de consumo no es peligrosa para la salud. Existe, no obstante, evidencia de estudios epidemiológicos que apuntan a que, a mayor dureza del agua, mayor es el riesgo de formación de cálculos renales. Las aguas blandas, por el contrario, tendrían un efecto protector frente a este tipo de dolencias (36).

Plomo

El plomo dificulta el metabolismo del calcio y es tóxico para el sistema nervioso, tanto central como periférico. Se asocia a un mayor riesgo de aborto, bajo peso al nacer, interferencia con la metabolización de la vitamina D, hipertensión, reducción del recuento de espermatozoides y, de forma destacada, con reducción del coeficiente intelectual y dificultades de aprendizaje en niños (151). En los niños, la intoxicación por niveles altos de plomo puede causar anemia, daño multiorgánico, convulsiones, coma y muerte, mientras que la exposición crónica a niveles bajos puede desembocar en deterioro cognitivo, psicológico y neuroconductual (152).

La causa principal de exposición al plomo es la corrosión de este material al utilizarse en instalaciones de suministro de agua potable en la vivienda, que ingerimos bebiendo o consumiendo alimentos que han sido cocinados con esta agua. Las tuberías de plomo se han utilizado en este tipo de instalaciones hasta finales de los años setenta y principios de los ochenta del siglo xx por su resistencia a las condiciones agresivas del suelo y sus características maleables. Su uso tan extendido también se asocia a la errónea creencia de que las películas de corrosión interna que surgen de la oxidación del plomo y su posterior estabilización formarían una capa protectora que evitaría futuras liberaciones de metales en el agua (151). A ello se suma la ignorancia que existía en ese momento en cuanto a los efectos sobre la salud de la ingesta de plomo a través del agua de consumo. Una vez que estos efectos fueron comprobándose, las instalaciones de suministro de agua de plomo se fueron progresivamente sustituyendo por tuberías de otros materiales como hierro o cobre.

No obstante, a pesar de esta progresiva sustitución por otros materiales, la contaminación por plomo del agua de consumo puede todavía constituir

64. https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/gdwq-4-cap10-spa.pdf?ua=1.

un problema en algunos países europeos. Un estudio del 2009 (151) estimaba que un 25 % de las instalaciones de suministro de agua en viviendas todavía eran de plomo (ya fuese en la conexión con la acometida general o en las tuberías dentro del edificio), lo que podía tener un impacto sobre la salud de hasta 120 millones de personas. Sin embargo, la EEA señala que la monitorización del plomo en el agua de consumo en Europa hasta ahora no indica problemas significativos de cumplimiento con los límites de seguridad establecidos (8).

La cantidad de plomo de las tuberías que se disuelve en el agua de consumo depende de varios factores, principalmente del pH, la temperatura, la dureza del agua y el tiempo que ha permanecido en la instalación. Por ejemplo, el agua blanda (niveles bajos de calcio y magnesio) y ácida ($\text{pH} < 7$) es la que mayor capacidad tiene para disolver el plomo (36). En el año 2003 se estableció un nivel máximo de $10 \mu\text{g/l}$, aunque la OMS señala que no se considera que haya un nivel mínimo de exposición que sea seguro para la salud, por lo que se vuelve necesario en todo caso sustituir las instalaciones de plomo (incluidas las de cobre que utilizaron plomo para el sellado de sus juntas).

Tabla 7. Efectos adversos sobre la salud de exposición al plomo por agua de consumo en función de la concentración de plomo en sangre

Concentración de plomo en sangre (μgdl^{-1})	Efectos adversos indicados por estudios e informes de referencia
Niveles maternos $> 15 \mu\text{gdl}^{-1}$	Asociación con bajo peso al nacer
$12\text{-}120 \mu\text{gdl}^{-1}$	Interferencia con la metabolización de la vitamina D
$< 30 \mu\text{gdl}^{-1}$	Dificultades de aprendizaje
Aumento de 10 a $20 \mu\text{gdl}^{-1}$	Reducción de entre 1 y 7,4 puntos de coeficiente intelectual (CI)
$20 \mu\text{gdl}^{-1}$	Aumento del umbral de audición en comparación con $4 \mu\text{gdl}^{-1}$
$> 37 \mu\text{gdl}^{-1}$	Hipertensión
$40\text{-}50 \mu\text{gdl}^{-1}$	Reducción en el recuento de espermatozoides
$40\text{-}120 \mu\text{gdl}^{-1}$	Variedad de efectos neurológicos y conductuales

Fuente: Hayes y Skubala. «Is there still a problem with lead in drinking water in the European Union?», *Journal of Water and Health*, 2009, 569-580, pág. 571, tabla 2.

Entre los efectos sobre la salud más estudiados en relación con la intoxicación por plomo⁶⁵ se encuentran los trastornos neurológicos, las enfermedades

65. Descritos por la ATSDR. Véase, al respecto, <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp.asp?id=96&tid=22>.

cardiovasculares y las renales. En cuanto a los efectos neurológicos en niños, distintos estudios indican una disminución en las funciones cognitivas, alteraciones del estado de ánimo y del comportamiento que pueden contribuir a déficits de aprendizaje, alteración de la función neuromotora y neurosensorial, neuropatía periférica y encefalopatía. En adultos, cabe destacar la reducción de la función cognitiva (incluyendo atención, memoria y aprendizaje), la alteración de las funciones neuromotoras y neurosensoriales, alteraciones del estado de ánimo y del comportamiento, y disminución de la velocidad de conducción nerviosa periférica.

Los grupos más vulnerables a la ingesta de plomo y su acumulación en el esqueleto son los niños (desde la lactancia y hasta los seis años de edad) y las mujeres embarazadas (36). Los bebés y fetos son los grupos más susceptibles a los efectos adversos para la salud, ya que absorben de cuatro a cinco veces más plomo que los adultos (151) y su barrera hematoencefálica no está completamente formada (153). Un estudio llevado a cabo en cuatro poblaciones españolas y publicado en el 2011 (153) encontraba que los niveles a los que los recién nacidos se exponen son bajos. Sin embargo, el tabaquismo al inicio del embarazo, la edad, la clase social, el aumento de peso durante el embarazo y el lugar de residencia eran todos factores maternos asociados a los niveles detectables de plomo en la sangre del cordón umbilical, lo que indica que existen otras fuentes relevantes de exposición al plomo, vinculadas, algunas de ellas, al comportamiento y el estatus socioeconómico de la madre.

Contaminantes emergentes

Más allá de los contaminantes cuyos efectos nocivos sobre la salud son conocidos, existen otras sustancias químicas no reguladas que se pueden encontrar en el agua de consumo. A falta de evidencia concreta sobre sus efectos, la EEA indica que podrían constituir una preocupación (8). Ejemplos de contaminantes emergentes en el agua de consumo son los productos farmacéuticos, los retardantes de llama bromados, los nanomateriales, determinados productos químicos presentes en protectores solares o el ftalato de dibutilo (usado en la industria como plastificante).

La declaración del Comité Científico de la Comisión Europea sobre Salud, Medio Ambiente y Riesgos Emergentes (SCHEER) destacó el riesgo potencial que plantean los contaminantes orgánicos persistentes. Estas sustancias provienen de pesticidas, productos químicos industriales o subproductos no intencionales de procesos industriales, y permanecen en el medio ambiente al ser resistentes a la degradación. Son tóxicos para la salud humana y el medio ambiente, y tienen el potencial para transportarse a larga

distancia, pudiendo llegar a regiones en las que nunca se han producido o utilizado⁶⁶. Son, además, muy difíciles de eliminar durante las actividades de tratamiento de aguas. Por lo tanto, existe el riesgo de que sus concentraciones ambientales aumenten con el tiempo a medida que circulan y se enriquecen en el ciclo del agua, introduciéndose potencialmente en las redes de suministro de agua potable para consumo humano.

Desigualdad y colectivos vulnerables

De forma general, las poblaciones de zonas rurales, donde el agua puede no estar tratada y tan controlada, o cuyo suministro se realiza a través de pozos privados (8), tienen mayor riesgo de exposición a contaminantes en el agua que las poblaciones más grandes, en las que la calidad del agua suministrada está más controlada (149).

Los niños y las mujeres embarazadas son más sensibles a los efectos adversos de la exposición a contaminantes químicos, algunos de ellos asociados a efectos sobre el desarrollo tanto del feto como del niño. Por ejemplo, los niños demuestran ser el grupo más vulnerable a la intoxicación por plomo por sus efectos sobre el desarrollo neurológico y su impacto sobre el coeficiente intelectual, lo cual puede derivar en problemas de aprendizaje y, a largo plazo, en menor nivel educativo y, por lo tanto, en peores expectativas de salud y bienestar a lo largo de su vida. Además, su consumo de agua y alimentos en relación con su tamaño es mayor que en el caso de los adultos (8).

La EEA denuncia que existen disparidades en el acceso a agua de consumo segura en Europa en función de la etnicidad. Los romaníes son la principal minoría étnica en la Unión Europea, y un estudio realizado en el 2016 en nueve países europeos (entre ellos, España) encontraba que, de media, un 30 % de esta población vivía sin agua corriente. En España, esta cifra era del 2 %.

En lo que respecta a la vivienda...

La contaminación del agua por microbios o sustancias químicas puede ocurrir en cualquier punto de su distribución, desde el origen, el almacenamiento y el transporte hasta las tuberías que suministran nuestras cocinas y baños y su grifería. A pesar de que la calidad del agua en España es buena y su consumo es seguro, la calidad del agua suministrada puede estar menos controlada en lo-

66. www.miteco.gob.es/es/calidad-y-evaluacion-ambiental/temas/productos-quimicos/contaminantes-organicos-persistentes-cop/.

calidades pequeñas y (en mayor medida) en el caso del agua proveniente de pozos privados.

En lo que respecta al ámbito de la vivienda, deberá prestarse especial atención a los contaminantes químicos más susceptibles de encontrarse en instalaciones del edificio (como el antimonio, el benzo(a)pireno, el cobre, el plomo, el níquel y el cloruro de vinilo). Se deberá prestar especial atención a la posible corrosión y disolución de las tuberías y accesorios de metal, especialmente con aguas muy ácidas o agresivas. También, ante posibles desprendimientos de grifos cromados o niquelados en contacto con el agua, deberá controlarse la elección del material y dejar correr el agua del grifo antes de consumirse. Asimismo, se deberá evitar el uso de recubrimientos anticorrosivos derivados del carbón en tuberías o tanques de almacenamiento de agua para consumo humano, así como las instalaciones de plomo, asociadas de forma contundente a trastornos neurológicos, enfermedades cardiovasculares y renales.

De cara a la prevención de bacterias como *Legionella pneumophila* o *Escherichia coli*, la temperatura del agua es un elemento fundamental. Siempre que sea posible, debe mantenerse fuera del rango de los 25-50 °C para prevenir el crecimiento de estos organismos. En los sistemas de agua caliente de la vivienda, las temperaturas que salen de los calentadores deben ser siempre superiores a 60 °C y deben mantenerse temperaturas superiores a 50 °C en todas las tuberías asociadas (considerando, al mismo tiempo, el riesgo que supone en cuanto a quemaduras, especialmente en grupos vulnerables como niños o ancianos). Cuando las temperaturas del agua no se puedan mantener fuera del rango mencionado, se requerirá una mayor atención en cuanto a la desinfección y las estrategias destinadas a limitar el desarrollo de biopelículas. Como medida preventiva, se aconseja dejar correr el agua del grifo antes de consumirla (especialmente cuando la instalación no se use con asiduidad, como en el caso de segundas residencias).

2.3. Ruido

El ruido penetra en nuestro entorno cotidiano de múltiples maneras, especialmente en ambientes urbanos, de modo que la disponibilidad de espacios silenciosos va decreciendo a gran velocidad. No es sorprendente que el recientemente publicado informe de la EEA identifique el ruido como el se-

gundo riesgo ambiental más significativo, solo por detrás de la contaminación del aire (8).

Los niveles de ruido a los que nos exponemos en nuestras viviendas pueden ser resultado de numerosas fuentes, así como de condiciones constructivas inadecuadas e incapaces de proteger a sus residentes de una exposición excesiva a este riesgo. Al aumento de actividades urbanas, redes de vías rápidas o aeropuertos, se suman prácticas sociales cada vez más extendidas como el uso intensivo de auriculares, o entornos domésticos en los que acumulamos cada vez más máquinas y aparatos susceptibles de sonar o vibrar a todas horas.

En cuanto al ruido proveniente del exterior de la vivienda, destaca el producido por el tráfico rodado, tan predominante en los ambientes urbanos. Una de cada tres personas percibe molestias durante el día y una de cada cinco, durante las horas de sueño nocturnas, a causa del ruido producido por el tráfico (154). En países de Europa Occidental, los efectos más prevalentes del ruido son molestias, irritación y trastornos del sueño causados por el ruido del tráfico (154). Pero también es relevante la exposición a ruido de tráfico aéreo o ferroviario, trabajos de la construcción e industriales, molinos de viento, eventos deportivos, parques infantiles, colegios, espacios públicos, animales, bares y restaurantes. A ello se suma el ruido y los impactos provenientes de viviendas vecinas o locales colindantes, tanto vertical como horizontalmente.

En cuanto al ruido producido en el interior de la vivienda, destacan las vibraciones de sistemas de ventilación forzada, el generado por maquinaria y electrodomésticos, así como los ruidos ocasionados por otros residentes de la vivienda. Esta última fuente se ve agravada, lógicamente, en condiciones de hacinamiento.

En todos estos casos, unas condiciones constructivas inadecuadas de la vivienda resultan determinantes. La ausencia de aislamiento acústico (especialmente en medianerías), la falta de doble acristalamiento acústico en carpinterías, o la falta de revestimiento acústico en conductos de impulsión o extracción de aire pueden derivar en una exposición de los residentes a niveles excesivos de ruido que, como se detalla a continuación, se ha asociado a distintas consecuencias negativas sobre la salud.

Efectos sobre la salud: estado de la evidencia

- El ruido es la principal causa prevenible de pérdida auditiva, que, al no ser recuperable, puede llegar a tener un efecto de ais-

lamamiento social severo. Se asocia, además, a una mayor tasa de accidentes y caídas, con un exceso de mortalidad del 10-20 % en veinte años.

- El tinnitus puede persistir por largos periodos de tiempo y afectar considerablemente a la calidad de vida, al contribuir a la alteración de los patrones del sueño, la depresión o la dificultad de mantener la atención.
- Entre los efectos no auditivos, existe evidencia científica suficiente para acreditar la asociación entre la exposición al ruido y la afección del sistema cardiovascular, lo que ocasionaría enfermedades que incluyen la hipertensión, cardiopatías isquémicas o infartos.
- Distintos metaanálisis llevados a cabo para valorar la relación exposición-respuesta para ruido de tráfico rodado y aéreo apuntan a que el riesgo de padecer hipertensión o enfermedades cardíacas isquémicas aumenta entre un 7 % y un 17 % por cada aumento de 10 dB en nivel de ruido equivalente.
- Se ha demostrado que la exposición a ruido ambiental excesivo tiene un efecto negativo sobre la capacidad de aprendizaje y el rendimiento cognitivo de los niños.
- Las molestias son la respuesta no auditiva al ruido con más prevalencia entre la población europea, pudiendo desembocar en irritabilidad, cansancio o estrés. Tenemos, además, menor tolerancia al ruido durante la noche.
- Puesto que existe escasa evidencia directa sobre los efectos del ruido nocturno sobre la salud, la OMS usa también evidencia indirecta: la alteración del sueño está asociada al deterioro de la salud, y el ruido es un factor importante que causa alteraciones del sueño.
- La evidencia es suficiente en la relación entre exposición a ruido nocturno y alteraciones del sueño, uso de medicamentos, problemas percibidos de salud y síntomas de insomnio. Para otros efectos (como hipertensión, infarto de miocardio o depresión), la evidencia encontrada hasta el momento es limitada.

El ruido, entendido como sonido no deseado, es un contaminante cuyos efectos sobre la salud están todavía siendo objeto investigación. Aunque las personas tengamos, en general, la capacidad de habituarnos a ciertas formas e intensidades de ruido, el grado de capacidad para

hacerlo difiere enormemente entre individuos y raramente ocurre por completo (155).

Los primeros estudios sobre el tema se centraron en los entornos de trabajo y la asociación de determinadas actividades ruidosas con progresivas pérdidas de audición. Aunque el ruido en el entorno laboral es la línea sobre la que existen más estudios hasta el momento⁶⁷, la investigación en este campo se ha ampliado en los últimos años a fuentes de ruido social (de bares, locales de ocio, o uso de aparatos de música individuales) y ruido ambiental (del tráfico, industrial o de la construcción). Estas exposiciones se han vinculado a un amplio abanico de efectos sobre la salud no solo auditivos; de hecho, los efectos no auditivos sobre la salud son a menudo graves y ampliamente extendidos, de modo que la prevalencia de este riesgo es alta (155). En la Unión Europea, se estima que unos 56 millones de personas (el 54 % de la población) que viven en poblaciones de más de 250.000 habitantes se exponen a ruido por tráfico rodado de intensidad media superior a los 55 dB/año, considerado un riesgo para la salud (156).

En cuanto al ruido asociado a actividades de ocio, distintas investigaciones enfocadas a estudiar las posibles asociaciones entre el uso de auriculares y las pérdidas de audición, aunque relativamente recientes, encuentran efectos temporales de pérdida de audición o tinnitus. Falta por el momento mayor evidencia que asocie esta exposición a efectos sobre la audición a más largo plazo. No obstante, sí se apunta a un posible efecto acumulativo de la exposición al ruido, de modo que la exposición en edades tempranas puede desembocar en un mayor envejecimiento del oído interno y, en consecuencia, en una mayor incidencia de problemas de audición a edades más avanzadas (155).

A pesar del creciente volumen de evidencia que va apareciendo en relación con los efectos del ruido ambiental sobre la salud, se encuentra una carencia generalizada de investigaciones científicas enfocadas a fuentes de ruido interiores de la vivienda. Sin embargo, el reciente libro blanco sobre vivienda saludable del Reino Unido (105) apunta a un problema que ha surgido en los últimos tiempos y sobre el que denuncia que falta evidencia científica: el ruido generado por la ventilación mecánica en los interiores lleva a los usuarios a apagar estos sistemas, lo que deri-

67. Las asociaciones son complejas y la calidad de los estudios disponibles es muy variable. Hacen falta estudios con seguimientos más prolongados en el tiempo, en los que evaluar el impacto a largo plazo de una exposición prolongada a determinados niveles de ruido. Además, los esfuerzos para prevenir la pérdida de audición en entornos de trabajo se han centrado en la protección auditiva y no en el control del ruido desde la fuente (253).

va en un empeoramiento de la calidad del aire interior y, posiblemente también, en un exceso de frío o calor cuando dicho sistema estaba destinado a climatizar el espacio.

Sí existen estudios, aunque escasos, que corroboran los efectos nocivos sobre la salud de pacientes y trabajadores expuestos a un exceso de ruido en ambientes hospitalarios (155), y cómo las intervenciones como techos acústicos son factores relevantes para el rendimiento de los trabajadores y la reducción de tensión en el trabajo, además de asociarse a un descenso en las ratios de pacientes readmitidos en hospitales. Los hospitales se consideran espacios especialmente sensibles al ruido. En este sentido, se podría considerar también que la vivienda, y en particular las zonas de descanso como los dormitorios, son espacios especialmente sensibles al ruido, que deben protegerse para garantizar un adecuado descanso, a fin de contribuir, así, a un buen estado de salud de sus residentes. Resulta evidente que las condiciones de la vivienda son fundamentales en cuanto a uno de los efectos más graves de la exposición prolongada al ruido: su influencia sobre los patrones del sueño. La OMS, en el 2009 (157), establecía una meta de 40 dB para cualquier fuente de ruido nocturno y de 55 dB como meta provisional para los países que no pudieran seguir las directivas a corto plazo o plantearan una estrategia por fases.

La OMS cuantifica el impacto de determinados riesgos ambientales (entre ellos, el ruido) utilizando la medida de años de vida ajustados por discapacidad sobre la población en general. Esta medida refleja la suma de potenciales años de vida saludables perdidos de forma prematura por fallecimiento, estado de mala salud o discapacidad.

En el 2011, la Oficina Regional para Europa de la OMS efectuó estimaciones para el impacto del ruido sobre la salud de la población de Europa Occidental (154). Concluía, desde las hipótesis más conservadoras, que un total de 61.000 años sanos se perdían cada año por enfermedades cardíacas isquémicas relacionadas con el ruido; 45.000 años, por deterioro cognitivo en niños; 903.000 años, por trastornos del sueño; 22.000 años, por tinnitus, y 654.000 años, por molestias o irritación. Si se extrapolan la distribución de la exposición y la estructura poblacional de Suecia al resto de países del grupo Euro 1, entre los que se incluye España, un total de 45.000 años se pierden en niños entre las edades de 7 y 19 años.

Las consecuencias sobre la salud de la exposición a ruido pueden dividirse en dos grandes grupos: problemas auditivos y problemas no auditivos. Dentro de este último grupo, destaca el ruido nocturno.

Problemas auditivos

El ruido es la principal causa prevenible de pérdida auditiva (155). Esta puede ser causada por un impulso sonoro puntual o por la exposición continua a niveles entre los 75-85 dB. La patología aparece por la pérdida de células sensoriales auditivas de la cóclea, que los mamíferos no tenemos la capacidad de regenerar. Esto significa que no hay opción para la remisión de la patología una vez que ocurre, por lo que la prevención de este riesgo es la única opción para preservar la audición.

Los problemas auditivos a menudo desembocan en la incapacidad de entender a las personas que hablan a nuestro alrededor en situaciones sociales cotidianas, lo cual puede tener un efecto social severo. La pérdida de audición no diagnosticada también se asocia a una mayor tasa de accidentes y caídas, con un exceso de mortalidad del 10-20 % en veinte años (158).

Los tinnitus suponen un cambio en la percepción del sonido; por ejemplo, a causa de la dolencia se escuchan pitidos no atribuibles a ninguna fuente externa. Esta afección a menudo surge como consecuencia de una exposición aguda y crónica al ruido, y persiste por largos periodos de tiempo en una proporción considerable de personas afectadas. Las consecuencias de sufrir tinnitus pueden afectar considerablemente la calidad de vida, al contribuir a la alteración de los patrones del sueño, la depresión o la dificultad para mantener la atención (155).

Problemas no auditivos

Los efectos no auditivos más estudiados derivados de una exposición excesiva al ruido son la percepción de molestia e irritabilidad, el deterioro cognitivo (sobre todo en niños), las alteraciones del sueño y la salud cardiovascular. De hecho, estudios epidemiológicos sobre salud laboral y ambiental apuntan a una mayor prevalencia e incidencia de las enfermedades cardiovasculares y mortalidad en grupos con alta exposición a ruido.

Las molestias provocadas por el ruido son la respuesta con mayor prevalencia entre la población expuesta a ruido ambiental, y pueden desembocar en irritabilidad, cansancio o síntomas vinculados al estrés (4). Algunos estudios apuntan a que es en los dormitorios donde los residentes tienen menor tolerancia a ruidos provocados por viviendas o locales vecinos, en particular, durante la noche. Estos ruidos incluyen ruido de contacto, de instalaciones de agua o aire, de radio o televisión y de animales domésticos (157).

Existe evidencia científica suficiente para acreditar la asociación entre la exposición al ruido y la afección del sistema cardiovascular, al causar enfermedades que incluyen la hipertensión, cardiopatías isquémicas, o infartos (155). La exposición aguda a distintos tipos de ruido se asocia a excitaciones del sistema nervioso autónomo y del sistema endocrino; aumentos de la presión arterial sistólica y diastólica, cambios en el ritmo cardíaco, o la secreción de hormonas del estrés (incluyendo catecolaminas y glucocorticoides). Todo ello, enmarcado en cuadros de estrés con potenciales mecanismos de reacción emocionales, o fisiológicos e inconscientes de la interacción entre el sistema auditivo central y otras regiones del sistema nervioso central. Este último se cree que es el mecanismo predominante en las alteraciones del sueño, incluso en niveles de ruido bajos.

La exposición crónica al ruido puede causar una alteración de la homeostasis del organismo con el aumento de la carga alostérica, lo cual afecta al metabolismo y al sistema cardiovascular. Esto puede derivar en el aumento de algunos factores de riesgo cardiovasculares ya establecidos, como la presión arterial, la concentración de lípidos en sangre, la viscosidad sanguínea y la concentración de glucosa en sangre. Las alteraciones de estos niveles mencionados aumentan el riesgo de sufrir hipertensión o arterioesclerosis, y están vinculados a episodios graves como el infarto de miocardio o accidentes cerebrovasculares (4).

Distintos metaanálisis realizados para valorar la relación exposición-respuesta para ruido de tráfico (rodado y aéreo) y sus efectos en la salud, como hipertensión o enfermedades cardíacas isquémicas (incluyendo infarto de miocardio), apuntan a que el riesgo de padecer estas enfermedades aumenta entre un 7 % y un 17 % por cada aumento de 10 dB en nivel de ruido equivalente (155).

Numerosos estudios demuestran que la exposición a ruido ambiental excesivo tiene un efecto negativo sobre la capacidad de aprendizaje y el rendimiento cognitivo de los niños. También, que los niños expuestos de forma crónica a ruido de tráfico aéreo, rodado o de tren en ambientes escolares muestran peores habilidades lectoras, memorísticas y de rendimiento en pruebas estandarizadas nacionales que otros escolares no expuestos a dichas fuentes de ruido en el colegio. Estos estudios sugieren, además, que no existe un nivel límite a partir del cual se producen estos efectos, lo que sugiere que cualquier reducción del nivel de ruido en ambientes escolares mejorará las facultades cognitivas del niño. Esto podría considerarse un resultado relevante si se extrapola a las condiciones de la vivienda y, en particular, a las condiciones de ruido durante el tiempo de estudio y la realización de tareas académicas.

Figura 8. Resumen de los efectos sobre la salud de la exposición al ruido y niveles a partir de los cuales se detectan. Negro: evidencia suficiente. Gris: evidencia limitada

efectos sobre la salud	detectados a partir de
efectos biológicos	cambios en la actividad cardiovascular
	despertares 35 dB ($L_{Amax, inside}$)
	motilidad, inicio de motilidad 32 dB ($L_{Amax, inside}$)
	cambios en la estructura y duración de las fases del sueño, fragmentación del sueño 35 dB ($L_{Amax, inside}$)
calidad del sueño	cambios en los niveles de hormonas (del estrés)
	despertares durante la noche y/o despertar demasiado temprano 42 dB ($L_{Amax, inside}$)
	prolongación del periodo de inicio del sueño, dificultad para dormirse
	fragmentación del sueño, reducción del tiempo de sueño total
	aumento de la motilidad media durante el sueño 42 dB ($L_{night, outside}$)
	alteraciones del sueño (autoinformado) 42 dB ($L_{night, outside}$)
bienestar	uso de somníferos y sedantes 42 dB ($L_{night, outside}$)
	cansancio y somnolencia durante el día
	aumento de la irritabilidad durante el día
	aumento de la irritabilidad durante el día
	deterioro de los contactos sociales
quejas 35 dB ($L_{night, outside}$)	
deterioro del rendimiento cognitivo	
condiciones médicas	insomnio ambiental 42 dB ($L_{night, outside}$)
	hipertensión 50 dB ($L_{night, outside}$)
	obesidad
	depresión (en mujeres)
	infarto de miocardio 50 dB ($L_{night, outside}$)
	reducción en la esperanza de vida (mortalidad prematura)
trastornos psíquicos 60 dB ($L_{night, outside}$)	
accidentes (laborales)	

Fuente: Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal), basada en *WHO night noise guidelines for Europe* (OMS, 2009).

Ruido nocturno

Las alteraciones del sueño se consideran el efecto no auditivo más perjudicial de la exposición a ruido ambiental, pues el sueño ininterrumpido durante un periodo suficiente de tiempo es necesario para la atención y el rendimiento durante el día, para la calidad de vida y para la salud. El ser humano percibe, evalúa y reacciona a sonidos ambientales mientras duerme. Distintos estudios demuestran que incluso a niveles tan bajos como 33 dB pueden darse efectos como taquicardia, movimientos del cuerpo o despertares. Estas reacciones al ruido durante el sueño dependerán no solo de la naturaleza y las características del ruido en sí, sino también, en gran medida, de la fase del sueño en la que se encuentre el individuo y de su susceptibilidad al ruido. Por ejemplo, ancianos, niños, personas que alternan turnos de trabajo diurnos y nocturnos o personas con alteraciones del sueño preexistentes son grupos de riesgo en cuanto a la afeción a su salud de la exposición al ruido durante el sueño.

Resultados de estudios epidemiológicos indican que la exposición a ruido nocturno podría ser más relevante para la afeción a la salud a largo plazo (como enfermedades cardiovasculares) que la exposición diurna (155). En este sentido, la Oficina Regional para Europa de la OMS publica en el 2009 *WHO night noise guidelines for Europe*, que, de forma complementaria y actualizada respecto a *Guidelines for community noise* (OMS, 1999), efectúa una revisión sistemática de la literatura sobre ruido, sueño y salud.

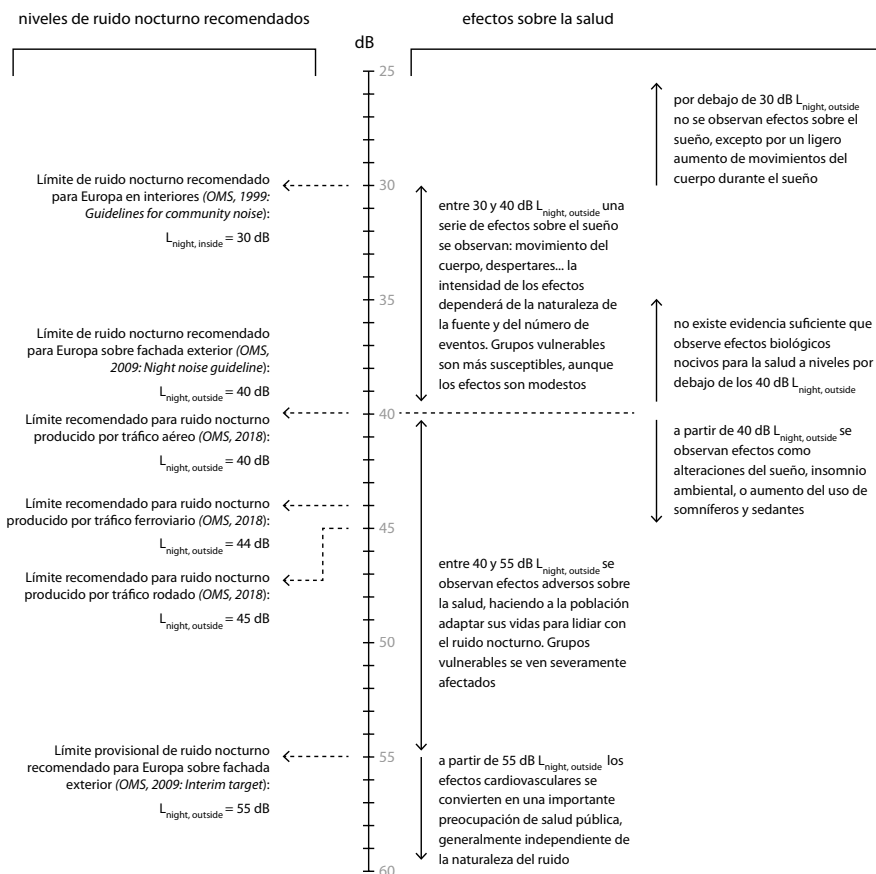
Puesto que existe escasa evidencia directa sobre los efectos del ruido nocturno sobre la salud, la OMS usa también evidencia indirecta: los efectos del ruido sobre el sueño, y la relación entre el sueño y la salud. Se plantea, así, la siguiente hipótesis: la alteración del sueño está asociada al deterioro de la salud y el ruido es un factor importante que causa alteraciones del sueño (157).

Existe un gran volumen de evidencia científica que acredita la necesidad biológica del sueño, asociando disturbios durante el sueño a numerosos problemas de salud; especialmente en niños y en trabajadores que realizan turnos de noche. La OMS (157) establece dos niveles de evidencia en relación con la alteración del sueño provocado por el ruido y los efectos sobre la salud: evidencia suficiente y evidencia limitada (figura 8). Mientras que la primera establece una relación causal fuerte, la segunda no se observa directamente, aunque sí aporta evidencia de calidad que apoyaría una asociación causal, generalmente con evidencia indirecta. Así, establece que la evidencia es suficiente en la relación en-

tre exposición a ruido nocturno y alteraciones del sueño, uso de medicamentos, problemas percibidos de salud y síntomas de insomnio. Para otros efectos (como hipertensión, infarto de miocardio o depresión), la evidencia encontrada es limitada.

En cuanto a los niveles a partir de los cuales se detectan efectos sobre la salud (figura 9), desde la última década, la Directiva europea 2002/49/CE de Ruido Ambiental requiere que la exposición a ruido nocturno se indique en $L_{\text{night, outside}}$ referente al nivel de ruido (de las ocho horas nocturnas a lo largo de un año) en la cara exterior de la fachada más expuesta. Sin embargo, gran parte de los efectos del ruido a corto plazo se relacionan con los niveles máximos por episodio (es decir, instantáneo) dentro de la vivienda: $L_{\text{Amax, inside}}$. Esto requiere una conversión que deberá incluir, entre otros factores, la reducción de ruido entre el exterior y el interior de la vivienda, directamente relacionada con las características constructivas de paramentos y carpinterías. Mientras que esta reducción puede ser de 24 dB en el caso de carpintería de hoja simple, o de hasta 45 dB en las carpinterías más protegidas, por lo general en Europa las carpinterías de doble acristalamiento permiten una reducción de entre 30 y 35 dB cuando se encuentran cerradas. No obstante, distintos estudios demuestran que la mayor parte de la población prefiere dormir con la ventana ligeramente abierta para favorecer la renovación de aire, siempre que no se rebasen ciertos límites de ruido, haciendo más compleja, si cabe, la conversión entre $L_{\text{night, outside}}$, $LA_{\text{max, inside}}$ y los decibelios que escucha la persona. La OMS, en su informe *WHO night noise guidelines for Europe* (2009), estima una reducción de 21 dB entre el exterior y el interior.

Figura 9. Ruido nocturno: límites recomendados por la OMS y efectos sobre la salud de la población según niveles de exposición



Fuente: Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal), basada en *WHO night noise guidelines for Europe* (OMS, 2009) y *Environmental noise guidelines for the European region* (OMS, 2018).

A partir de la Directiva europea del 2002, se crea el Sistema Básico de Información sobre la Contaminación Acústica (SICA)⁶⁸. Este consiste en una base de datos que permite elaborar mapas estratégicos de ruido sobre el entorno de aeropuertos, carreteras, ejes ferroviarios y aglomeraciones urbanas de más de cien mil habitantes.

Las consecuencias de padecer cansancio durante el día como resultado de alteraciones del sueño provocadas por el ruido pueden ser muchas y muy variadas. El proyecto LARES, uno de los pocos estudios que anali-

68. <http://sicaweb.cedex.es/>.

zan la relación entre la falta de sueño y el aumento del riesgo de accidentes domésticos, apunta a que estos accidentes son significativamente mayores cuando el individuo se encuentra cansado todo el tiempo o la mayor parte del tiempo. En este estudio, el 22 % de las personas que dicen haber sufrido un accidente doméstico admiten también haber tenido el sueño alterado durante las cuatro semanas previas (157).

Las afecciones a corto plazo incluyen bajo estado de ánimo, cansancio durante el día (tanto objetivo como subjetivo) y menor rendimiento cognitivo. La exposición reiterada a ruido durante las horas de sueño puede desembocar en cambios en la estructura del sueño, incluyendo retrasos en el inicio del sueño, despertares tempranos e incremento del tiempo que pasamos despiertos o en fases de sueño superficiales (155).

Desigualdad y colectivos vulnerables

Las investigaciones que aplican indicadores de carencias materiales e índices de vulnerabilidad muestran mayores niveles de exposición a ruido ambiental en grupos con posiciones socioeconómicas más desfavorables (159). Además, distintos estudios sugieren que las poblaciones desfavorecidas sufren peores efectos por el ruido a través no solo de un aumento de la exposición a este, sino también por una mayor vulnerabilidad a los efectos de dicha exposición. Este efecto es conocido como doble carga (159). No obstante, se necesita de forma urgente más evidencia en cuanto a la distribución social de la exposición a ruido ambiental. Por ejemplo, aunque la Oficina Regional para Europa de la OMS, en *Burden of disease from environmental noise* (2011), menciona cómo el bajo precio de las viviendas situadas en las cercanías de carreteras influye claramente en la distribución de la población en cuanto a la exposición a esta fuente de ruido, este informe no explora las relaciones entre ruido y salud desde la óptica de la desigualdad o de los colectivos vulnerables (a excepción del efecto sobre los niños en cuanto a deterioro cognitivo).

La OMS, en su publicación *Environmental health inequalities in Europe* (2019), incluye las desigualdades en cuanto a molestias comunicadas por la población a causa del ruido. En este informe se determina que las quejas por ruido de vecinos o de la calle son mayores en colectivos con menores ingresos, especialmente en los países del grupo Euro 1. Salvo pocas excepciones, en el grupo Euro 1 se encuentra mayor prevalencia de ruido exterior (de vecinos o de la calle) en los quintiles de renta más bajos, mientras que en los quintiles de renta más altos la prevalencia descende.

En España, el 21 % de los hogares con rentas en el quintil más bajo sufren problemas de ruido, mientras que en el quintil de renta más alto la prevalencia es del 13,5 %. Los hogares más afectados son los que se encuentran en entornos urbanos (y, de ellos, los de menores rentas), frente a hogares en entornos rurales donde la prevalencia media es menor, así como la desigualdad entre rentas (1).

Las zonas con altos niveles de ruido ambiental a menudo son zonas socialmente desfavorecidas. Los niños de áreas con altos niveles de vulnerabilidad social muestran peores resultados en pruebas cognitivas que los que no han sido expuestos a ambientes sociales desfavorecidos. La OMS indica una serie de grupos especialmente vulnerables al ruido, entre los que se encuentran los niños, los enfermos crónicos y los ancianos (157).

El límite de ruido a partir del cual los niños se despiertan es mayor que el de los adultos. Por ello, a menudo se les considera menos sensibles al ruido nocturno. Sin embargo, para otros efectos, los niños muestran reacciones similares o incluso más acusadas que los adultos. Además, los niños pasan más tiempo durmiendo o en la cama, por lo que se les considera un grupo de riesgo en este sentido (155). Distintos estudios demuestran que la exposición excesiva al ruido afecta a nuestra salud incluso desde la fase intrauterina, lo que provoca pérdida auditiva de altas frecuencias, parto prematuro, bajo peso al nacer u otros defectos perinatales (160). Existen estudios que sugieren que los niños son más vulnerables a los efectos del ruido sobre la salud mental, no solo debido al aumento de riesgo de parto prematuro o bajo peso al nacer, sino también por mayor riesgo de hiperactividad (157).

Con la edad, las estructuras del sueño se fragmentan, lo que hace de las personas mayores un grupo más vulnerable a estas molestias. Esto también ocurre en mujeres embarazadas y personas enfermas, por lo que también se consideran grupos de riesgo.

Finalmente, los trabajadores que alternan turnos de día y de noche, al tener sus estructuras del sueño bajo estrés por la adaptación de sus ritmos circadianos, se consideran también grupos de riesgo en cuanto a la exposición al ruido nocturno y los efectos sobre su salud.

En lo que respecta a la vivienda...

Los niveles de ruido a los que nos exponemos en nuestras viviendas pueden ser resultado de numerosas fuentes, así como de condiciones constructivas inadecuadas e incapaces de proteger a los residentes de una exposición excesiva a este riesgo. Frente al au-

mento de actividades urbanas, redes de vías rápidas o aeropuertos, que pueden suponer importantes fuentes de ruido exterior, dependiendo de la ubicación de nuestra vivienda, el aislamiento acústico y las soluciones como el doble acristalamiento acústico en carpinterías resultan fundamentales. Distintos estudios apuntan a que el riesgo de padecer hipertensión o enfermedades cardíacas isquémicas aumenta a medida que se incrementan los decibelios a los que nos exponemos.

Las instalaciones destinadas a la ventilación mecánica en interiores de viviendas también se deben considerar (por ejemplo, aplicando revestimiento acústico en los conductos de impulsión y extracción), ya que pueden convertirse en fuentes de ruido interior que los usuarios acaben apagando para evitar el ruido. Esto podría derivar en otros problemas, como el empeoramiento de la calidad del aire interior o la falta de confort térmico.

La vivienda deberá prevenir la exposición a ruido ambiental en espacios de trabajo y estudio, pues se ha demostrado que tiene un efecto negativo sobre la capacidad de aprendizaje y rendimiento cognitivo de los niños. Además, el ruido ambiental puede provocar irritabilidad, cansancio o estrés también en adultos.

Prevenir el ruido en el dormitorio es especialmente relevante, ya que existe evidencia suficiente que relaciona la exposición a ruido nocturno y las alteraciones del sueño, el uso de medicamentos, problemas de salud percibida y síntomas de insomnio. Es en los dormitorios donde los residentes tienen menor tolerancia a ruidos provocados por viviendas o locales vecinos y, en particular, durante la noche. Además, estudios epidemiológicos indican que la exposición a ruido nocturno podría ser más relevante para la afección a la salud a largo plazo que la exposición diurna a ruido.

2.4. Iluminación

En la actualidad, en los países desarrollados, las noches están excesivamente iluminadas y los días se pasan principalmente en espacios interiores. Por tanto, las personas estamos expuestas a intensidades de luz mucho más bajas que en condiciones naturales. Junto con los enormes beneficios asociados a la disposición y el uso de iluminación artificial, surgen efectos no tan deseados sobre nuestra salud.

La exposición a luz artificial durante la noche (denominada ALAN, de *artificial light at night*) se estima que aumenta anualmente entre un 2-6 % y continúa extendiéndose en espacio, tiempo e intensidad (38). En el recientemente publicado *New World Atlas of Artificial Night Sky Brightness* (161) se aprecia que más del 80 % del mundo, y más del 99 % de las poblaciones estadounidenses y europeas, viven bajo cielos contaminados por la luz artificial durante la noche. La migración hacia la tecnología led (o LED, sigla de *light-emitting diode*) en ambientes urbanos ha resultado en un aumento de la exposición a luz artificial durante la noche, y en particular en un aumento del espectro azul de la luz dado el uso de luz led blanca como estándar en el espacio urbano.

Mientras que los impactos de la contaminación lumínica⁶⁹ sobre la fauna, la flora y los ecosistemas han demostrado ser complejos y menos explorados en la literatura científica reciente⁷⁰, los impactos sobre la salud humana, aunque también complejos, apuntan a vínculos entre la contaminación lumínica y graves problemas de salud, especialmente mediante la disrupción del ritmo circadiano y, como su marcador, la interferencia con la secreción de melatonina (162).

En los humanos, la información no visual de la luz es detectada por nuestros ojos y transmitida hasta el núcleo supraquiasmático del hipotálamo, que actúa como reloj circadiano que organiza las funciones fisiológicas recurrentes, como la secreción de hormonas (por ejemplo, melatonina y cortisol) o la temperatura corporal. Este «reloj» está sincronizado con las transiciones luz-oscuridad percibidas por los ojos, pero puede verse alterado por cambios en estos patrones causados por la luz artificial. En particular, durante la noche (162). La luz se considera el factor ambiental dominante en cuanto a su influencia sobre el ciclo de sueño-vigilia. Sin embargo, con la evolución de la tecnología, la exposición a la luz se ha desincronizado del ciclo natural de luz-oscuridad (163).

La combinación de una buena iluminación interior y una exposición regular a la luz natural contribuye a recuperar y mantener un estilo de

69. Entendida como la suma total de todos los efectos adversos derivados de la luz artificial, según la Comisión Internacional de la Iluminación (<http://eiv.cie.co.at/term/669>).

70. Conviene destacar, a este respecto, la revisión sistemática recientemente publicada por Svechkina, Portnov y Trop en la revista *Landscape Ecology*, donde se revisa un amplio abanico de estudios que exploran el impacto de la exposición a ALAN en diferentes especies, incluida la humana. Esta revisión demuestra que efectos similares de la exposición a ALAN en humanos (desde trastornos del sueño a depresión, ganancia de peso o aumento del riesgo de cáncer) se manifiestan de forma transversal en diferentes componentes del ecosistema, concluyendo que la luz artificial durante la noche supone un riesgo más grande y complejo para el ecosistema de lo que hasta ahora se conocía.

vida activo, lo que mejora significativamente la calidad de vida de las personas (104). No obstante, la exposición a la luz es un concepto complejo que incluye no solo intensidad, sino también espectro, color, duración, reverberación, o momento del día en el que se produce. Todos estos factores tienen el potencial de influir en la compleja relación entre exposición a la luz y salud.

Efectos sobre la salud: estado de la evidencia

- La exposición periódica a la luz, y en los momentos del día oportunos, es importante para nuestra salud y bienestar.
- La exposición a niveles altos de luz en general se asocia a una mejor calidad del sueño, aunque existe una interacción con los tiempos en los que ocurre esta exposición (principalmente, la mañana frente a la tarde-noche).
- La exposición a niveles bajos de luz, en general, se asocia con retrasos en el periodo del sueño.
- La exposición a intensidades de luz tan bajas como 5 lux durante las horas de sueño se asocian a un peor descanso.
- La exposición a radiación ultravioleta, visible e infrarroja producida por determinadas fuentes de luz puede dañar tanto los ojos como la piel, a través de mecanismos térmicos y fotoquímicos. Aunque son efectos que raramente ocurren en instalaciones de luz interior diseñadas para una mejor visión, pueden darse en determinadas situaciones.
- Existe evidencia de que la luz azul, a través de la alteración de nuestro sistema circadiano, influye en los patrones del sueño. Además de otros efectos sobre la salud como depresión, alteraciones metabólicas o problemas gastrointestinales, estudios epidemiológicos recientes también apuntan a una asociación con un mayor riesgo de padecer varios tipos de cáncer hormonodependientes.

Gran parte del volumen de estudios que exploran la vinculación entre iluminación y salud lo hacen sobre entornos laborales u hospitalarios (164 y 165, entre otras referencias). Tras la práctica ausencia de estudios encontrados que vinculen la exposición a determinados tipos de iluminación en la vivienda con efectos sobre la salud, en el marco de este estudio se amplió la búsqueda a los vínculos entre iluminación y salud, identificando en esta

segunda búsqueda los artículos que exploraban condiciones o elementos en interiores de edificios que se consideraron relevantes o extrapolables al ámbito de la vivienda.

Tras la mencionada búsqueda ampliada, destaca la gran proporción de literatura científica centrada en la exposición a luz artificial durante la noche y sus efectos sobre el sueño. Esto induce a pensar que, aunque no sea explícitamente indicado en estas investigaciones, las condiciones de la vivienda (y en particular en el dormitorio) serán muy relevantes en dicha exposición. Tanto por la capacidad de favorecer o bloquear la luz del exterior como por albergar las condiciones de iluminación interior que puedan también interferir en esos riesgos.

Otro aspecto que cobra fuerza en las publicaciones recientes encontradas es la radiación de luz azul como factor de riesgo en la alteración del sistema circadiano, asociándose a su vez a un amplio abanico de enfermedades, algunas de ellas muy graves. El incremento de la exposición a luces con un gran componente de longitudes de onda corta (azul) en la vivienda, por ejemplo, con el creciente uso de luces led y pantallas de dispositivos electrónicos, hace que este campo resulte especialmente relevante para la presente revisión. En consecuencia, se incorporan las publicaciones recientes sobre el estudio multicaso control MCC-Spain, que vincula la exposición a luz artificial nocturna (y, en particular, la luz azul) a distintos tipos de cáncer hormonodependientes, así como a efectos sobre el embarazo, y cognitivos y psicomotores en niños.

Según intensidad y tiempos de exposición

Pasar el día en espacios interiores (ya sea en la oficina o, cada vez más, en nuestra vivienda) implica exponernos a intensidades de luz entre 40 y 200 veces más bajas que cuando nos encontramos en espacios exteriores. Mientras que la luminosidad natural en espacios abiertos exteriores se encuentra en un rango entre los 2.000 y 100.000 lux, la iluminación interior (por ejemplo, en oficinas) ronda los 500 lux. En el caso de las viviendas, es generalmente menor. Los humanos hemos alterado, pues, el ciclo natural de luz y oscuridad, con serias repercusiones sobre nuestra salud (112).

La evidencia sobre los efectos nocivos de una exposición a luz artificial durante la noche va en aumento, a pesar de no existir un gran número de revisiones sistemáticas recientes. Explorar las relaciones entre este tipo de exposiciones y la calidad del sueño implica explorar sus efectos sobre el ritmo circadiano y las alteraciones del sueño; aspectos en los que se centran las revisiones sistemáticas recientes encontradas y citadas a continuación.

Dautovich *et al.* publicaron en el 2019 (163) una revisión sistemática sobre la cantidad y los tiempos (momentos del día) de exposición a la luz (sin distinguir, en este caso, entre luz natural o artificial) en relación con el sueño en una población adulta sana que residía en comunidad. Esta revisión incluía estudios que evaluaban la intensidad de luz y los tiempos de exposición, con métodos tanto objetivos como subjetivos. A pesar de los distintos enfoques metodológicos y de algunas debilidades en el diseño de los estudios revisados, varias asociaciones emergieron de forma consistente.

En cuanto a los resultados de estudios cuantitativos, el más consistente es el efecto de la luz intensa (*bright light*, > 1.000 lux⁷¹) frente a la luz tenue (*dim light*, < 100 lux) por la mañana asociada a un adelanto del periodo de sueño. Es decir, un inicio del sueño a horas más tempranas y un despertar también más temprano. También se aprecian, en esta comparación, menos despertares durante el primer tercio del sueño y más despertares durante el último tercio del sueño, aunque en general se observan menos despertares, menor actividad motora y menor duración del sueño total.

Sin embargo, el efecto contrario ocurre con la exposición a luz intensa por la tarde-noche (frente a luz tenue o moderada, < 100 lux y 100-1.000 lux, respectivamente). En este caso, dicha exposición tiende a retrasar el periodo de sueño (tanto el inicio como el despertar). Se retrasan las fases 1 y 2 del sueño y la fase REM, y el periodo de latencia (hasta que el sueño se inicia) es mayor. Los individuos expuestos a luz intensa durante la tarde-noche experimentaron un sueño más superficial, con mayor tiempo en la fase 1 del sueño y más despertares (especialmente en la primera parte del periodo de sueño) en comparación con la exposición en esa misma franja horaria a luz tenue. No obstante, algunos estudios incluidos en esta revisión ofrecían resultados contradictorios a este respecto.

En cuanto a la exposición diaria a luz en general, esta revisión concluye que niveles de luz más bajos durante todo el día se han asociado a retrasos en el periodo de sueño. Por otro lado, la exposición a niveles altos de luz en general se asocia a una mejor calidad del sueño, aunque existe una interacción con los tiempos en los que ocurre esta exposición a lo largo del día (en particular, mañana frente a tarde-noche).

En una revisión del 2010 (166) se sugería un nivel mínimo de 30 lux (en el ojo) durante treinta minutos para que se produzca una supresión de melatonina (y, consecuentemente, la disrupción del sistema circadiano), por lo

71. Como referencia: > 100.000 lux equivale a luz solar o de un día soleado; ~ 1.000 lux, a la luz de un día nublado; ~500 lux, a la iluminación dentro de una oficina; ~ 300 lux, a la iluminación de una zona de estar en la vivienda, y ~10 lux, a la luz crepuscular (163).

que se descartaba que una luz tenue en el dormitorio durante las horas de sueño o una breve visita al baño durante la noche pudiesen afectar a ello. Sin embargo, en el caso de un estudio publicado en el 2016 (167) sobre la exposición a luz artificial tenue durante la noche, si bien no encontraba diferencias entre el grupo expuesto a 5 lux y el grupo expuesto a 10 lux (ambas consideradas luz tenue), sí encontraba que este tipo de luz afecta significativamente a la estructura y la calidad del sueño, lo que aumenta la frecuencia de despertares, la cantidad de sueño superficial y de sueño REM. Se sugiere, por lo tanto, evitar este tipo de exposiciones durante las horas de descanso.

Otra clase de estudios incluidos en la revisión por Dautovich *et al.* (163) son los llamados *subjetivos* o *autoinformados*, es decir, los sujetos estudiados son los que proporcionan sus datos mediante encuestas, entrevistas, diarios, etc. En todos los casos, la exposición a luz intensa durante la mañana predecía mejor calidad del sueño, según lo expresado por los participantes en los estudios. Por otro lado, y con algún resultado contradictorio, esta revisión indicaba que la mayoría de este tipo de estudios asociaba la exposición a luz intensa durante la tarde-noche con evaluaciones negativas sobre el sueño. De forma general, la exposición a lo largo del día se asociaba uniformemente de forma positiva con el sueño.

En cuanto a exposición media diaria, niveles más altos predicen menos tiempo hasta iniciar el sueño, mientras que niveles más bajos de luz media se asocian a una peor calidad del sueño, problemas para iniciar el sueño, varios despertares a lo largo de la noche, despertar antes de lo planeado, problemas para volver a caer dormido tras un despertar y, en general, una mayor alteración del sueño.

Sobre la iluminación en el dormitorio, dos estudios mediante cuestionarios encontraron que dormir con una luz encendida se asociaba a un aumento del riesgo de dormir menos de seis horas por noche, un inicio del sueño más tardío y un despertar también retrasado. Esto es especialmente relevante dado el creciente volumen de estudios que apuntan a una vinculación entre privación o mala calidad del sueño y la mayor prevalencia de obesidad (168, 169 y 170); un riesgo asociado, a su vez, con un aumento general de mortalidad y de comorbilidades.

Vemos que los hábitos antes del sueño pueden tener efectos significativos en cuanto a la calidad y la duración de este. Un estudio publicado en el 2015 (171) indicaba que los individuos que leían pantallas emisoras de luz (como libros electrónicos) antes de dormir, en comparación con la lectura de libros impresos, tardaban más en iniciar el sueño, veían reducida la secreción de melatonina y retrasaban su reloj circadiano, lo que reducía, a su vez, la atención en la mañana siguiente.

También la salud del sueño tiene múltiples componentes y formas de caracterizarse, incluyendo la regularidad, la satisfacción, el estado de alerta, los tiempos, la eficiencia y la duración (172). En cuanto a la duración, un estudio reciente (173) encuentra que a mayores niveles de luz artificial exterior, más cortos son los periodos de sueño. Esto ocurre de forma más aguda en hombres que en mujeres, aunque quizás lo más relevante de dicho estudio sea que detecta mayores asociaciones entre ALAN y los periodos reducidos de sueño en los barrios con niveles más altos de pobreza.

Efectos sobre el ritmo circadiano

El ritmo circadiano se puede monitorizar midiendo los niveles de melatonina, una hormona que indica nocturnidad al cuerpo humano. La secreción de melatonina ocurre de forma cíclica durante el día, siendo alta durante la noche (en oscuridad) y baja durante el día (en condiciones luminosas). La disrupción de una secreción normal de melatonina se relaciona con diversas enfermedades en humanos, y de forma más notable con algunos tipos de cáncer hormonodependientes, síndromes metabólicos y desórdenes mentales. No obstante, y aunque estas líneas de investigación epidemiológica van cobrando fuerza, todavía no se ha podido probar la causalidad entre la exposición a luz artificial y estas dolencias.

Una revisión sistemática de 85 estudios observacionales y experimentales, publicada en el 2015 (174), indica que la exposición a determinados niveles de luz artificial exterior durante la noche constituyen un factor de riesgo para el cáncer de mama, advirtiendo también de que la intensidad de luz y los hábitos de iluminación interior de la vivienda son relevantes respecto a este riesgo. La exposición a luz intensa durante la noche suprime la secreción de melatonina, retrasa el inicio del sueño y aumenta el estado de alarma. La desalineación circadiana causada por la exposición crónica a luz artificial durante la noche, puede tener efectos negativos en las funciones psicológicas, cardiovasculares y metabólicas. No obstante, se indica que las ondas más cortas de luz tienen mayor capacidad para alterar la secreción de melatonina y causar cambios de fase circadiana, aun cuando dicha luz no sea intensa.

Una revisión sistemática más reciente, publicada por Tähkämö, Partonen y Pesonen en el 2019 (162), se centra en el impacto de la exposición a la luz sobre el ritmo circadiano. Revisa un total de 128 artículos de estudios experimentales sobre la afección del ritmo circadiano humano por exposición a la luz, medido tanto en términos de secreción de melatonina como en parámetros de sueño REM.

La revisión destaca que una exposición a luz (420 nm) durante dos horas en la tarde-noche suprime melatonina, con el efecto máximo ocurriendo con las ondas de luz más cortas (424 nm), aunque la concentración de melatonina se recupera con cierta rapidez, a los quince minutos desde que cesa la exposición. También indica que la secreción de melatonina, así como su supresión, se reducen con la edad. En conclusión, los autores sugieren que, para evitar cambios indeseados en la fase circadiana o el sueño nocturno, la exposición a la luz en la tarde-noche, así como en las mañanas, ha de ser controlada. Incluso las longitudes de onda más largas (631 nm), o exposiciones de luz intermitente, inducen alteraciones del ritmo circadiano. Respuestas circadianas durante el sueño también se encontraron en la vivienda con niveles bajos de luz durante la noche con los ojos cerrados, lo que apunta a que incluso los niveles más bajos de luz son relevantes en los ritmos circadianos humanos.

Los autores indican, además, la necesidad de seguir investigando no solo en la alteración del ritmo circadiano por exposición a la luz, sino también en los efectos sobre la salud que pueden desencadenarse a partir de dicha alteración circadiana. Los mecanismos fisiológicos todavía se desconocen, aunque se sugieren varios; de forma destacada, la asociación entre niveles bajos secreción de melatonina y un mayor riesgo de padecer cáncer o diabetes de tipo 2 (162).

En lo que respecta a la salud mental, distintos estudios han comprobado el potencial de la luz para aliviar o agravar determinadas afecciones mentales. Aunque no se pueda todavía establecer causalidad entre los trastornos depresivos y la alteración de ritmos circadianos, sí se puede afirmar que distintos tratamientos exitosos contra la depresión a menudo derivan en una mejora o ajuste de ritmos circadianos alterados (175). Por ejemplo, se han sugerido asociaciones entre el sistema circadiano y la regulación de la hormona serotonina con un subtipo de depresión asociada a la estacionalidad (*seasonal affective disorder*, SAD), aunque la causa de esta dolencia sigue siendo desconocida. Lo que sí se ha comprobado es que la exposición a luz intensa a menudo es un tratamiento efectivo, en particular para la forma más común de este tipo de depresión: la invernal. Este tratamiento consiste en exposiciones de entre una y dos horas a cajas de luz fluorescente que producen entre 2.500 y 10.000 lux (166). Aunque estos niveles no se alcanzarían de forma realista en el interior de la vivienda con iluminación artificial convencional, sí podrían alcanzarse en estancias iluminadas principalmente por luz solar.

También en el caso de enfermos de alzhéimer o con otros tipos de demencia, cuyos patrones de sueño se ven más fragmentados como síntoma

de su enfermedad, se ha comprobado el beneficio de tratamientos con cajas de luz similares a las del SAD. Es decir, una exposición a luz intensa (de al menos 400 lux de luz blanca, rica en longitudes de onda corta como la luz solar o luminarias fluorescentes) durante el día que estimule el sistema circadiano, una iluminación mayor de las estancias en general para garantizar buenas condiciones visuales y luz mínima pero suficiente (no más de 5 lux), que, en combinación con otro tipo de información perceptiva, mejore la orientación y evite accidentes durante la noche.

Vemos, por lo tanto, que las diversas características de una exposición a la luz tienen el potencial de influir en el sueño; la cantidad, el momento del día, la duración, el ritmo al que cambia, la experiencia previa (acostumbramiento) o el espectro. Una exposición insuficiente en cantidad o duración puede resultar en una desestabilización de los ritmos circadianos, desincronizándose del ciclo natural de luz y oscuridad. La exposición a la luz a comienzos de la noche puede inducir un retraso en el inicio del periodo de sueño, mientras que la exposición a la luz a finales de la noche (madrugada) puede inducir cambios en el sentido contrario, anticipando la hora de despertar. También puede afectar al sueño la manera en que se presenta esa exposición (de forma gradual o, por el contrario, repentina) o la composición espectral de la luz, con longitudes de onda azul más impactantes que longitudes de onda fuera de ese rango.

La exposición a luz intensa durante el día se considera beneficiosa como contramedida eficaz al cansancio y la fatiga, especialmente en trabajadores de turnos nocturnos, personas que sufren *jet lag* o con cronotipos⁷² muy marcados (tanto por tempranos como por tardíos), así como provechosa para el estado de ánimo, la calidad del sueño y el rendimiento cognitivo (incluso en enfermedades como el alzhéimer y el párkinson) (112). Asimismo, el aumento de exposición a la luz (tanto natural como artificial, pero siempre entre 2.500 y 10.000 lux) durante el día se considera una de las interven-

72. A menudo se distinguen dos subgrupos de personas en función de sus cronotipos; las tendentes a acostarse tarde y levantarse tarde y las personas con tendencia a acostarse pronto y levantarse pronto (<https://www.sciencedirect.com/topics/psychology/chronotype>). Conocida como la distinción búho/alondra (*owl/lark distinction*), en parte se relaciona con la estructura de su ritmo circadiano, pero también se encuentra fuertemente vinculada a la edad. Mientras que los niños pequeños y los bebés suelen tener despertares tempranos, los adolescentes son conocidos por lo contrario. La mayor parte de las personas no tienen un cronotipo tan marcado y se ajustan con mayor facilidad a los horarios impuestos (laborales y escolares). No obstante, las personas con cronotipos fuertemente inclinados en uno u otro sentido podrán sufrir importantes afectaciones en la cantidad y la calidad del sueño, incluyendo el conocido como *jet lag* social (184), la diferencia en tiempos del sueño entre los días laborales o escolares y los fines de semana. En particular, las personas con cronotipos tardíos suelen sufrir un *jet lag* social más largo, asociándose a sobrepeso y peores comportamientos de salud.

ciones no farmacológicas con mayor potencial para la mejora del sueño en personas que viven a largo plazo en residencias de cuidados (176).

La luz como radiación

Aunque no tan reciente, la revisión realizada por Peter Boyce (166) publicada en *Indoor and Built Environment* en el 2010 dibuja un mapa muy completo de los tipos de luz a los que nos exponemos en los edificios, así como el impacto que cada uno puede tener sobre la salud. Distingue, así, entre la luz como radiación, la luz como sistema visual y la luz como principal influencia sobre el ritmo circadiano. Al haber tratado ya esta última categoría en el apartado anterior, a continuación, se resumen los resultados más relevantes de los primeros dos tipos.

La exposición a radiación ultravioleta (10-400 nm) afecta tanto al ojo como a la piel. En cuanto a la afección al ojo, puede producir fotoqueratitis de la córnea. Esta afección es dolorosa y suele durar aproximadamente 48 horas. Se produce horas después de una exposición persistente (de 24 horas o mayor) a esta radiación, y genera síntomas como opacidad de la córnea, enrojecimiento del ojo, lagrimeo, fotofobia, espasmos de los párpados o sensación de arena en el ojo. Produce importantes molestias algunas horas después de una exposición persistente (de 24 horas o más) a esta radiación. Además de estos potenciales efectos sobre la córnea, la radiación ultravioleta absorbida por la lente puede producir cataratas. Estas podrán ser agudas, apareciendo a las pocas horas después de la exposición, o crónicas, tras una exposición reiterada a lo largo de los años. En cuanto a la afección a la piel, esta se enrojece tras pocas horas de exposición a la radiación ultravioleta, y se produce un eritema que alcanza su pico en torno a las 8-12 horas tras la exposición, que desaparece después de unos pocos días. Exposiciones más prolongadas, o a niveles más altos de radiación, resultan en edema, dolor, ampollas y, tras unos días, pelado de la piel. La exposición repetida produce una respuesta de protección de la piel: la pigmentación migra a la superficie de la piel y se forma un tono más oscuro. La capa más superficial de la piel se engrosa y produce un bronceado. La exposición frecuente y prolongada de la piel a radiación ultravioleta se asocia a un envejecimiento prematuro de la piel y a un aumento del riesgo de desarrollar determinados tipos de cáncer de piel.

El alcance de los efectos de la luz como radiación sobre la salud humana en interiores de edificios (y, por lo tanto, también en la vivienda) es limitado. Los vidrios o plásticos eliminan buena parte de la radiación ultravioleta y también una pequeña parte de la infrarroja proveniente de la luz solar, dependiendo de la composición química de los materiales. Las

fuentes de luz eléctrica tienden a colocarse en luminarias y habitualmente a cierta distancia de las personas. De hecho, algunas revisiones indican una dificultad de medir niveles de riesgo potencial de determinados tipos de luz por la enorme variedad de luminarias en las que suelen colocarse (166). Por ejemplo, la radiación ultravioleta emitida por ciertos tipos de luces halógenas puede verse muy reducida usando una cobertura de vidrio.

Incluso cuando podemos acercarnos a estas fuentes de luz artificial, la respuesta de aversión (*aversion response*) a la falta de confort térmico o visual en general es suficiente para asegurar que la exposición sea limitada. No obstante, sí se ha destacado el riesgo de un tipo de luz de uso habitual, desde el punto de vista de la radiación ultravioleta: el foco de trabajo halógeno o fluorescente. Esto ha llevado a algunas instituciones a recomendar ciertos límites de tiempo de exposición y distancia a la fuente.

La exposición a radiación de luz visible y cercana a la radiación infrarroja (400-1.499 nm) puede dañar la retina del ojo. La lesión coriorretiniana por calentamiento del tejido suele producirse por mirar directamente al sol durante un periodo prolongado de tiempo. Sus principales síntomas son la presencia de «puntos ciegos» en el área de absorción y, en este sentido, la localización de la lesión es relevante; si ocurre en la fovea, esta puede interferir significativamente en la visión, mientras que, si la lesión es pequeña y ocurre en la periferia, puede pasar inadvertida. Estas lesiones no tienen, en general, posibilidad de regenerarse. Otro potencial daño a la retina puede ser el daño fotoquímico (fotorretinitis) producido por la exposición a longitudes de onda visibles. Aunque el origen de este proceso químico no se conoce todavía por completo, sí se sabe que puede ocurrir a niveles de radiación más bajos que a los que comienzan a producirse daños térmicos. Los daños no se detectan hasta aproximadamente 12 horas después de la exposición, y en ocasiones la recuperación es posible.

La exposición a radiación infrarroja por encima de 1.400 nm puede afectar, también, tanto al ojo como a la piel. Por fortuna, los niveles de radiación han de ser extremadamente altos (del orden de 100 Wcm^{-2} sobre la retina) para producirse cambios en la lente. Antes de eso (a los 10 Wcm^{-2}), ocurrirá una sensación de dolor que hará que el individuo se retire de la exposición. En cuanto a la piel, el límite a partir del cual se producen lesiones térmicas está por encima de 1 Wcm^{-2} ; nivel que es muy improbable alcanzar tanto por luz solar como por luces convencionales en el interior de la vivienda.

En general, y partiendo de la evidencia de que la exposición a la luz causa daño en la retina, se pueden trazar asociaciones con el envejecimiento. Aunque los daños producidos por la luz sobre la retina pueden en muchos

casos recuperarse, la capacidad de los mecanismos de recuperación se vuelve menos efectiva con la edad, lo que resulta en un daño acumulado que ocurre a mayor velocidad en función de la exposición de la retina a la luz. Aunque es una evidencia que la probabilidad de deterioro retiniano aumenta con la edad, de momento no puede establecerse que la exposición a la luz sea causante de este proceso de envejecimiento en la retina.

La luz azul

Desde los años 1960, la iluminación artificial ha tendido a usar intensidades cada vez más altas, que consisten principalmente en longitudes de onda azul, que afectan al sistema circadiano más que ninguna otra (112). La exposición a luz azul resulta muy beneficiosa durante el día, ya que aumenta nuestro estado de alerta y rendimiento cognitivo, y combate la fatiga. De hecho, la luz solar tiene un gran componente de luz azul.

No obstante, esta luz de longitud de onda más corta (380-500 nm) es más tendente al parpadeo (*flickering*) que las longitudes de onda más largas, lo que potencialmente reduce el contraste visual y se asocia a fatiga visual, dolores de cabeza y daños en la retina. Entre las fuentes artificiales de luz azul, destacan las pantallas de aparatos electrónicos, así como las bombillas fluorescentes led de bajo consumo. Además, precisamente ese efecto de aumento del estado de alerta que provoca la luz azul resulta problemático cuando la exposición se produce durante las horas de oscuridad, ya que altera (como ya se ha comentado en apartados anteriores) el sistema circadiano al interferir en los niveles de secreción de melatonina.

Un estudio experimental publicado en el 2018 (177) investiga las diferencias en cuanto a daños en la retina y función circadiana entre una luz led de color blanco cálido, una luz led de color blanco frío, la pantalla en blanco de una tableta led, un tubo fluorescente, una bombilla halógena y la luz solar. Los resultados indican que la luz led de color blanco cálido es la que presenta un menor riesgo de daño en la retina por luz azul y el menor potencial de inhibición de formación de melatonina. En cuanto a potencial inhibición de melatonina, este riesgo es incluso menor que en las luces halógenas. En cuanto a la luz led de color blanco frío, los valores de peligro retinal fotoquímico, así como de potencial inhibición de formación de melatonina, son mucho mayores. Los valores más altos se encuentran en la exposición a la tableta led.

A este respecto, el amplio abanico de síntomas asociados al uso prolongado de pantallas se ha venido definiendo como CVS (*computer vision syndrome*). Irritación de los ojos, fatiga visual, dolores de cabeza, visión borrosa y ojo seco son afecciones que hasta un 90 % de los usuarios de ordenadores declaran ha-

ber sufrido; por ello, la efectividad de filtros de luz azul para proteger el ojo (así como el sistema circadiano) se están explorando en estudios recientes (178).

A diferencia de otras fuentes de iluminación artificial, la luz blanca led tiene como longitud de onda dominante el rango de la luz azul, cercana al pico de sensibilidad del sistema circadiano (179). No obstante, los autores del mencionado estudio del 2018 (177) denuncian que, aunque presentando diferencias notables entre tipos de luz, todas las luces examinadas emiten en el rango espectral azul, de modo que representan en principio un peligro para la retina que debería informarse al consumidor, de la misma manera que en la actualidad encontramos en el etiquetado de las luces led valores relativos a su eficiencia energética.

Tähkämö, Partonen y Pesonen (162) encuentran en su revisión sistemática publicada en el 2019 estudios que demuestran diferencias en cuanto a la exposición de luz verde frente a luz azul; mientras que la luz azul suprime los niveles de melatonina más que la luz verde, ambas producen un efecto similar en lo que se refiere al retraso de la fase del ritmo circadiano.

Una revisión sistemática publicada en el 2018 por Souman *et al.* (180), centrada en los efectos de la exposición a la luz sobre el estado de alerta o vigilia (tanto de forma subjetiva como medida en tiempos de reacción), arroja resultados que indican que, aumentando la intensidad de luz blanca policromática, aumentan las valoraciones subjetivas en cuanto a un estado de alerta en la mayor parte de los estudios revisados. Los efectos sobre la temperatura del color de la luz blanca sobre esta valoración subjetiva son menos claros, lo que sugiere la necesidad de llevar a cabo más estudios con poblaciones más grandes para poder seguir explorando estas relaciones.

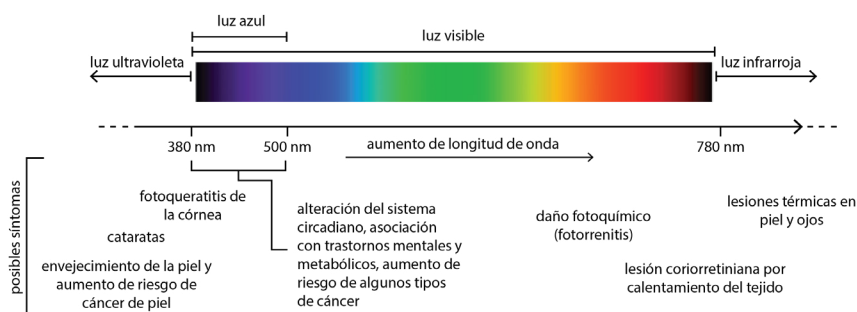
El estudio MCC-Spain evalúa la asociación entre exposición a luz artificial durante la noche y varios tipos de cáncer hormonodependientes, en individuos que nunca trabajaron en horarios nocturnos. Los resultados son distintos en función de la fuente de luz nocturna: exterior (luz de la calle) o interior (en el dormitorio). En cuanto a la iluminación interior, encuentra que los hombres que informaban sobre los niveles más altos de iluminación interior durante las horas de sueño presentaban mayor riesgo de padecer cáncer de próstata que los hombres que indicaban que dormían en condiciones de total oscuridad durante la noche⁷³. En cuanto a la luz exterior, los mayores niveles de iluminación exterior de espectro azul (cuya exposición se considera la más relevante biológicamente) se asociaron a un mayor riesgo de cáncer de pró-

73. Se preguntó a los participantes del estudio sobre los niveles de iluminación interior durante las entrevistas, a partir de una valoración subjetiva entre las siguientes cuatro opciones: a) oscuridad total; b) casi oscuro; c) luz tenue; d) bastante iluminado (181).

tata y, en menor medida, al de mama (181). También se encuentran, en una de sus publicaciones más recientes, asociaciones entre la exposición a luz azul y cáncer colorrectal, con un aumento del riesgo de en torno al 60 % (individuos más expuestos frente a individuos menos expuestos) (182). Para la luz visual exterior (espectro completo), no se encontraron asociaciones significativas.

La evidencia encontrada respalda la conclusión de una revisión publicada en el 2015 por Bonmati-Carrion *et al.* (112) que indica la pertinencia de dormir en condiciones de oscuridad o, en caso de que la iluminación sea imprescindible, evitar las luces de longitudes de onda corta en favor de longitudes de onda más rojizas. Indica, además, que es precisamente esta luz azul la que más interfiere con observaciones astronómicas, y que cuanto más blanca sea la luz (por lo tanto, rica en longitudes de onda cortas), mayor será el potencial impacto ambiental o sobre otros organismos vivos. Por lo tanto, reducir la contaminación lumínica tendría efectos positivos no solo sobre la salud humana, sino también en términos ambientales en general.

Figura 10. Esquema de posibles síntomas asociados a la exposición a la luz según distribución espectral



Fuente: Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal).

Desigualdad y colectivos vulnerables

Como se comenta en el apartado anterior, la disrupción de una secreción normal de melatonina se relaciona con distintas enfermedades en humanos (algunos tipos de cáncer, síndromes metabólicos o trastornos mentales), aunque todavía no se ha podido probar la causalidad entre la exposición a luz artificial y estas dolencias. Sin embargo, la IARC clasifica desde el 2007 los trabajos por turnos (incluyendo los horarios nocturnos) que generen disrupciones circadianas como probable carcinógeno en humanos, e indica

que la exposición a la luz durante la noche puede contribuir al riesgo de cáncer (162). Los trabajadores en horarios nocturnos, o con turnos rotatorios de día y noche, se consideran, por lo tanto, grupos especialmente vulnerables.

La salud del sueño tiene una correlación con la salud física y mental, especialmente en niños y adolescentes (172). En concreto para la adolescencia, como se ha mencionado anteriormente, los cronotipos están estrechamente vinculados a la edad, y la etapa de la adolescencia suele conllevar un retraso de los tiempos del sueño. Es decir, una tendencia a acostarse más tarde y a levantarse también más tarde. Estos cronotipos especialmente «tardíos» suelen sufrir un *jet lag* social más largo, asociándose (no solo en el caso de adolescentes) a peores comportamientos de salud (por ejemplo, consumo de alcohol, caféina o tabaco), aumento del índice de masa corporal (IMC) y obesidad (183 y 184).

Un periodo suficiente de sueño es especialmente relevante también en el caso de mujeres embarazadas, para las que distintos estudios han encontrado que la privación del sueño constituye un factor de riesgo de parto prematuro. Recientemente, un informe publicado en el 2018 (185) indica una asociación entre contaminación lumínica y salud infantil al nacer, a través, precisamente de la privación del sueño.

Las personas con tendencia a sufrir migrañas son más sensibles (aun cuando no estén sufriendola en ese momento) a la luz. Tienden a ser hipersensibles a la inestabilidad visual, producida por fluctuaciones de la fuente de luz, grandes contrastes o múltiples reflejos (166). Otro grupo de personas potencialmente sensibles a las fluctuaciones de la luz son las que padecen autismo. Aunque algunos estudios observacionales apuntan a una mayor frecuencia de comportamiento repetitivo (y, por lo tanto, beneficioso) bajo iluminación fluorescente frente a espacios iluminados con luz incandescente, es todavía una línea por explorar (166).

Los enfermos de alzhéimer muestran una reducción de la sensibilidad al contraste visual respecto a personas sanas de la misma edad. Esta reducción de las capacidades visuales podría exacerbar los efectos de otras pérdidas cognitivas, lo que puede aumentar su confusión y aislamiento social. De ahí que se sugiera que estas personas se beneficiarían de una iluminación más contrastada (166).

En lo que respecta a la vivienda...

La evidencia revisada sugiere que la vivienda debe favorecer una exposición a luz intensa y con suficiente componente de onda cor-

ta (luz azul) durante el día en distintas estancias, especialmente en espacios de trabajo y estudio. Esto nos ayudará a mantener una buena calidad del sueño y podrá contribuir positivamente a la atención y concentración, así como a combatir la fatiga o la depresión.

Por otro lado, la vivienda deberá proveer opciones de iluminación más cálida y tenue para la tarde-noche para no contribuir a la desalineación circadiana. A la vez, deberá aportarse luz suficiente para poder realizar tareas con comodidad y seguridad.

La iluminación en el dormitorio también deberá controlarse; en particular, ha de permitir oscurecer el espacio por completo, bloqueando la exposición a luz azul exterior (tan habitual y creciente en entornos urbanos) y asociada a múltiples efectos negativos sobre la salud física y mental.

2.5. Campos electromagnéticos

El uso generalizado y creciente de teléfonos móviles, sistemas inalámbricos de telecomunicación, despliegue de antenas de telefonía y el aumento en el número y tipo de electrodomésticos en nuestras viviendas han provocado cierta alarma por las consecuencias que la exposición a estas radiaciones puede tener en nuestra salud, en especial, a largo plazo.

Encontramos muchas formas de radiación en nuestro entorno. Unas son de origen natural, como la radiación solar o la magnética inherente al planeta, y otras emanan de fuentes artificiales. Existen dos grandes tipos de campos electromagnéticos (CEM): ionizantes y no ionizantes. Los primeros incluyen campos electromagnéticos de frecuencias intermedias y altas como rayos ultravioletas, rayos X o gamma, cuya energía puede dañar las células humanas y causar cáncer (8).

Dentro de las radiaciones no ionizantes, los campos electromagnéticos son una combinación de campos de fuerza eléctricos y magnéticos. Tanto los campos eléctricos como los magnéticos son más intensos en los puntos más cercanos al origen, y disminuyen rápidamente a medida que aumenta la distancia desde la fuente. La mayoría de los materiales de la construcción protegen en cierta medida de los campos eléctricos; paredes, edificios y árboles reducen la intensidad de estos campos. Los campos magnéticos, por el contrario, no suelen encontrar obstáculo con los materiales típicos de los edificios, por lo que a menudo, y especialmente si son soterrados, necesitarán también un apantallamiento para amortiguar su intensidad (186).

En las últimas décadas se han desarrollado nuevas tecnologías móviles de comunicación que están en continua evolución. La población está expuesta a mayores niveles de campos electromagnéticos de radiofrecuencia en las ciudades, pero su exposición total está muy por debajo de los límites de referencia que establece la Comisión Internacional para la Protección contra las Radiaciones No Ionizantes (ICNIRP), la Recomendación del Consejo de Ministros de la Unión Europea y la legislación vigente (Real Decreto 1066/2001). No obstante, la OMS define la exposición a campos electromagnéticos como un «riesgo emergente» sobre el que todavía queda mucho por investigar.

Efectos sobre la salud: estado de la evidencia

- La exposición a campos electromagnéticos en Europa es poco conocida y se pronostica que crecerá en los años venideros (destaca, en este sentido, la implantación generalizada de la tecnología 5G).
- Mientras que sí se han definido efectos a corto plazo de la exposición a algunos tipos de CEM (incluyendo síntomas como la estimulación nerviosa o sensorial, o el calentamiento de los tejidos), existe poca evidencia en cuanto a los impactos sobre la salud a largo plazo sobre la población general.
- Numerosos estudios han demostrado que la exposición de la población a campos electromagnéticos en el entorno cotidiano es extremadamente baja, muy por debajo de los límites de referencia que establece la ICNIRP.
- No obstante, la OMS considera los CEM un «riesgo emergente» y la IARC clasifica los campos electromagnéticos de radiofrecuencia en el grupo de posibles cancerígenos para los humanos, en particular, para los usuarios que acumulan una gran exposición a esta fuente.
- Mientras la ciencia sigue ampliando y mejorando su conocimiento de las consecuencias para la salud de la exposición a campos electromagnéticos, distintas instituciones y normativas recientes consideran recomendable aumentar las precauciones para enfrentarse a las incertidumbres que aún existen en este campo.

Encontramos numerosos aparatos eléctricos en nuestro entorno cotidiano que generan campos magnéticos. Las intensidades de estos campos

pueden ser muy diversas, incluso entre aparatos aparentemente similares. La Oficina Federal Alemana de Seguridad Radiológica efectuó una serie de mediciones en 1999 de las intensidades del campo magnético típicas de algunos electrodomésticos a distintas distancias (tabla 8).

El límite recomendado para el conjunto de la población es de 100 μT a 50 Hz o de 83 μT a 60 Hz⁷⁴. En la tabla se aprecia, por un lado, cómo desciende la intensidad del campo magnético al alejarnos de la fuente. También se advierte cómo la operación de la mayoría de aparatos se efectúa a una distancia de 30 cm o mayor, distancia a la cual los campos magnéticos de todos los aparatos reflejados tienen intensidades menores que el límite recomendado. En la mayoría de los casos, presentan intensidades más de cien veces menores.

Tabla 8. Intensidades del campo magnético típicas de algunos electrodomésticos a distintas distancias de operación

Aparato eléctrico	A 3 cm (μT)	A 30 cm (μT)	A 1 m (μT)
Secador de pelo	6-2000	0,01-7	0,01-0,03
Máquina de afeitar eléctrica	15-1500	0,08-9	0,01-0,03
Aspiradora	200-800	2-20	0,13-2
Luz fluorescente	40-400	0,5-2	0,02-0,25
Horno de microondas	73-200	4-8	0,25-0,6
Radio portátil	15-56	1	< 0,1
Horno eléctrico	1-50	0,15-0,5	0,01-0,04
Lavadora	0,8-50	0,15-3	0,01-0,15
Plancha	8-30	0,12-0,3	0,07-0,3
Lavavajillas	3,5-20	0,6-3	0,07-0,3
Ordenador	0,5-30	< 0,01	
Frigorífico	0,5-1,7	0,01-0,25	< 0,01
Televisor de color	2,5-50	0,01-2	0,01-0,15

Nota: en negrita, la distancia de operación habitual entre aparato eléctrico y persona. Basado en las mediciones de la Oficina Federal Alemana de Seguridad Radiológica de 1999, con todos los aparatos funcionando con electricidad a 50 Hz de frecuencia.

Fuente: OMS (<https://www.who.int/peh-emf/about/WhatIsEMF/es/index3.html>).

74. <https://www.who.int/peh-emf/about/WhatIsEMF/es/index3.html>.

La ICNIRP publicó en 1998 la primera guía para limitar la exposición a campos electromagnéticos de entre 100 kHz y 300 GHz. Esta organización no gubernamental, reconocida por la OMS, revisaba la evidencia científica y determinaba límites de exposición a partir de los cuales los CEM pueden tener efectos nocivos para la salud. Es importante indicar que estos límites se refieren a efectos a corto plazo y para la población general (sin considerar posibles colectivos vulnerables o sensibles). La ICNIRP consideraba que la información disponible sobre los efectos de los CEM a largo plazo era insuficiente para establecer restricciones a la exposición, puesto que la investigación epidemiológica de momento no había proporcionado evidencia robusta a este respecto. En el 2009, este mismo organismo revisó y ratificó los niveles de exposición indicados en 1998. En el 2020 ha vuelto a publicar una versión revisada de la guía, en la que se vuelven a ratificar los niveles indicados en 1998.

Sobre la base de las directrices de la ICNIRP, se redacta la Recomendación europea 199/51/CE3, relativa a la exposición del público general a los CEM de 0-300 GHz, que la mayoría de los estados europeos han adoptado, algunos de ellos imponiendo límites de exposición incluso más exigentes. La Unión Europea, en la Resolución 1815 del 2011 titulada «Peligros potenciales de los campos electromagnéticos y sus efectos sobre el medio ambiente», recomienda la aplicación del principio ALARA (por las siglas en inglés de la expresión «tan bajo como sea razonablemente posible»). En ella, lamenta los retrasos en la adopción y la aplicación de medidas preventivas eficaces, pues «esperar a niveles altos de evidencia científica y clínica antes de tomar medidas para prevenir los riesgos conocidos puede conducir a un muy alto coste económico y de salud, como fue el caso con el amianto, la gasolina con plomo y el tabaco» (artículo 6 de la Resolución 1815 del Consejo de Europa).

El Comité Científico sobre Riesgos Sanitarios Emergentes y Recientemente Identificados de la Unión Europea (SCENIHR) publicó en el 2015 un informe (187), actualización de otro informe anterior publicado en el 2009, en el que revisaba la evidencia científica disponible, desarrollaba una serie de recomendaciones de cara a los criterios metodológicos necesarios en futuros estudios y buscaba centrarse en las siguientes cuestiones, que no habían sido abordadas en el informe anterior:

- Los potenciales efectos adversos de campos electromagnéticos sobre el sistema nervioso, incluidos desórdenes neuroconductuales y el riesgo de enfermedades neoplásicas.
- La comprensión de mecanismos biofísicos que expliquen los efectos biológicos y las asociaciones epidemiológicas observadas.

- El potencial papel de las exposiciones combinadas con otros agentes ambientales en los efectos biológicos atribuidos a los campos electromagnéticos.

Tanto el mencionado informe del SCENIHR (187) como un reciente informe de la Agencia de Salud Pública de Barcelona (186) clasifican los tipos de CEM y sus efectos sobre la salud en las siguientes cuatro subcategorías:

- **Campos eléctricos y magnéticos estáticos (SMF, 0 Hz).** Emitidos por trenes eléctricos, aparatos de resonancia magnética, líneas de alta tensión de corriente continua o determinados procesos industriales. Aunque existen también múltiples fenómenos en la naturaleza que generan estos campos, los de origen antropogénico no suelen encontrarse en el ámbito de la vivienda ni en su entorno inmediato.
- **Campos eléctricos y magnéticos de frecuencia extremadamente baja (ELF, 3-300 Hz).** Emitidos por la red de suministro eléctrico, como líneas de alta tensión o transformadores. Estos campos ELF son ubicuos y pueden encontrarse tanto en la vivienda como en el edificio o en su entorno inmediato; en particular, se vinculan a la instalación eléctrica de la vivienda, los electrodomésticos o los transformadores eléctricos instalados en edificios residenciales. Estos últimos han recibido mayor atención recientemente, por su posible papel en las exposiciones prolongadas a estos campos.
- **Campos eléctricos y magnéticos de frecuencias intermedias (IF, 300 Hz-1 MHz).** Emitidos por aparatos del ámbito doméstico como pantallas de cristal líquido (LCD), bombillas fluorescentes y de bajo consumo, pantallas de televisión o cocinas de inducción, así como sistemas electrónicos antirrobo en tiendas o supermercados. En el ámbito doméstico, cada vez hay más aparatos que operan en el intervalo de frecuencias intermedias, por lo que adquiere especial relevancia el uso de las cocinas de inducción, que pueden exponer a sus usuarios a niveles de IF superiores a los niveles de referencia.
- **Campos electromagnéticos de radiofrecuencia (RF-EMF, 1 MHz-300 GHz).** Emitidos por telefonía móvil, aparatos inalámbricos, redes wifi, Bluetooth, ondas de radio y televisión, radares, sistemas de navegación o microondas. En los últimos veinte años ha habido un gran desarrollo de estas tecnologías, especialmente en el campo de las telecomunicaciones, de modo que ha aumentado nuestro uso y exposición a múltiples fuentes y en todos los ámbitos, incluida nues-

tra vivienda. En entornos urbanos, los mayores niveles de exposición se dan en el transporte público por el uso del teléfono móvil.

Campos eléctricos y magnéticos estáticos

Como se ha mencionado previamente, los campos eléctricos y magnéticos estáticos (SMF) de origen antropogénico no suelen encontrarse en el ámbito de la vivienda. Los campos electrostáticos se quedan en la superficie del cuerpo, por lo que pueden producir descargas eléctricas. Pocos estudios han evaluado los efectos agudos de estos campos y, en general, los resultados sugieren que los efectos adversos de carácter agudo se asocian a la falta de confort que provocan las microdescargas. En cuanto a los efectos a corto plazo de exposiciones a SMF, algunos estudios han descrito efectos reversibles y no mantenidos en el tiempo, como vértigo, náuseas, sabor metálico en la boca, cambios en la presión arterial y en la frecuencia cardíaca, inducción de latidos ectópicos y aumento de la probabilidad de arritmia reversible. También se encuentran respuestas neurofisiológicas como la pérdida de memoria, problemas de concentración o la disminución de la coordinación entre el ojo y la mano (186).

Campos eléctricos y magnéticos de frecuencia extremadamente baja

Los campos eléctricos y magnéticos de frecuencia extremadamente baja (ELF) se pueden encontrar tanto en la vivienda (principalmente, asociados a la instalación eléctrica) como en su entorno inmediato. En general, los estudios existentes no aportan evidencia suficiente para establecer una relación causal entre la exposición a ELF y distintos síntomas auto-percibidos por las personas. La posibilidad de que la cercanía de la residencia a líneas de alta tensión tenga efectos carcinógenos en humanos se ha investigado, aunque ningún estudio hasta ahora ha podido demostrar cuál es el mecanismo biológico por el cual los ELF actúan como carcinógenos.

La línea más desarrollada hasta el momento es la posible relación con la leucemia infantil: se apunta a que el riesgo de contraer la enfermedad aumenta con exposiciones medias diarias superiores a las 0,3 μ T. La IARC indica que, aunque la evidencia es limitada en humanos y los estudios de experimentación en animales no proporcionan datos concluyentes sobre esta relación, es posible que exista una relación causal. No obstante, esta no se ha podido identificar por la existencia de sesgos y fenómenos de confusión (186).

La investigación epidemiológica sobre enfermedades neurodegenerativas y la exposición a ELF (focalizada principalmente en el alzhéimer, la esclerosis lateral amiotrófica y, en menor medida, en el párkinson), de nuevo,

no arroja resultados convincentes. Tampoco se encuentran efectos sobre la función reproductora en humanos, ni existe evidencia sobre efectos adversos durante el embarazo de la exposición a ELF (187).

Campos eléctricos y magnéticos de frecuencias intermedias

Sobre los efectos en la salud de la exposición a campos eléctricos y magnéticos de frecuencias intermedias (IF), existe un volumen insuficiente de estudios recientes, particularmente de estudios epidemiológicos. Debido al aumento de la exposición a este tipo de campos en ambientes laborales, el SCENIHR indica la necesidad de desarrollar estudios sobre biomarcadores y consecuencias para la salud en trabajadores. En el ámbito doméstico, las cocinas de inducción suponen el mayor riesgo comprobado; mientras que a una distancia superior a un metro los campos eléctricos y magnéticos de IF procedentes de los aparatos eléctricos son generalmente bajos, el uso de estos aparatos a distancias más cercanas (de 20 a 50 cm) puede conllevar exposiciones que superan los niveles de referencia de la ICNIRP (186). Hasta ahora, la mayoría de los estudios epidemiológicos concernientes a la exposición a IF se habían centrado en los efectos en la reproducción y oculares provenientes del uso de monitores de ordenador. Distintas revisiones concluyen que en estos casos, con niveles tan bajos, no constituyen una amenaza a la salud humana; ni interfieren con procesos reproductivos o con resultados de embarazos, ni se ha podido establecer ninguna asociación entre tal exposición y anomalías en el ojo (188).

Campos eléctricos y magnéticos de radiofrecuencia

En cuanto a los campos electromagnéticos de radiofrecuencia (RF), los principales determinantes de la exposición son la distancia a la fuente, la potencia emitida y el ciclo de servicio del aparato, así como la duración de la exposición en el tiempo (187). Portolés *et al.* (2019) distinguen entre dos grandes tipos de exposición a radiofrecuencia: fuentes de contacto con el cuerpo o en proximidad de este y fuentes de exposición ambiental. Las primeras causan exposiciones elevadas, de corta duración y localizadas en determinadas partes del cuerpo. En este grupo destaca el teléfono móvil como primera fuente de exposición para la población en general sobre la zona de la oreja, cabeza y cuello. No obstante, la aparición de smartphones, ordenadores portátiles, tabletas, etc., ha añadido mayor complejidad a la exposición del usuario, así como a la identificación de las regiones del cuerpo más expuestas. Las fuentes de exposición ambiental, en general, causan exposiciones reducidas en intensidad, pero mantenidas en el tiempo y más homogéneas respecto a la parte del cuerpo donde inciden.

La guía recientemente revisada por la ICNIRP (189) establece que los únicos efectos adversos comprobados causados por la exposición a campos electromagnéticos de radiofrecuencia son la estimulación nerviosa, cambios en la permeabilidad de las membranas celulares y efectos debidos a la elevación de la temperatura. No hay evidencia de efectos adversos para la salud a niveles de exposición por debajo de los niveles ya establecidos en la guía de 1998, ni tampoco de un mecanismo de interacción que pudiera predecir que se darán efectos adversos debido a la exposición a RF por debajo de esos niveles.

El aumento en el número de fuentes de exposición dentro de los edificios, con terminales wifi y dispositivos de telefonía inalámbrica que incrementan la exposición a distancias muy cortas (de menos de un metro), se considera un tema de interés y sobre el que diversos organismos indican la necesidad de desarrollar más estudios. Si estas fuentes se encuentran más alejadas, las emisiones no superan los niveles de base habituales. La emisión de RF de estos dispositivos, incluso combinados, resultan en exposiciones inferiores a los niveles recomendados en las guías internacionales y europeas.

En cuanto al uso del teléfono móvil y los tumores malignos en el cerebro (gliomas), así como con otros tipos de tumores o cánceres (como el neuroma acústico), los ensayos llevados a cabo hasta ahora muestran resultados contradictorios y presentan numerosas limitaciones metodológicas. Además, la evolución de las tasas de incidencia de tumores cerebrales en los países desarrollados no respalda la relación entre el uso del teléfono móvil y la percepción de un mayor riesgo de padecer esos tumores. Un reciente estudio epidemiológico (190), que explora la relación entre el volumen cerebral y diferentes dosis de campos electromagnéticos de RF en más de 2.500 pre-adolescentes holandeses, tampoco encuentra una asociación. No obstante, la IARC clasifica los campos electromagnéticos de radiofrecuencia en el grupo de posibles cancerígenos para los humanos, en particular, para los usuarios que acumulan una gran exposición a esta fuente.

Existen también estudios que exploran la relación entre el uso del teléfono móvil por parte de la madre en relación con el niño en la etapa prenatal, así como el uso por parte del niño en sus primeros años de vida. Aunque se asocie a problemas cognitivos y de comportamiento entre los 5 y los 7 años, por el momento no hay resultados concluyentes al respecto.

Otras líneas recientes de estudio exploran la relación entre la exposición a RF del teléfono móvil y posibles alteraciones de la actividad cerebral, tanto durante el día como, especialmente, sobre la estructura del sueño. Aunque se encuentran efectos, la gran variedad de métodos y parámetros de medición hace que, por el momento, no sea posible extraer conclusiones firmes. En lí-

neas generales, no existe evidencia científica suficiente para asegurar que la RF del teléfono móvil afecte a las funciones cognitivas en los seres humanos.

En general, distintos estudios epidemiológicos encuentran asociaciones entre la exposición a determinados niveles de RF y efectos nocivos sobre la salud, pero no los mecanismos por los que estos efectos son provocados. Se encuentra que la exposición a RF podría tener mayor impacto en la exposición en niños y adolescentes, ya que, al tener un sistema nervioso en desarrollo, su vulnerabilidad a las RF sería superior. Además, estarán expuestos durante más tiempo a RF a lo largo de su vida.

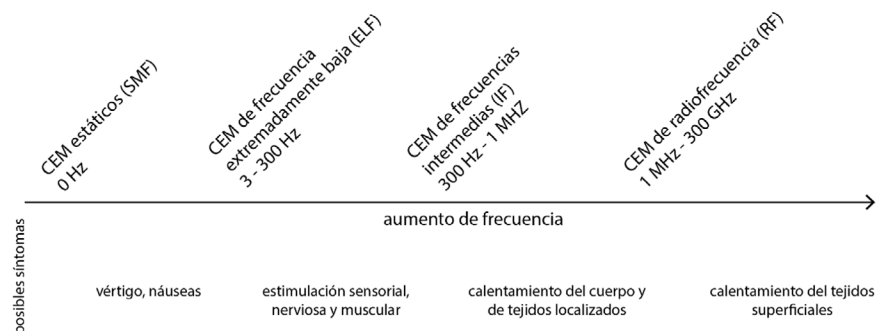
Un creciente número de estudios epidemiológicos publicados en la última década estudian la asociación entre la exposición residencial a RF y la aparición de síntomas no específicos como dolor de cabeza, fatiga, mareos, problemas para dormir, falta de concentración, picores, erupciones, hormigueo y sensación de ardor. A pesar de que estos síntomas pueden, en ocasiones, afectar notablemente a la calidad de vida de estas personas, las revisiones sistemáticas y metaanálisis llevados a cabo hasta la fecha concluyen que no hay evidencia de esta relación, o que la evidencia es insuficiente para que pueda establecerse causalidad, tanto para síntomas desencadenados por exposiciones a corto plazo (minutos u horas) como para exposiciones prolongadas (días o meses). Esto sería aplicable tanto a la población en general como a niños, adolescentes o personas con intolerancia ambiental idiopática atribuida a CEM.

Un reciente estudio liderado por el Instituto de Salud Global de Barcelona (ISGlobal), publicado en el 2018 en *Environment International* (191), arroja resultados interesantes en relación con los niveles de exposición a RF en niños. A pesar de que el estudio sitúa la exposición de niños y niñas europeos a CEM muy por debajo de los niveles máximos recomendados, identifica las descargas (*downlink*) como la mayor fuente de exposición por el teléfono móvil, seguido por la retransmisión (*broadcast*) y, en menor medida, la carga (*uplink*). El wifi contribuía muy poco a los niveles de exposición, y esta era más alta durante el día que durante la noche, así como más alta en espacios exteriores y desplazamientos que en el hogar o la escuela. Identifica, además, los entornos urbanos como el determinante más importante de la exposición total, y expresaba la importancia de continuar evaluando la exposición a CEM de RF en niños a medida que los aparatos y los hábitos de uso vayan cambiando.

Una de las preocupaciones actuales se encuentra en el potencial efecto sobre la salud de la quinta generación de tecnologías móviles, conocida como 5G. Esta tecnología emplea frecuencias de onda más altas y de menor alcance, por lo que requerirá una red suficientemente densa de antenas y transmisores para garantizar su conectividad. Se pronostica que esta densa

red aumente la exposición continua de la población a RF, lo que ha generado en algunos casos preocupación por los posibles efectos sobre la salud que pudiera conllevar⁷⁵.

Figura 11. Efectos a corto plazo de la exposición a campos electromagnéticos no ionizantes según el rango de frecuencia



Nota: los intervalos de frecuencia no están a escala. Esquema basado en la figura 4.18 del informe *Healthy environment, healthy lives* de la EEA (8).

Desigualdad y colectivos vulnerables

Una parte de la población muestra síntomas de hipersensibilidad electromagnética o electrohipersensibilidad (EHS), también conocida como intolerancia ambiental idiopática (idiopathic environmental intolerance, o IEI). Este último término, propuesto por la OMS en el 2004, se basa en tres criterios: la percepción por parte de la persona de distintos síntomas funcionales no específicos (como alteraciones del sueño, dolor de cabeza, síntomas dermatológicos, etc.), la falta de evidencia clínica y biológica que explique estos síntomas y la atribución de estos síntomas (por parte de los afectados) a la exposición a diferentes tipos de CEM.

Una de las particularidades de las personas que sufren EHS es que los síntomas se atribuyen tanto a la exposición a radiofrecuencias como a frecuencias extremadamente bajas, lo cual complica la investigación sobre el tema. No obstante, desde la Agencia Francesa de Salud y Seguridad Alimentaria, Ambiental y Laboral (192) se reclama que, hasta que no se llegue a

75. [https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/646172/EPRS_BRI\(2020\)646172_EN.pdf](https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2020/646172/EPRS_BRI(2020)646172_EN.pdf).

una mejor comprensión de la hipersensibilidad, incluyendo los componentes fisiológicos, psicológicos o biológicos que podrían explicar los síntomas descritos, lo que sí sabemos es que muchas personas que declaran padecer EHS tienen un estado de sufrimiento físico y psicológico importante. Esto requiere y justifica la atención adecuada por parte del sistema sanitario.

La *Guía EUROPAEM para la prevención, diagnóstico y tratamiento de enfermedades y problemas de salud relacionados con los campos electromagnéticos (CEM-EMF)* (193) indica que, a menudo, la susceptibilidad individual y los factores ambientales no se consideran en el proceso de diagnóstico, y recomienda tratar la hipersensibilidad electromagnética clínicamente, como parte de un grupo de enfermedades crónicas multisistémicas, aunque reconoce, no obstante, que la causa se encuentra en el ambiente.

De forma general, existe una creciente preocupación sobre los efectos en la salud a largo plazo de la exposición a campos electromagnéticos. Especialmente a edades tempranas, cuando los órganos y el cerebro se están desarrollando. Por ello, la OMS prioriza la investigación sobre esta posible asociación, definiendo la exposición a CEM como «riesgo emergente». La Unión Europea, en la Resolución 1815 del 2011, recoge en su artículo 5 que «dado el contexto de la creciente exposición de la población, en particular la de los grupos vulnerables, como los jóvenes y los niños, podrían ser extremadamente altos los costes humanos y económicos si se descuidan las alertas tempranas».

En lo que respecta a la vivienda...

La exposición a CEM en el ámbito doméstico dependerá tanto de las instalaciones, los equipos y los aparatos que tengamos en la vivienda como del uso que hagamos de ellos. Además, estudios recientes encuentran que los entornos urbanos son el principal determinante de la exposición a campos electromagnéticos de radiofrecuencia, por lo que la ubicación de la vivienda resulta un factor fundamental.

Aun así, mantener una serie de precauciones para afrontar las incertidumbres que todavía existen en este campo (aplicación del principio ALARA) implica conocer qué emisores de CEM podemos encontrar generalmente en nuestros hogares, sin que ello nos lleve a concluir que su presencia y uso razonables sean perjudiciales para la salud de la población en general desde el punto de vista de la exposición a estos CEM. De momento, no existe evidencia científica suficiente que respalde esta relación.

La instalación eléctrica de la vivienda, los electrodomésticos o los transformadores eléctricos instalados en edificios residenciales emiten campos eléctricos y magnéticos de frecuencia extremadamente baja (ELF, 3-300 Hz). También es creciente la presencia de aparatos que emiten campos eléctricos y magnéticos de frecuencias intermedias (IF, 300 Hz-1 MHz) en el ámbito doméstico, como pantallas LCD, bombillas fluorescentes y de bajo consumo, pantallas de televisión o cocinas de inducción. En este último caso, el uso de estos electrodomésticos a distancias cercanas (entre 20 y 50 cm) puede exponerlos a niveles de IF superiores a los niveles de referencia. Por ello, una precaución en este sentido podría ser evitar o minimizar el uso de cocinas de inducción a distancias cercanas.

Los teléfonos móviles, aparatos inalámbricos, redes wifi, Bluetooth, ondas de radio y televisión o microondas también han experimentado un gran desarrollo. Aunque la evidencia científica reciente encuentra que la emisión de RF de estos dispositivos, incluso combinados, resultan en exposiciones inferiores a los niveles recomendados en las guías internacionales y europeas, proteger de estas exposiciones a niños y adolescentes parece especialmente pertinente si se considera que su sistema nervioso se encuentra en desarrollo y su exposición se dará previsiblemente durante más tiempo a lo largo de su vida. Por ello, si se quisiera abogar por un principio de precaución en la vivienda ante la exposición a CEM, sería conveniente atender especialmente a los dormitorios de niños y adolescentes, evitando particularmente la cercanía a fuentes de emisión cuando esta no sea necesaria.

3. Calidad espacial y funcionalidad



Accesibilidad. Modificar la vivienda para una mayor accesibilidad puede repercutir de forma positiva sobre la salud física, mental y social de sus habitantes, lo que redundará en un aumento de la autonomía y en la reducción de las horas de cuidados. Esto es especialmente relevante si se consideran las tendencias de envejecimiento de la población, especialmente en Europa.



Seguridad ante accidentes. Una vivienda segura es requisito indispensable para considerarla una vivienda saludable. Además de un uso adecuado, distintas medidas preventivas, como detectores de humo y sistemas de extinción de incendios, barreras de seguridad en escaleras o protectores en ventanas, contribuirán a reducir el riesgo de accidentes y caídas.



Uso. La forma en la que ocupamos y mantenemos la vivienda son factores determinantes para la salud. Tanto vivir en condiciones de hacinamiento como mantener una inadecuada higiene y mantenimiento de la vivienda pueden repercutir no solo sobre la salud física, sino también, de forma significativa, sobre la salud mental de sus ocupantes.



Diseño y distribución. La arquitectura de la vivienda tiene un efecto innegable en la forma en que sus ocupantes la habitan y perciben. Además, una determinada distribución puede favorecer o restringir nuestra capacidad de socializar, descansar, disfrutar, concentrarnos o llevar a cabo tareas de forma autónoma y segura.

3.1. Accesibilidad

Discapacidad es un término que incluye limitaciones físicas, psicológicas, de actividad o de participación en la sociedad. A escala global, se estima que como mínimo el 15 % de la población sufre alguna de estas limitacio-

nes (4). Además, el porcentaje de personas con discapacidad aumenta a medida que la población envejece.

En España, actualmente dos de cada diez personas tienen más de 65 años, cifra que aumentará en los próximos años (36), pues la esperanza de vida roza los 86 años en el caso de las mujeres y se encuentra en torno a los 80 años en el caso de los hombres. El estudio *Actitudes hacia el envejecimiento* de Sanitas y Bupa⁷⁶ indica que seis de cada diez personas mayores de 60 años se sienten inquietas frente a la posibilidad de tener que dejar de vivir en su hogar algún día por no poder manejarse de forma autónoma. Ocho de cada diez personas se muestran preocupadas por las consecuencias del deterioro durante la vejez y de lo que esto puede suponer para su independencia.

La OMS recomienda que, sobre la base de la prevalencia actual y proyectada de población con limitaciones funcionales, y considerando las tendencias de envejecimiento de la población a escala mundial (muy especialmente en Europa), una proporción adecuada del parque de viviendas debe ser accesible para personas con limitaciones funcionales (4). La estimación de qué proporción será la adecuada es debatible, pero en todo caso deberá revisarse periódicamente a medida que la población cambie; en particular, a medida que envejezca.

Los entornos no accesibles exponen a las personas con alguna dificultad funcional o cognitiva a riesgos de caídas y lesiones, restricciones para la participación social y, en general, a una peor calidad de vida (194). Asimismo, la falta de accesibilidad en viviendas deriva en una mayor dependencia de cuidadores y en una carga sobre los servicios sociales (195). La encuesta LARES mostró que el 90 % de todas las personas con alguna clase de limitación funcional no pueden hacer un uso normal de su vivienda. La mayoría de las viviendas europeas tienen escaleras o umbrales estrechos, y solo el 27 % de edificios residenciales en Europa fueron considerados «fácilmente accesibles» por sus residentes (18).

De acuerdo con la Convención sobre los Derechos de las Personas con Discapacidad de las Naciones Unidas⁷⁷, adoptada en el 2006, los países miembros están obligados a identificar y eliminar toda barrera a la accesibilidad. Esto incluye, por supuesto, la accesibilidad en el ámbito de la vivienda.

76. Basado en 7.000 encuestas realizadas a personas en Australia, Chile, España, Nueva Zelanda, Polonia y Reino Unido (véase <https://corporativo.sanitas.es/seis-diez-mayores-60-anos-sienten-inquietud-abandonar-hogar-la-vejez-2/>).

77. <https://www.un.org/development/desa/disabilities/convention-on-the-rights-of-persons-with-disabilities/the-10th-anniversary-of-the-adoption-of-convention-on-the-rights-of-persons-with-disabilities-crpd-crpd-10.html>.

Efectos sobre la salud: estado de la evidencia

- Las personas con limitaciones funcionales que viven en ambientes domésticos accesibles tienen mejor salud y mayor habilidad para llevar a cabo tareas diarias, y se manejan con mayor autonomía que las personas que habitan en entornos domésticos convencionales o inaccesibles.
- Las modificaciones para una mayor accesibilidad en la vivienda pueden reducir las horas de cuidados en hasta un 42 %. En particular, de los cuidados informales.
- Existen asociaciones significativas entre la modificación de la vivienda con criterios de accesibilidad y una reducción de la probabilidad de caídas o lesiones en personas con limitaciones funcionales.
- Los problemas de accesibilidad se asocian significativamente a una menor participación social y autonomía.
- Las reformas de accesibilidad en la vivienda tienen efectos psicológicos positivos sobre las personas con limitaciones funcionales; destaca la mayor sensación de seguridad de estas personas frente a posibles accidentes.
- Las viviendas coherentes con los principios del diseño universal procurarán que sus espacios y elementos se adapten a las necesidades de toda clase de ocupantes, independientemente de su edad, capacidad funcional, capacidad cognitiva o situación social.
- La discapacidad afecta de forma desproporcionada a los hogares con menos ingresos.

La OMS plantea una revisión sistemática (4) que dé respuesta a la siguiente pregunta: ¿tienen los residentes con limitaciones funcionales o cognitivas que viven en hogares y entornos accesibles una mejor salud que los residentes con limitaciones funcionales o cognitivas que viven en residencias convencionales o no modificadas? A esta pregunta, la OMS concluye que sí.

Las personas con limitaciones funcionales que viven en ambientes domésticos accesibles tienen mejor salud y mayor habilidad para realizar tareas diarias, y se manejan con mayor autonomía que las personas que habitan en entornos domésticos convencionales o inaccesibles. La certeza de la evidencia es heterogénea según el caso y efecto sobre la salud estudiado; por ejemplo, mientras que la certeza de la evidencia de que las personas con

limitaciones funcionales tienen menos probabilidad de sufrir caídas y lesiones cuando viven en entornos accesibles es moderada, la certeza de la evidencia de que vivir en ambientes domésticos accesibles reduce los índices de mortalidad es baja. No obstante, tras sopesar los beneficios (frente a los perjuicios) de aumentar la oferta de vivienda accesible, así como su viabilidad, la recomendación que efectúa la OMS al respecto es firme.

En cuanto a los efectos de una vivienda accesible sobre la salud de las personas con limitaciones cognitivas, la OMS indica que las asociaciones son más débiles debido al reducido número de estudios específicos encontrados. En una búsqueda actualizada para el presente documento, se encontraron algunas publicaciones relevantes al respecto, que también se exponen a continuación.

Autonomía en tareas diarias

Las condiciones físicas ambientales pueden determinar en buena medida que una determinada característica o limitación sea percibida como una discapacidad. El grado de limitación funcional se mide, a menudo, en términos de la capacidad de llevar a cabo determinadas tareas básicas, propias del día a día. Entre estas tareas, se pueden distinguir las más básicas o instrumentales (como bañarse, vestirse o comer) y las necesarias para vivir con independencia (como cocinar, limpiar la casa, tomar medicación, comprar o usar el teléfono).

Tres estudios incluidos en la revisión de la OMS del 2018 encontraban reducciones considerables en la dificultad percibida de llevar a cabo estas tareas diarias tras efectuar modificaciones de accesibilidad en la vivienda. Asimismo, algunos estudios apuntaban a una mayor confianza a la hora de afrontar las dificultades, así como a una mayor seguridad en el momento de abordar las tareas diarias. Los mayores beneficios, en términos de seguridad, se daban en las tareas relacionadas con el uso del cuarto de baño y los accesos.

No obstante, en algunos casos sucedía que, si las funciones de los participantes disminuían a gran velocidad, las modificaciones en la vivienda tenían un efecto positivo durante un periodo de tiempo muy acotado. Tampoco se apreciaba en un estudio una mejora en las habilidades funcionales tras las modificaciones introducidas en el hogar cuando el grado de dificultad del participante era severo.

Un reciente estudio en los Estados Unidos, publicado en el 2019 (196), exploraba los efectos del ambiente doméstico sobre las funciones cognitivas de sus residentes. Este estudio encontró que las personas mayores con limitaciones cognitivas que vivían solas tenían mayor probabilidad de

experimentar una disminución de sus funciones cognitivas con el tiempo. Sin embargo, estos efectos perjudiciales se moderaban cuando la vivienda estaba equipada con elementos de apoyo y otras características de accesibilidad.

En cuanto al valor y la efectividad de adaptaciones en el hogar, un estudio realizado en Inglaterra y Gales (197) encontró que las adaptaciones menores (rampas, asideros o sistemas elevadores de entrada, con un coste de menos de 500 libras esterlinas) producían un rango de consecuencias positivas y duraderas para la práctica totalidad de las personas entrevistadas. En el caso de las adaptaciones mayores (como la conversión del cuarto de baño, las extensiones de la vivienda o la instalación de ascensor), en la mayoría de los casos supuso una transformación de sus vidas. Mientras que antes de la obra las personas entrevistadas utilizaban términos como «prisionero», «degradado» o «asustado» para describir su situación, tras la adaptación se calificaban como «independientes», «útiles» y «con confianza».

Como se ha mencionado anteriormente, la falta de accesibilidad en el entorno de la vivienda no solo expone a las personas con alguna clase de dificultad funcional o cognitiva a una menor calidad de vida, sino que también deriva en una mayor dependencia de cuidadores y en una carga sobre los servicios sociales y sanitarios. Sin embargo, apenas se ha cuantificado hasta ahora en qué medida el diseño de la vivienda puede minimizar los niveles de cuidados. Un reciente estudio en Australia sugiere que determinadas modificaciones para una mayor accesibilidad en la vivienda reducían las horas de cuidado en un 42 % por semana. Además, en un análisis más detallado, se encuentra que la asociación más positiva de estas modificaciones en la vivienda es con cuidados informales⁷⁸ (con una reducción del 46 %), seguidos de los cuidados formales (reducción del 16 %). Otros estudios muestran que una combinación adecuada de adaptaciones en el hogar y teleasistencia para personas mayores sería coste-efectiva por la reducción que supondría en la necesidad de cuidados formales (197).

Riesgo de caídas y mortalidad

La revisión efectuada por la OMS en el 2018 encuentra fuertes asociaciones entre la modificación de la vivienda (con criterios de accesibilidad) y una reducción de la probabilidad de caídas o lesiones en personas con limita-

78. Los cuidados no remunerados, a menudo ofrecidos por familiares. La evidencia apunta a que una excesiva dependencia de los cuidados informales puede desembocar en un aumento del estrés y el empeoramiento de la salud de los cuidadores (254), a la vez que reduce las probabilidades de empleo de estas personas (255).

ciones funcionales. Un estudio hallaba una reducción de hasta un 41 % de caídas tras un año de aplicarse un programa de seguridad en el hogar con adultos con limitaciones visuales severas, en comparación con los que no se beneficiaron del programa. Los pasillos de luz y los dispositivos de teleasistencia también demostraron reducir el índice de caídas. Como ya se mencionó en el apartado de iluminación (véase 2.4), las mejoras en la accesibilidad basadas en cambios en la iluminación podrían no solo beneficiar a las personas con visibilidad reducida, sino también, potencialmente, a otras personas vulnerables, como los enfermos de alzhéimer, párkinson o demencia. Será necesaria más evidencia al respecto para poder afirmar estos efectos.

En cuanto al riesgo de mortalidad, la revisión de la OMS del 2018 encuentra tan solo un estudio aleatorio en el que se indica un índice de mortalidad significativamente más bajo en el grupo de intervención frente al grupo de control, hasta dos años después de la aplicación de un programa de mejoras (que incluía, además de modificaciones físicas en la vivienda, una serie de estrategias educativas y de promoción de hábitos saludables). No obstante, no encontraba efectos estadísticamente significativos en cuanto a la supervivencia tres años después de la intervención. Por ello, la certeza de la evidencia de que de vivir en viviendas accesibles reduce la mortalidad en personas con limitaciones funcionales es calificada como baja (4).

Efectos psicológicos, participación y calidad de vida

La revisión sistemática realizada por la OMS en el 2018 (4) encuentra varios estudios que sostienen que las reformas de accesibilidad en la vivienda tienen efectos psicológicos positivos sobre las personas con limitaciones funcionales; por ejemplo, al reducir el temor a caídas y ofrecer una mayor sensación de seguridad frente a posibles accidentes en general.

Aunque con algunos resultados contradictorios, varios estudios incluidos en esta revisión identificaban efectos positivos de las intervenciones de mejora de la accesibilidad en la vivienda sobre la calidad de vida de sus residentes. Esto ocurría tanto en un estudio con usuarios de sillas de ruedas como en otro estudio con adultos con problemas de visión tras realizar ajustes en la iluminación de su sala de estar.

Según un estudio transversal realizado en Suecia y publicado en el 2017 (198) sobre una población de personas con lesiones de médula espinal de larga duración, los problemas de accesibilidad se asocian significativamente a una menor participación social y una menor autonomía. A mayores problemas de accesibilidad en la vivienda, menor participación y más problemas para dicha participación.

Diseño universal y viviendas adaptables

En los Estados Unidos, se estima que una vivienda nueva tiene un 60 % de probabilidades de ser ocupada por una persona con alguna limitación funcional a lo largo de su vida útil. Un estudio de Nueva Zelanda estima que construir vivienda nueva que incluya en su diseño aspectos clave en términos de accesibilidad es hasta veintidós veces más rentable que adaptarlas después, en el momento en el que surge la necesidad de hacerlo, sin que se hubiera previsto antes (199).

El diseño universal es un paradigma en el que las personas con todas las habilidades se incluyen como potenciales usuarias de un producto o ambiente. Conocidas en inglés como *life span housing*, *life cycle housing*, *lifetime homes* o *adaptable housing*, las viviendas coherentes con los principios del diseño universal procurarán que sus espacios y elementos se adapten a las necesidades de toda clase de ocupantes, independientemente de su edad, capacidad funcional, capacidad cognitiva o situación social.

El envejecimiento poblacional es tan solo uno de los ejemplos de por qué necesitamos diseños flexibles. Nuestras estructuras familiares, hábitos y capacidades cambian a lo largo de nuestras vidas. Las viviendas adaptables a estas circunstancias cambiantes, incluyendo los cambios en nuestra capacidad funcional, cognitiva y sensitiva, permiten que podamos habitarlas el mayor tiempo posible.

El diseño universal tiene un conjunto de siete principios (200): garantizar un uso equitativo a todo tipo de usuarios; ser flexible en cuanto a ofrecer un amplio rango de preferencias y habilidades individuales; tener un uso sencillo e intuitivo; comunicar información de forma efectiva, maximizando su legibilidad⁷⁹; minimizar los peligros derivados de un uso indebido o no intencionado; poder usarse sin aplicar un gran esfuerzo físico, así como tener un tamaño y un espacio apropiados para su alcance, manipulación y uso, independientemente del tamaño corporal, postura o movilidad del usuario.

La publicación de Joines del 2009 (200) en la revista *NeuroRehabilitation*, titulada «Enhancing quality of life through Universal Design», detallaba la aplicabilidad del diseño universal al entorno residencial y los beneficios que esto conllevaba para la calidad de vida de las personas con limitaciones neurológicas. En este artículo, destaca cuatro elementos o espacios clave en la vivienda desde el punto de vista de la accesibilidad: entradas, estancias comunes (salas de estar), cocina y cuarto de baño.

79. Véase, al respecto, la publicación titulada *Índice de accesibilidad cognitiva: consideraciones para el diseño* (256).

Este mismo volumen de la revista *NeuroRehabilitation* publicaba otro artículo (201) enfocado a los beneficios del diseño universal aplicado a los espacios exteriores de la vivienda (o comunes en edificios de vivienda colectiva) para la calidad de vida de personas con enfermedades neurológicas complejas. Entre los principales elementos que consideraba beneficiosos, este estudio incluía los siguientes:

- La variedad de espacios para uso individual, en grupo o familiar, con fácil acceso.
- Elementos de confort como sombra, temperatura y asientos o zonas de descanso.
- Prevalencia de elementos naturales (vegetación), reducción de superficies «duras», vistas atractivas y texturas sugerentes.
- Elementos de soporte para la actividad física al aire libre, como caminos, zonas donde efectuar labores de jardinería, espacios previstos para el avistamiento de pájaros o estanques con peces.
- Seguridad en elementos y zonas de transición, eliminando peligros físicos y desconexiones entre interior y exterior, con especial importancia de la iluminación exterior durante la noche.
- Reducción de espacios ambiguos mediante elementos fácilmente identificables y mobiliario dispuesto en el espacio exterior con una distribución sencilla y fácil de comprender.

Como ya se ha mencionado anteriormente, la exposición a espacios verdes supone un beneficio para la salud, al reducir la mortalidad y morbilidad de enfermedades crónicas, mejorar la salud mental, aportar beneficios en el embarazo y reducir la obesidad. El acceso a espacios verdes, además, fomenta la cohesión social, reduce el aislamiento de grupos minoritarios y de las personas mayores. La exposición a espacios verdes en el entorno del hogar favorece la salud física, emocional y el desarrollo cognitivo de los niños, y garantiza beneficios para su salud a lo largo de su vida futura. Aunque los mecanismos biológicos mediante los cuales la exposición a entornos naturales beneficia a la salud todavía no se conocen completamente, sí se atribuyen al ejercicio físico, la relajación, la cohesión social y el refuerzo del sistema inmunitario (8).

A pesar de que esta revisión se centra en la dimensión de la vivienda física, esta a menudo incluye espacios exteriores, patios, jardines o espacios comunitarios (en el caso de vivienda colectiva). Si consideramos los beneficios que ofrecen para nuestra salud los espacios verdes, la mayoría de estos beneficios serían probablemente extrapolables a nuestras viviendas si se

introdujeran en ellas elementos de vegetación y vistas a la naturaleza, tanto en el interior de estas viviendas como en los espacios exteriores que las rodean. Estos espacios verdes se podrían observar desde ventanas o bien se podría acceder a ellos desde balcones y patios. No obstante, será necesaria más evidencia al respecto para poder averiguar los efectos que esto tendría sobre los residentes de las viviendas.

En este sentido, un estudio publicado en el 2017 (108) explora el papel de la luz natural y la vegetación en los niveles de productividad y creatividad en el espacio de trabajo, y encuentra una reducción del estrés asociada a la presencia de vegetación y una reducción del 4,8 % en la percepción de falta de confort térmico, así como una reducción del 15,5 % de percepción del cansancio por las mañanas y un 7,7 % por las tardes. Para saber hasta qué punto estos resultados serían trasladables al entorno de la vivienda, se requieren más estudios específicos.

Distintos informes recientes sugieren que dotar a una vivienda de unas adecuadas condiciones de accesibilidad puede tener beneficios colaterales que mejoren la calidad de vida de todos los que habitan en ella, tengan o no una discapacidad (36). Por lo tanto, las obras de accesibilidad, desde la perspectiva del diseño universal, o el diseño para todos, podrán suponer un valor añadido, ya que, a las consideraciones básicas de uso para las personas con discapacidad, se suman las consideraciones de confort para el resto de los usuarios. Lo que puede ser fundamental para el 10 % de la población, y útil o necesario para el 40 %, puede ser más cómodo y seguro para todos (202).

Por ejemplo, en cuanto al diseño especialmente sensible a las necesidades y habilidades de las personas mayores, una de las conclusiones del informe HAPPI del 2009 (116) era que la vivienda diseñada para un envejecimiento activo constituye una oportunidad para elevar el estándar de diseño de las viviendas en general, en cuanto a espacios y calidad. Este informe efectuaba diez recomendaciones de diseño, con especial consideración de las necesidades y habilidades de las personas mayores:

- Espacios interiores generosos.
- Gran cantidad de luz natural en la vivienda, incluidos los espacios de circulación.
- Balcones y espacios exteriores, evitando pasillos interiores y pisos con ventanas en una sola orientación.
- Diseño adaptable y preparado para tecnologías emergentes en materia de telecuidados o teleasistencia sanitaria.
- Espacios de circulación que favorezcan la interacción y eviten la sensación de vivir en una institución.

- Espacios comunes compartidos, especialmente cuando el barrio no provee suficientes lugares de encuentro.
- Plantas, árboles y ambiente natural.
- Altos niveles de eficiencia energética, con buena ventilación para evitar el sobrecalentamiento de espacios.
- Amplios espacios de almacenamiento, también para guardar bicicletas.
- Espacios exteriores comunes con prioridad peatonal.

Distintas guías (por ejemplo, 15) recomiendan, además, la incorporación de requisitos para los niños en todo proceso de diseño, aunque no sea el perfil de familia a la que vaya dirigida la promoción de viviendas. Esto incluye aspectos como espacio exterior seguro (libre del paso de vehículos) o soluciones de almacenamiento. Proporcionar espacios para que puedan vivir también niños hará que los residentes se queden por más tiempo en esa vivienda, lo que reforzará el sentimiento de comunidad.

Una vivienda adaptable es, por lo tanto, de fácil acceso, de fácil circulación por ella, capaz de asumir cambios de forma sencilla y coste-efectiva, y capaz de responder a las necesidades cambiantes de sus ocupantes. Distintas guías al respecto (15 y 203, entre otras referencias) defienden que estos diseños beneficiarán a un amplio abanico de usuarios: a familias con niños pequeños (para las que habría que hacer más sencillas las maniobras con carritos y sillas de paseo de niños, así como eliminar peligros de tropiezo); a personas con lesiones temporales; a personas mayores que busquen un entorno que se adapte mejor a sus futuras necesidades a lo largo del envejecimiento, y a personas con distintas capacidades físicas, cognitivas o sensoriales (así como a sus familias), a los que se debe ofrecer la oportunidad de visitar los hogares de sus familiares y amigos y, por lo tanto, de reforzar su esfera social.

Una vez expuestos los potenciales beneficios de una vivienda adaptable y diseñada con sensibilidad hacia las necesidades y las capacidades cambiantes de sus residentes, conviene incidir en el hecho de que solo una pequeña proporción del parque de viviendas es obra nueva sobre la que poder aplicar los principios expuestos desde la fase de diseño. La mayor parte requerirá trabajos de rehabilitación y mejora sobre una vivienda existente, con la posibilidad de que esta no cumpla ni tan siquiera los requisitos actuales recogidos en el documento básico SUA del Código Técnico de la Edificación.

El Real Decreto Legislativo 1/2013, de 29 de noviembre, por el que se aprueba el Texto Refundido de la Ley General de derechos de las personas con discapacidad y de su inclusión social, en su artículo 105, disposición adicional tercera, establecía que los espacios existentes debían adecuarse a las condi-

ciones de accesibilidad antes del 4 de diciembre del 2017 en todo lo que fuera susceptible de «ajustes razonables». No obstante, todavía existe una gran necesidad de invertir en soluciones de accesibilidad y adaptabilidad sobre el parque de viviendas existente. Como ya se ha expuesto, estas soluciones aportan mejoras significativas para la salud y la calidad de vida tanto de las personas con discapacidad como para su esfera social, y reducen, al mismo tiempo, la carga sobre los cuidadores y los servicios sociales y sanitarios.

Desigualdad y colectivos vulnerables

La discapacidad (en todas sus facetas) afecta de forma desproporcionada a los hogares con menos ingresos, y tiene mayor prevalencia en países de ingresos medios y bajos. La discapacidad puede ser causa de pobreza (o contribuir de forma determinante a ella). Por un lado, unas malas condiciones de vida (nutrición, atención sanitaria o condiciones en la vivienda, entre otros factores) pueden desembocar en una discapacidad (197). Por otro lado, la discapacidad puede derivar en pobreza por cuanto las personas con limitaciones funcionales tienden a ser más discriminadas en la búsqueda de vivienda y tienen mayor probabilidad de pagar costes más altos por su vivienda en relación con sus ingresos (4).

Además, estos ingresos son generalmente más bajos. Las personas con algún tipo de discapacidad experimentan peores resultados en educación y en el mercado laboral, y son más proclives a padecer condiciones de pobreza que las personas sin discapacidad (197). Además, cuando están en edad de trabajar, aquellas tienen el doble de probabilidad de encontrarse desempleadas y, cuando tienen un empleo, es más probable que sea a tiempo parcial. A ello se suma el coste añadido de vivir con alguna clase de discapacidad y tener que afrontar modificaciones en la vivienda que, en función de la envergadura y de las posibilidades que la arquitectura original ofrezca, pueden suponer un coste inasumible, lo que puede implicar que la persona viva en un entorno inadecuado y perjudicial para su salud y bienestar. Como se ha mencionado anteriormente, las condiciones físicas ambientales pueden determinar en buena medida que una característica concreta o limitación sea percibida como una discapacidad. Y el entorno, aunque no pueda cambiar sus capacidades, sí puede ampliar y mejorar sus habilidades.

En cuanto al acceso a espacios verdes, las comunidades más deprimidas o desfavorecidas serán las que más beneficio obtendrán de los ambientes naturales, a través de la reducción del estrés, de la mortalidad y de la morbilidad (8). Sin embargo, numerosos estudios (1) encuentran una tendencia consistente de que las áreas más vulnerables o desfavorecidas tienen me-

nos espacios verdes y azules disponibles, en comparación con las zonas más ricas. Distintas investigaciones también han encontrado asociaciones entre indicadores de educación, al detectar que los individuos con un nivel educativo más bajo tienen menos de estos recursos ambientales disponibles o deben recorrer mayores distancias para acceder a ellos.

En lo que respecta a la vivienda...

Sobre la base de la prevalencia actual y proyectada de población con limitaciones funcionales, y considerando también las tendencias de envejecimiento de la población a escala mundial (muy especialmente en Europa), una proporción adecuada del parque de viviendas debe ser accesible para las personas con limitaciones funcionales. Además, distintas estimaciones apuntan a que construir una vivienda nueva que incluya en su diseño aspectos clave en términos de accesibilidad puede ser hasta veintidós veces más rentable que adaptarlas después.

Cuando se recurre a la rehabilitación de viviendas existentes, diferentes estudios han hallado que las modificaciones para lograr una mayor accesibilidad en la vivienda se asocian a mejoras en la salud mental de sus habitantes y en una mayor sensación de seguridad y habilidad para llevar a cabo tareas diarias. Esto deriva en una mayor autoestima y en una menor dependencia de cuidados, especialmente en el caso de modificaciones relacionadas con el uso del cuarto de baño (por ejemplo, duchas integradas y elementos de apoyo) y accesos (como rampas o sistemas elevadores). Otros aspectos que han demostrado reducir la probabilidad de caídas o lesiones en personas con limitaciones funcionales son, por ejemplo, los pasillos de luz o los dispositivos de teleasistencia.

En el caso de proyección de vivienda nueva, la aplicación de principios del diseño universal o para el envejecimiento activo podría constituir una oportunidad para elevar el estándar de diseño de las viviendas en general. Esto se efectuará atendiendo particularmente a estancias clave de la vivienda como entradas, salas de estar, cocina y cuarto de baño, y pudiendo extenderse también a los espacios exteriores de la vivienda (por ejemplo, incorporando elementos de soporte para la actividad física al aire libre, vegetación y elementos de sombra o descanso). La vivienda deberá ser, por lo tanto, fácil de acceder, fácil de circular por ella, capaz de asumir cambios de forma sencilla y coste-efectiva, y capaz de responder a las necesidades cambiantes de sus residentes.

3.2. Seguridad ante accidentes

Los accidentes domésticos incluyen sucesos como caídas, quemaduras, intoxicaciones, ingesta de objetos, inhalación de humo, cortes y colisiones con objetos, o aplastamientos y fracturas de hueso como resultado de colapsos estructurales. A escala mundial, los accidentes domésticos suponen en torno a un tercio de los accidentes totales (4). En el 2016, la mitad de las mortalidades no intencionadas relacionadas con traumatismos ocurrieron en la vivienda.

Aspectos del diseño y la funcionalidad de las viviendas conllevan peligros físicos, muchos de los cuales consideramos elementos necesarios o deseables para nuestro día a día. Este es el caso de, por ejemplo, los suministros de gas o electricidad, los escalones y escaleras o los balcones. Aunque es posible proporcionar cierta seguridad en la mayor parte de estos elementos, a menudo no es posible eliminar el riesgo por completo. Determinados aspectos arquitectónicos pueden aumentar el riesgo de accidentes; por ejemplo, las barandillas en balcones pueden suponer un elemento sobre el que niños escalen, pequeños cambios en el suelo en lugares inesperados pueden propiciar tropiezos, y los vidrios que no sean de seguridad en zonas de potencial colisión pueden aumentar la gravedad de una lesión en caso de choque o caída (18).

Aunque la mayoría de accidentes como caídas, intoxicaciones o quemaduras suelen ocurrir en el hogar, la contribución del entorno no siempre es clara; estos accidentes pueden deberse a una causa concreta (como pudiera ser el caso de una intoxicación por mala conservación de alimentos) o el entorno puede contribuir al riesgo (como en el caso de las caídas por escaleras). No existe un entorno que esté completamente libre de riesgos, pero para los grupos de población más vulnerables (como niños, ancianos o personas con limitaciones funcionales), ciertos ambientes o características de la vivienda pueden entrañar altos niveles de riesgo de accidentes y suponer una verdadera amenaza para su seguridad.

Efectos sobre la salud: estado de la evidencia

- La OMS indica que existe un nivel de evidencia fuerte que asocia la existencia de peligros en la vivienda a accidentes y lesiones involuntarias.
- Distintos estudios han vinculado el consumo simultáneo de tabaco y alcohol en el hogar con un aumento de lesiones y muertes causadas por fuego.

- El riesgo de intoxicación está fuertemente asociado al sexo, siendo los hombres los que tienen un riesgo más alto frente a las mujeres de padecerlo.
- Las caídas suponen la mayor proporción de lesiones en la vivienda que requieren atención médica, y los factores relativos al entorno físico son la causa más común de caídas en edades avanzadas.
- El temor a caídas en personas mayores puede desembocar en otros riesgos, como la reducción de la movilidad o el aislamiento social.
- Entre las medidas preventivas que pueden instalarse en la vivienda, destacan, por su asociación a una reducción de accidentes, los detectores de humo y los sistemas de extinción de incendios, las barreras de seguridad en escaleras y los protectores en ventanas.
- Las lesiones por accidente, tanto en el hogar como en general, podrían considerarse una causa fundamental de desigualdad social.
- Las intervenciones destinadas al control y la prevención de accidentes pueden tener la capacidad de reducir no solo el riesgo de lesiones, sino también las desigualdades sociales asociadas.

En general, y aunque existan fuertes asociaciones en muchos casos, no puede afirmarse que la presencia de peligros en el hogar cause accidentes o lesiones. Existen gran cantidad de factores que confunden, así como interacciones entre factores que pueden contribuir a aumentar el riesgo. Por ejemplo, como se mencionó en el apartado 2.3, «Ruido», existe una asociación entre la falta de sueño y el aumento del riesgo de accidentes domésticos. El estudio LARES, uno de los pocos estudios que analizan esta relación, apunta a que estos accidentes son significativamente mayores cuando el individuo se encuentra cansado todo el tiempo o la mayor parte del tiempo (157).

No obstante, la OMS indica que existe un nivel de evidencia fuerte que asocia la existencia de peligros en la vivienda a accidentes y lesiones. Por lo tanto, invertir los esfuerzos en reducir el número de peligros en la vivienda repercutirá previsiblemente en efectos beneficiosos sobre la salud. En su revisión sistemática realizada en el 2018 (4), la OMS valora el grado de la evidencia sobre el papel de la vivienda en relación con el riesgo de accidentes y lesiones como alto⁸⁰, y destaca la relevancia de los siguientes elementos:

80. Frente a los niveles moderado o bajo.

detectores de humo, escaleras y barreras de seguridad, rejas en ventanas, protectores de chimeneas, estufas, hornos y superficies calientes.

En la búsqueda efectuada para la elaboración presente informe, las revisiones sistemáticas recientes que se encontraron se centran, sobre todo, en cuatro tipos de lesiones: quemaduras, incendios, intoxicaciones y caídas. Existe, además, un gran número de publicaciones que exploran el impacto de determinadas medidas de prevención en la vivienda sobre los índices de accidentes de sus residentes. Destaca, también, una línea de investigación que explora las relaciones entre las desigualdades sociales y económicas y el riesgo de sufrir accidentes en el hogar.

Quemaduras e incendios

Las lesiones por exposición a calor, fuego o sustancias calientes a menudo son fruto de la ausencia de detectores de humo, una instalación eléctrica defectuosa, fuegos abiertos (no protegidos), superficies calientes no protegidas o agua caliente. En Europa, más de 7.500 muertes y cerca de 200.000 años de vida ajustados por discapacidad sobre la población en general (22,4/100.000 hab.) se atribuyen a la ausencia de detectores de humo. En los Estados Unidos, el agua caliente del grifo fue la causa de en torno a una cuarta parte de las quemaduras en niños.

Aunque en Europa, en general, ya no constituya una preocupación, en países en vías de desarrollo las quemaduras por uso de queroseno en cocinas e iluminación son muy habituales. Es particularmente relevante un estudio llevado a cabo en India que encontró que el número de quemaduras se reducía de 23 a cero en 1.042 viviendas estudiadas, seis meses después de haber sustituido las lámparas de queroseno por bombillas led o lámparas solares (4). No obstante, el fuego de chimeneas abiertas o cocinas son peligros importantes que sí podemos encontrar en las viviendas de nuestro entorno. Estas fuentes contribuyen, además, en la combustión, a empeorar notablemente la calidad del aire interior (véase 2.1).

En lo que se refiere al riesgo de incendios en viviendas, distintos estudios indican que la mayoría de ellos son resultado del comportamiento de sus ocupantes y al menos un 75 % son evitables. Una revisión sistemática reciente, publicada en el 2019 por Shokouhi *et al.* (204), indica que las viviendas con niños pequeños, personas mayores, personas con limitaciones físicas o mentales, personas que sufren adicción al alcohol o a otras drogas, fumadores, hogares monoparentales y familias con bajos ingresos se encuentran en mayor riesgo de sufrir accidentes y muertes relacionadas con incendios. A pesar de estos perfiles vulnerables, esta revisión concluye que

existen también aspectos tanto del comportamiento de los residentes como características del edificio residencial que pueden estar relacionados con el peligro de incendio.

En cuanto al comportamiento de los residentes, fumar (especialmente en la cama), el consumo de alcohol, el uso inapropiado del fuego, el hecho de que los niños jueguen con fuego o las colillas de cigarrillos en el suelo se indican en varios estudios como conductas de riesgo. Algunos estudios, según indica esta revisión, han vinculado el consumo simultáneo de tabaco y alcohol en el hogar con un aumento de lesiones y muertes causadas por fuego. A ello se suman otras acciones, como dejar a niños pequeños solos en la vivienda, el uso de ropa inapropiada al cocinar o la falta de atención en general.

En cuanto a las características de la vivienda, o del edificio de viviendas, los factores más importantes indicados por los estudios revisados son los edificios en altura y los materiales de construcción deficientes. Además, un estudio muestra que los residentes en edificios con menos de dos salidas al exterior tienen mayor riesgo de muerte por incendio. A ello se suman características como edificios antiguos, en mal estado constructivo o estructural, un exceso de desorden, la falta de detectores de humo y de sistemas de extinción de incendios, edificios con conducciones de gas o edificios con instalaciones eléctricas inadecuadas.

Asimismo, las probabilidades de sufrir consecuencias más o menos graves de un incendio pueden variar en función de dónde se inicie el fuego dentro de la vivienda. Por ejemplo, distintos estudios indican que cuando un incendio se origina en el dormitorio, la sala de estar o la cocina, el riesgo de quemadura o muerte es mayor que cuando el incendio se origina en otra zona de la vivienda.

Intoxicaciones

Según un reciente informe de la Oficina Regional para Europa de la OMS (1), en Europa el grupo de edad con mayor riesgo de intoxicación mortal se encuentra entre los 30-59 años, con los mayores índices entre los 50-59 años, siendo el alcohol el causante de cerca del 60 % de estas muertes. En España, no obstante, las intoxicaciones fatales relacionadas con el alcohol no superan el 5 %, siendo el segundo país menos afectado (junto a Dinamarca y solo por detrás de Italia, con un 2 %). Otros países, como Letonia, Kirguistán, Polonia o Eslovaquia están por encima del 70 %.

En general, este informe concluye que el riesgo de intoxicación está fuertemente marcado por sexos. Así, los hombres tienen un riesgo más alto de intoxicación que las mujeres, tanto globalmente como por países (a excep-

ción de Islandia). A escala europea, la ingesta inadecuada de medicamentos (excluyendo narcóticos y psicodislépticos) es la principal causa de intoxicación en la segunda y tercera década de vida, pasando a ser el alcohol la predominante durante la quinta y sexta década.

Caídas

Este mismo informe (1) encuentra, en cuanto al riesgo de caídas, que está principalmente asociado a factores demográficos. Las caídas mortales se dan con mayor frecuencia en edades por encima de los 70 años y, aunque tienden a ser más habituales entre los hombres, a medida que la edad aumenta la diferencia entre sexos desciende. Además, en caídas no fatales, las personas mayores tenderán a sufrir consecuencias más severas (como fracturas). El temor a caídas en este grupo de edad puede desembocar en otros riesgos, como la reducción de la movilidad o el aislamiento social. Y, en sentido contrario, el aislamiento y la depresión desencadenados por la falta de interacción social aumentan el miedo a caerse.

La OMS, en el 2007, publicó el informe *WHO Global Report on Falls Prevention in Older Age* (205) refiriéndose específicamente al riesgo de caídas en grupos de edad avanzada y proponiendo el concepto *envejecimiento activo*⁸¹ para su prevención. Este informe indica que los factores relativos al entorno físico son la causa más común de caídas a edades avanzadas. Además, estos factores pueden interactuar con otros, como la falta de visión o de equilibrio, lo que contribuye a caídas y lesiones derivadas. Entre los factores de riesgo ambientales que el informe detecta, destacan las escaleras: demasiado estrechas, con escalones excesivamente altos, bajos, o desiguales, con superficies resbaladizas, bordes no marcados, pasamanos discontinuo o inadecuado e iluminación tanto excesiva como insuficiente. También son factores relevantes las alfombras sueltas o irregulares, los suelos resbaladizos en baños y cocina, los cables eléctricos sueltos y una iluminación nocturna insuficiente.

Las caídas suponen la mayor proporción de lesiones en la vivienda que requieren atención médica. A escala mundial, unos 424.000 individuos mueren cada año a causa de una caída (principalmente, en países de ingresos bajos y medios) y más de 37 millones de caídas requieren atención médica. Vemos, por lo tanto, el altísimo coste no solo en salud, sino también en servicios médicos que este riesgo entraña.

81. El envejecimiento activo es un proceso de optimización de oportunidades para la salud, la participación y la seguridad de cara a mejorar la calidad de vida de las personas a medida que envejecen (205).

En países desarrollados, en torno al 26 % de las caídas se atribuyen al ambiente, tanto dentro como fuera de la vivienda (4). En la Unión Europea, las personas mayores sufren en torno a 40.000 muertes por caídas al año, y aproximadamente el 30 % de las personas de más de 65 años de edad han sufrido alguna clase de caída en el último año (1).

Los niños son también un grupo de edad proclive a sufrir este tipo de accidentes. Distintos estudios apuntan a una mayor prevalencia entre niños que entre niñas, así como a otros factores de riesgo que contribuyen a la frecuencia de caídas en niños, como peligros en el ambiente, tipo de vivienda o factores socioeconómicos (como desempleo o bajo nivel educativo de la madre) (1).

Medidas preventivas en el hogar

Existe un importante volumen de evidencia científica que asocia un mayor número de peligros en el hogar a un aumento de accidentes. De hecho, un estudio llevado a cabo en Nueva Zelanda estima que la probabilidad de accidente o lesión aumenta un 22 % por cada peligro adicional que se encuentre en la vivienda (206). En Europa, se estima que entre el 2-50 % de la población está expuesta a un riesgo de seguridad por falta de detectores de humo, y entre un 33-47 %, por ausencia de rejas o protectores en ventanas (3).

La OMS, en su revisión sistemática publicada en el 2018 sobre vivienda y salud (4), encuentra tres estudios que informan sobre los efectos de barreras o vallas de seguridad en escaleras en la seguridad de los niños. Un estudio cohorte en el Reino Unido encontraba que, en niños menores de 5 años, los que vivían en hogares con barreras de seguridad en escaleras tenían menos probabilidad de ser ingresados en el hospital o necesitar atención del servicio de urgencias médicas. Un estudio de caso-control en Bangladés hallaba que los niños que vivían en casas en las que la cocina no tenía puerta tenían más riesgo de padecer quemaduras; estos resultados están apoyados por otro estudio de caso-control llevado a cabo en el Reino Unido, en el que la ausencia de barreras de seguridad se asociaba a incrementos significativos de escaldaduras.

El uso de protectores en ventanas ha demostrado ser el doble de efectivo en la prevención de caídas que las ventanas sin protectores, según un estudio transversal efectuado en los Estados Unidos (4). Sin embargo, un estudio basado en encuestas a una población en Nueva Zelanda (207) indicaba que la instalación de protectores en ventanas (en este caso, limitadores de abertura, aunque con la misma finalidad de prevenir caídas) era una de las intervenciones de mejora en la vivienda que los propietarios estaban menos

motivados a instalar (junto con la barrera de vapor en las estancias soterradas). Según esta encuesta, las razones aludidas por los propietarios reticentes a instalar estos protectores eran variadas, aunque se incluían, entre ellas, su coste, que nadie se había caído hasta entonces sin ellos, que sería imposible caer desde la ventana, que los niños pequeños no vivían en la vivienda o no la visitaban, que la vivienda se encontraba en un área segura o que los limitadores de abertura son peligrosos por impedir una evacuación sencilla.

En cuanto a las modificaciones en el entorno residencial para reducir el riesgo de incendios, las más destacables son el uso de sistemas de detección y extinción de incendios, el diseño de salidas de emergencia y la instalación de sistemas de calefacción central (204). En particular, la correcta ubicación y el adecuado funcionamiento de detectores de humo y detectores de monóxido de carbono en viviendas ha demostrado prevenir incendios y quemaduras, según un estudio realizado en los Estados Unidos que medía los índices de estos accidentes a 12 y 24 meses de la instalación de estas medidas preventivas. En un estado de Australia, tras la introducción de una normativa obligatoria de instalación de alarmas de humo, un estudio de cohorte observó que los índices de hospitalización se vieron reducidos en un 35,2 % en un año. Un estudio de caso-control en Canadá halló un aumento de riesgo de quemaduras y escaldaduras en niños cuyos hogares no tenían detectores de humo. De forma similar, un estudio en Irak encontró que, entre niños ingresados en el hospital, había menos detectores de humo en las viviendas de los que presentaban quemaduras (4).

Como prevención de incendios en el hogar, también se indica en la revisión sistemática por Shokouhi *et al.* (204) la pertinencia de mantener las puertas y ventanas cerradas en el dormitorio durante las horas de sueño para evitar que el potencial fuego se propague⁸². El uso de cocinas y hornos seguros (con apagado automático), sistemas de calefacción seguros, espacios de almacenamiento seguro de materiales y fluidos inflamables, la reparación o la renovación del sistema eléctrico, el mantenimiento de los espacios limpios y despejados, así como garantizar una iluminación suficiente en los interiores, son otras medidas indicadas por distintos estudios para prevenir lesiones o muertes por fuego. Aunque un estudio reciente alude a un «diseño interior inapropiado» como factor de influencia en el riesgo de incendios en el hogar (208), este aspecto debería estudiarse con mayor profundidad de cara a entender qué distribuciones en la vivienda

82. No obstante, este aspecto entra en conflicto con los estudios sobre calidad del aire interior, que inciden en las ventajas de garantizar cierto nivel de ventilación durante la noche (véanse 1.3 y 2.1).

nueva, o modificaciones en las viviendas existentes, impactarían de forma más directa y eficaz en la prevención de incendios no intencionados en el hogar.

Junto a estas medidas preventivas sobre la arquitectura e instalaciones de la vivienda, distintas publicaciones inciden en la importancia de la educación en materia de prevención de incendios y de seguridad en el hogar en general (204 y 207). En concreto, una revisión sistemática reciente (209) encuentra que las familias que habían recibido información (y, en ocasiones, también, material) sobre intervenciones de seguridad en sus hogares tenían mayor probabilidad de utilizar agua corriente a temperaturas seguras, disponer de detectores de humo en funcionamiento, tener y conocer el plan de evacuación, acceder a los números de centros de control de intoxicación y envenenamiento, instalar barreras en escaleras, cubrir enchufes sin uso o almacenar productos de limpieza y medicamentos fuera del alcance de los niños.

Desigualdad y colectivos vulnerables

Existe una línea de investigación muy prolífica que explora las relaciones entre las desigualdades sociales y el riesgo de sufrir accidentes o traumatismos. Esta ha encontrado, en muchos casos, gradientes socioeconómicos muy relevantes. Se describen, a continuación, los aspectos más destacados de los estudios e informes recientes encontrados, centrados en el contexto europeo y relativos a accidentes y traumatismos ocurridos dentro o en el entorno de la vivienda.

El número de traumatismos totales por accidente en las pasadas décadas, tanto globalmente como en Europa, ha seguido una tendencia descendente. Sin embargo, una revisión sistemática recientemente publicada por Sengoelge *et al.* (210) indica que, a pesar de este descenso, persisten desigualdades sociales en la prevalencia de accidentes tanto entre países de la región europea de la OMS como dentro de cada uno de estos países, y tanto dentro del hogar como fuera de este (destacando, aquí, el gran peso de los accidentes de tráfico). Los traumatismos por accidente, en general, podrían considerarse una causa fundamental de desigualdad social, puesto que los medios materiales, económicos o sociales necesarios para protegerse (uno mismo o a sus dependientes) de dichas lesiones pueden no estar al alcance de todos.

Esta revisión incluye dos estudios llevados a cabo en el Reino Unido sobre intoxicaciones y quemaduras. Uno de ellos, centrado en niños de entre 0-4 años, encuentra un descenso total en el número de intoxica-

ciones y quemaduras entre los años 1990 y 2009. No obstante, una serie de fuertes desigualdades socioeconómicas persistían al comparar los grupos menos y más desfavorecidos, de forma que se atribuían hasta un 28 % de las intoxicaciones y un 30 % de las quemaduras a la precariedad socioeconómica. El segundo estudio, realizado sobre adolescentes con edades comprendidas entre los 10 y 17 años, encontró, por el contrario, un aumento total en el número de intoxicaciones durante un periodo temporal similar (1992-2012), así como también un fuerte gradiente socioeconómico.

Un estudio transversal sobre veintiséis países europeos, publicado en el 2014 (211), indicaba que las condiciones inadecuadas en la vivienda, el barrio, así como una situación económica desfavorable del hogar empeoran según aumenta el nivel de desigualdad económica. Los índices de mortalidad infantil por traumatismo tienen fuertes correlaciones con los niveles de desigualdad de renta del país, así como con condiciones inadecuadas de la vivienda, lo que sugiere que las condiciones materiales de la vivienda podrían jugar un papel fundamental en la asociación entre desigualdad económica y salud infantil.

Otro estudio incluido en la revisión por Sengoelge *et al.* (210) encontraba, sobre población adulta de diecinueve países europeos, riesgos más altos de mortalidad por traumatismo entre el grupo calificado con nivel de estudios bajo frente al grupo con nivel alto, siendo este riesgo más elevado en hombres que en mujeres. En cuanto al riesgo de mortalidad por caída, estos mismos autores detectaban un mayor riesgo de mortalidad entre el grupo con nivel bajo de estudios frente al de nivel alto para ambos sexos, aunque otro estudio similar hallaba, a este respecto, mayor riesgo en el caso de los hombres que en el de las mujeres. En línea con este último dato, un estudio realizado en Skåne (Suecia) encontraba que hasta un 34 % de las mortalidades por caídas en hombres eran atribuibles a niveles de educación bajos, en comparación con el nivel más alto.

Un estudio llevado a cabo en Escocia (212) indicaba que la incidencia de asistencias de los servicios de urgencias debidas a traumatismos aumentaba significativamente según se incrementaba el nivel de vulnerabilidad social y económica. Otro estudio, desarrollado en este caso en Madrid (213), encontraba asociaciones estadísticas positivas entre las condiciones socioeconómicas desfavorables y la mortalidad por traumatismo en todos los grupos de edad estudiados (< 15, 15-44, 45-74, > 74), mostrando las mayores diferencias el grupo de mujeres de entre 15-44 años, así como los hombres menores de 15 años. En el grupo de mayor edad, de más de 74 años, lesiones como heridas, hematomas y esguinces presentaban las menores diferencias

en cuanto a posición socioeconómica, aunque el riesgo de fracturas era menor en los grupos socioeconómicamente más favorecidos.

Un estudio realizado en Inglaterra hallaba mayores índices de intoxicaciones y un 50 % más de quemaduras que derivaron en hospitalización o fallecimiento al comparar, sobre el grupo de edad de 0-24 años, el quintil más desfavorecido con el quintil menos desfavorecido. Otro estudio llevado a cabo también en Inglaterra sugería una mayor probabilidad de visita al servicio de urgencias pediátricas en las áreas más desfavorecidas (frente a las menos favorecidas) en cuanto a intoxicaciones y quemaduras. Un caso de estudio en Madrid (213) hallaba asociaciones similares para todas las edades en lo que respecta a lesiones por quemaduras e intoxicaciones.

El informe publicado en el 2019 por la Oficina Regional para Europa de la OMS (1) sobre desigualdades en salud ambiental también incluye el aspecto de las desigualdades asociadas a accidentes y traumatismos. Acota los datos a dos tipos de accidentes fatales: intoxicaciones y caídas.

En lo que respecta a las intoxicaciones, aunque el número de incidentes totales en la región europea ha disminuido desde el 2012, este riesgo es la tercera causa de muerte accidental entre la población mayor de 65 años en la región europea. El riesgo es mayor en hombres que en mujeres (con una ratio de 1,9:1), y se encuentran grandes diferencias en el caso de los niños menores de 15 años en función de si viven en un país de altos ingresos o de ingresos medios, con una ratio de 16:1 en el año 2000 y de 12,3:1 en el año 2015. Para todas las lesiones o los traumatismos (incluyendo los intencionales) en conjunto, las ratios son de 4,8:1 y 6,2:1, respectivamente.

En cuanto a las caídas, este informe apunta a la escasa información disponible sobre la relación entre estatus socioeconómico y caídas. Un estudio sugiere que, para edades tempranas, las lesiones relacionadas con caídas son más frecuentes en comunidades vulnerables o deprimidas. También encuentra mayores índices de caídas en personas mayores en países de altos ingresos frente a países de ingresos medios.

En general, los índices de accidentes en el hogar suelen ser más altos en los residentes con bajos ingresos. Esto se debe, en parte, a que las viviendas que alberguen más riesgos serán las que, probablemente, se puedan permitir económicamente. Y esto no ocurre solo en países subdesarrollados o en vías de desarrollo. Por ejemplo, en los Estados Unidos, una encuesta informó de que distintos elementos como extintores de incendios, planes de evacuación o alarmas de monóxido de carbono son mucho menos comunes en los hogares con bajos ingresos (4).

Vemos, pues, que las intervenciones destinadas al control y la prevención de accidentes pueden tener la capacidad de reducir no solo el riesgo de lesiones, sino también las desigualdades sociales asociadas. Aunque algunos estudios sugieren el papel relevante de las condiciones de la vivienda, falta más evidencia que aborde explícitamente las características físicas y ambientales del entorno doméstico en relación con el riesgo de accidentes.

En lo que respecta a la vivienda...

La reducción de peligros en la vivienda se asocia a una reducción en el riesgo de accidentes y lesiones involuntarias de sus habitantes. Entre ellas, destacan las provocadas por caídas (especialmente graves en el caso de personas mayores). Para reducir este riesgo, será fundamental atender a las características y condiciones de las escaleras, evitando que sean demasiado estrechas, con escalones excesivamente altos, bajos, o desiguales, con superficies resbaladizas, bordes no marcados, pasamanos discontinuo o inadecuado e iluminación tanto excesiva como insuficiente. También son factores relevantes las alfombras sueltas o irregulares, los suelos resbaladizos en baños y cocina, los cables eléctricos sueltos y una iluminación nocturna insuficiente.

Las viviendas en las que se hayan instalado soluciones de seguridad (generalmente de bajo coste), como detectores de humo y sistemas de extinción de incendios, barreras de seguridad en escaleras y protectores o rejas en ventanas, verán reducido significativamente el riesgo de accidentes y lesiones involuntarias. A ello se suman protectores de superficies calientes como chimeneas, estufas u hornos que protejan de quemaduras, especialmente en el caso de los niños y otros grupos vulnerables. También será beneficioso, en este sentido, que la cocina disponga de una puerta.

El uso de cocinas y hornos seguros (con apagado automático), sistemas de calefacción seguros, espacios de almacenamiento seguro de materiales y fluidos inflamables, la reparación o la renovación del sistema eléctrico, el mantenimiento de los espacios limpios y despejados, así como garantizar iluminación suficiente en los interiores, son otras medidas indicadas por distintos estudios para prevenir lesiones o muertes por fuego.

3.3. Uso

La forma de habitar y comportarse en la vivienda es un factor determinante en cuanto a las condiciones en las que esta se encuentre. El espacio en relación con las personas que conviven en él, las relaciones entre convivientes, las costumbres de higiene o la motivación y la capacidad de mantener y reparar desperfectos son todos ellos factores que pueden contribuir de forma significativa a que la vivienda se encuentre en unas condiciones adecuadas y, por lo tanto, saludables.

La Oficina Regional para Europa de la OMS estima que en torno al 6 % de los hogares españoles vive en condiciones de hacinamiento (1). Estas condiciones podrían dificultar el mantenimiento de la vivienda en un estado adecuado de limpieza, especialmente de las estancias de uso común. Vivir en condiciones de hacinamiento puede ser también un factor desencadenante de muchas otras dolencias y trastornos, tanto físicos como mentales o sociales, que afectan de forma significativa a nuestra capacidad de descansar, concentrarnos o experimentar privacidad en nuestro hogar.

Efectos sobre la salud: estado de la evidencia

- Vivir en condiciones de hacinamiento se ha asociado a un mayor riesgo de padecer enfermedades infecciosas como tuberculosis y otras enfermedades respiratorias, gastroenteritis o diarreas, así como a una mayor propensión a sufrir accidentes domésticos, trastornos mentales, exposición al humo de tabaco y bajo rendimiento académico en adolescentes.
- Dadas las fuertes asociaciones que la literatura científica ha establecido entre hacinamiento y efectos nocivos sobre la salud, la OMS recomienda a las autoridades competentes de todos los países destinar esfuerzos a reducir los índices de hacinamiento de sus comunidades, aun cuando la prevalencia de enfermedades infecciosas específicas (como la tuberculosis) sea baja.
- Un reciente estudio encontraba que las mujeres que informaban de que vivían en condiciones de hacinamiento tenían más riesgo de dar a luz a un bebé pequeño para la edad gestacional.
- En España, los hogares monoparentales son un 60 % más propensos a vivir en condiciones de hacinamiento que otros tipos de familias.

- Las políticas públicas que favorezcan el acceso de hogares con menores ingresos a viviendas más espaciaosas podrían tener un efecto sustancial sobre las desigualdades en términos de educación.
- Los ácaros y demás alérgenos contenidos en el polvo doméstico se han vinculado a problemas de salud como asma o eccema, y se estima que entre un 15-20 % de la población en países industrializados se encuentra afectada por enfermedades relacionadas con el polvo en la vivienda.
- Las condiciones óptimas para la proliferación de ácaros en la vivienda son las zonas cálidas y húmedas, encontrándose estos típicamente en colchones, almohadas, alfombras, sofás o juguetes blandos.
- El impacto de unas condiciones insalubres en la vivienda se extiende más allá de la salud física, ya que estas inciden de forma significativa, también, en la salud mental.
- Las mejoras en la vivienda se han asociado a una reducción del riesgo de parto prematuro; en particular, la eliminación de humedades y la reparación de tejados.
- Entre las razones detrás de las decisiones de los propietarios para no invertir en mejoras en su vivienda se encuentra, en primer lugar, el coste. Sigue a esta motivación la creencia de que dicha inversión no va a suponer una mejora o beneficio para la salud y seguridad de los residentes.

Los problemas sobre la salud relacionados con vivir en condiciones de hacinamiento han sido ampliamente estudiados, principalmente desde la perspectiva social y de desigualdad. No obstante, sería útil generar más evidencia científica que distinga entre niveles de hacinamiento (por ejemplo, moderado o severo), o en función del tiempo de exposición a condiciones de hacinamiento. Asimismo, conviene explorar la efectividad de las posibles intervenciones para reducirlo. Esto resulta especialmente difícil ante la disparidad de criterios que existen para definir la condición de hacinamiento (muy determinado por la región y la cultura), así como el vínculo tan cercano entre hacinamiento y vulnerabilidad social, que hace que la causalidad entre el hacinamiento y sus efectos sobre la salud sea muy difícil de establecer.

La OMS planteó en el 2018 una revisión sistemática (4) para dar respuesta a la siguiente pregunta: en la población en general expuesta a condiciones de hacinamiento en su vivienda, ¿cuál es la relación exposición-respuesta entre la exposición a hacinamiento y la proporción de personas con peor

salud, en comparación con la población no expuesta a condiciones de hacinamiento en su vivienda?

La certeza de la evidencia es heterogénea según el caso y el efecto sobre la salud estudiado. Por ejemplo, mientras que la certeza de la evidencia de que las personas que viven en condiciones de hacinamiento tienen mayor riesgo de padecer tuberculosis y otras enfermedades infecciosas respiratorias es alta, y la asociación con gastroenteritis y diarreas es de moderada a alta, la certeza de la evidencia de que produce trastornos del sueño se considera baja. No obstante, sopesando los beneficios (frente a los perjuicios) de reducir las condiciones de hacinamiento en las comunidades, así como su viabilidad, la recomendación de la OMS al respecto es firme.

De hecho, dadas las fuertes asociaciones que la literatura científica ha establecido con efectos nocivos sobre la salud, la OMS recomienda a las autoridades competentes de todos los países destinar esfuerzos a reducir los índices de hacinamiento de sus comunidades, aun cuando la prevalencia de enfermedades infecciosas específicas (como la tuberculosis) sea baja (4).

Junto a esta revisión sistemática realizada por la OMS, se encuentra abundante literatura reciente que incluye las condiciones de hacinamiento como factor de riesgo clave en las relaciones entre vivienda y salud, y en especial como indicador de vulnerabilidad social y económica.

En cuanto al resto de dimensiones del uso que se hace de la vivienda, existe un volumen muy limitado de publicaciones científicas recientes que exploren de forma explícita el papel del comportamiento de sus residentes en materia de higiene y salubridad en la vivienda con efectos sobre la salud. Los estudios encontrados son pocos y dispersos, y la mayor parte se basan en cuestionarios realizados a poblaciones pequeñas. A continuación, se recoge esta documentación disponible y se expone en dos puntos principales: hacinamiento, y mantenimiento, higiene y salubridad.

Hacinamiento

El hacinamiento en las viviendas es una condición en la que el número de ocupantes excede la capacidad espacial de la vivienda (medido tanto en número de estancias como de dormitorios o superficie útil), y que resulta en efectos físicos y psíquicos adversos. La consideración de hacinamiento depende no solo del número de personas que comparten una vivienda, sino también de su edad, su relación y su género. Depende, también, de aspectos culturales, y varía en función de las regiones.

Por ejemplo, mientras que ONU-Habitat establece como norma general que se dan las condiciones de hacinamiento cuando más de tres personas

comparten una habitación, Eurostat considera que existe hacinamiento cuando la vivienda no dispone de:

- un dormitorio por cada pareja adulta;
- un dormitorio por cada persona soltera mayor de 18 años;
- un dormitorio por cada par de personas solteras del mismo género, con edades comprendidas entre los 12 y los 17 años;
- un dormitorio por cada par de niños menores de 12 años.

Vivir o no en condiciones de hacinamiento depende en gran medida, pues, de las dimensiones y la distribución de la vivienda. Pero también depende del estado en el que se encuentre; pueden darse situaciones de hacinamiento cuando algunas estancias de la vivienda no se utilicen por estar en malas condiciones (por ejemplo, afectadas por humedades o plagas) o por no poder permitirse calentarlas en invierno.

El hacinamiento en la vivienda se considera un factor de estrés para la salud y el bienestar. Tal y como indica la revisión realizada hasta el 2018 por la OMS en *WHO Housing and health guidelines* (4), distintos estudios lo han asociado a un mayor riesgo de contraer enfermedades infecciosas como tuberculosis y otras enfermedades respiratorias, gastroenteritis y diarreas. También existe evidencia que asocia el hacinamiento a un aumento del riesgo de sufrir lesiones y accidentes domésticos, tensión social y exposición al humo de tabaco (tabaquismo pasivo); todos ellos, factores de riesgo para la salud.

A esto se suma la asociación entre vivir en condiciones de hacinamiento y un peor rendimiento académico en adolescentes, al no disponer de espacio suficiente en el hogar para sus actividades e interferir en su capacidad de concentración (214). La literatura al respecto (por ejemplo, 215) sugiere que el ruido, las interacciones sociales no deseadas o las constantes interrupciones derivadas de vivir en condiciones de hacinamiento contribuyen a la inestabilidad e imprevisibilidad en la vida de los niños. Los efectos negativos de estas condiciones pueden verse aminoradas cuando disponen de una habitación en la que poder pasar tiempo solos.

La asociación entre hacinamiento y enfermedades infecciosas se ha centrado principalmente en la tuberculosis. Las asociaciones son consistentes con un aumento del riesgo de contraer esta infección, de modo que la OMS sugiere que reducir las tasas de hacinamiento reducirá también los índices de esta enfermedad. La tuberculosis es una de las enfermedades infecciosas que más mortalidad ocasiona a escala global. No obstante, en España, la tasa de incidencia de esta enfermedad sigue una progresión descendente.

te (descendiendo de media un 6 % al año desde el 2012) y en el 2018 se encontraba en 9,39 casos por 100.000 habitantes⁸³. Por lo tanto, España actualmente se considera un país de baja incidencia (< 10 casos/100.000 hab.).

Además de la tuberculosis, vivir en condiciones de hacinamiento también se ha asociado a otras enfermedades infecciosas respiratorias como la gripe, la neumonía, la enfermedad respiratoria aguda o el virus sincitial respiratorio. A ello se suman las fuertes asociaciones entre hacinamiento y gastroenteritis o diarreas. En particular, altos niveles de hacinamiento (al menos tres o cuatro personas por dormitorio) se han asociado a un aumento significativo de casos de diarrea en comparación con los niveles más bajos de hacinamiento (menos de dos personas por dormitorio).

Distintas investigaciones exploran la relación entre hacinamiento y otras enfermedades infecciosas. Entre las incluidas en la revisión de la OMS del 2018 se encuentran estudios que vinculan el hacinamiento con fiebre reumática y valvulopatía cardíaca, fiebre tifoidea, infección por meningococo, el dengue, *Helicobacter pylori*, *Staphylococcus aureus*, el parásito *Toxoplasma gondii*, el virus de Epstein Barr o infecciones neonatales, entre otras. La certeza de la evidencia es calificada de moderada a baja, en función del caso.

Vivir en condiciones de hacinamiento se ha vinculado, también, a problemas de salud mental. Los problemas mentales asociados incluyen estrés, abuso del alcohol, sentimientos depresivos y percepción de infelicidad sobre la propia salud. Estudios transversales centrados en posibles efectos del hacinamiento, como hiperactividad y déficit de atención, síntomas emocionales, estrés psicológico, pensamientos suicidas, baja autoestima o consumo de drogas, no encontraron relaciones significativas. De hecho, un estudio transversal encontró que vivir en condiciones de hacinamiento se asociaba a una menor prevalencia de discapacidad psiquiátrica. Por lo tanto, dados los resultados poco concluyentes o contradictorios, la OMS califica la certeza de la evidencia que relaciona el hacinamiento con efectos adversos sobre la salud mental de moderada a baja.

Como se ha comentado en el apartado 2.3, «Ruido», existe un creciente volumen de estudios que apuntan a una vinculación entre privación o mala calidad del sueño y mayor prevalencia de obesidad (168, 169 y 170); un riesgo asociado, a su vez, a un aumento general de mortalidad y comorbilidades. Ante la hipótesis de que vivir en unas condiciones de hacinamiento puede afectar negativamente a la calidad y la cantidad del sueño, distintos estudios incluidos en la revisión sistemática de la OMS (4) arrojan resultados

83. <https://www.msccbs.gob.es/profesionales/saludPublica/prevPromocion/PlanTuberculosis/planTuberculosis.htm>.

poco concluyentes. Mientras que uno de los estudios encontró una asociación con cansancio excesivo durante el día en hogares con más de una persona por dormitorio, otro concluía que no había asociaciones significativas con los indicadores típicos de trastornos del sueño. Este último sí encontró, no obstante, relación entre el hacinamiento y una menor duración del sueño en algunos análisis. Además, apuntaba a un efecto acumulativo de las condiciones de hacinamiento y las malas condiciones del barrio (como desórdenes y vandalismo) sobre la calidad y la cantidad del sueño (216). La OMS califica la certeza de la evidencia de que al reducir el hacinamiento se reducirá la incidencia de trastornos del sueño de baja a muy baja.

Junto con los estudios incluidos en la revisión de la OMS, destaca un estudio llevado a cabo en el Reino Unido (142), publicado en el 2018, que mostraba que las mujeres que informaban de que vivían en condiciones de hacinamiento tenían más riesgo de dar a luz a un bebé pequeño para la edad gestacional. A ello se suma una reciente revisión sistemática sobre condiciones inadecuadas de la vivienda y sus efectos sobre la salud mental (217), que encontraba estudios que vinculaban condiciones de hacinamiento experimentadas durante el nacimiento con depresión en hombres con edades comprendidas entre los 32 y 34 años.

Mantenimiento, higiene y salubridad

Las plagas de ácaros, cucarachas, avispas, ratas o incluso palomas se pueden producir en los hogares donde exista falta de higiene o bien donde aparezcan y haya que tomar medidas para remediarlas. A pesar de que las viviendas en zonas rurales, al encontrarse en cercanía con el medio natural, pueden tener en general más posibilidades de estar afectadas por este tipo de plagas, también existen en determinados ambientes urbanos problemas; a menudo, como resultado de comportamientos antihigiénicos, aunque también como resultado de la adaptación de estas especies al ambiente urbano, al anidar y proliferar en la ciudad (36).

Las fuentes más comunes de plagas domésticas que presentan riesgos potenciales para la salud son los piojos, chinches, pulgas, cucarachas, ácaros, ratas y ratones (14). Estas plagas se pueden prevenir mediante un almacenamiento cuidadoso de alimentos y residuos, así como manteniendo unas buenas condiciones de higiene. Los gránulos fecales de los ácaros del polvo doméstico y las esporas de moho son los alérgenos domésticos más comunes en regiones templadas. Las condiciones óptimas para la proliferación de ácaros son las zonas cálidas y húmedas, y estos se encuentran típicamente en elementos de la vivienda como colchones, almohadas, alfombras, sofás, juguetes blandos (peluches) o sillas de coche de niños (147). Una correcta ventilación, el control

de la humedad y hábitos de limpieza del polvo doméstico son recomendables de cara a minimizar el crecimiento de estos alérgenos.

Como ya se ha comentado en el apartado 2.1, «Calidad del aire interior», los ácaros y demás alérgenos contenidos en el polvo doméstico se vinculan a problemas de salud como asma o eccema. Se estima que entre un 15-20 % de la población en países industrializados se encuentra afectada por enfermedades relacionadas con el polvo en la vivienda (145). Un reciente estudio llevado a cabo en el Reino Unido (147) exploró el contenido de ácaros y alérgenos en el polvo generado en la vivienda, y cómo influían en ello tanto el perfil de los habitantes como sus costumbres de limpieza. A este fin, efectuó un estudio sobre cuatro tipos de residentes: estudiantes, personas mayores de 65 años, familias con mascotas y familias sin mascotas. Se recogieron muestras de polvo de cada vivienda, así como de los coches de los residentes, y se pasó una encuesta a un miembro de cada hogar para conocer sus hábitos de limpieza (por ejemplo, frecuencia de aspirado) y su percepción respecto a las zonas más y menos limpias de la vivienda.

Se encontraron ácaros en las muestras de polvo de todos los hogares estudiados, así como del alérgeno *Der p 1*. Las diferencias de las muestras entre los cuatro tipos de hogares no eran significativas, aunque se encontró una mayor proporción de ácaros en los hogares de familias (tanto con mascota como sin ella). Resulta relevante que sean precisamente este tipo de hogares los que informaran de que pasar la aspiradora era la tarea de limpieza que menos les gustaba realizar. La mayor cantidad de polvo se encontró en los hogares de familias sin mascotas, lo que sugiere que la presencia de mascotas fomenta una limpieza más frecuente.

La mayor parte de los hogares en el estudio indicaban dar bastante (62,5 %) o mucha (32,5 %) importancia a la limpieza (frente a un 6 %, que no lo consideraba un aspecto importante). La tarea de limpieza menos disfrutada, en general, era pasar la aspiradora, seguido de quitar el polvo y limpiar los inodoros (este último, de forma transversal a todos los grupos encuestados). En el caso de la vivienda de estudiantes, la tarea de limpieza menos valorada era limpiar los suelos. En cuanto a la percepción de limpieza, en general la zona percibida como más limpia era la cocina, seguida del cuarto de baño y el salón. Sin embargo, para los estudiantes, el 40 % percibía que su dormitorio era la zona más limpia.

El dormitorio era, en general, la zona valorada como menos limpia para la mayor parte de los hogares (a excepción de los estudiantes). Además, incluso en hogares en los que la práctica habitual de limpieza implicaba pasar la aspiradora una o más veces a la semana por el salón, ni los baños ni los colchones eran aspirados con frecuencia por la mayoría de los par-

ticipantes en el estudio. Distintos estudios sobre la localización de polvo y ácaros en la vivienda apuntan a que el colchón es la principal fuente de ácaros. Sin embargo, este estudio encontraba mayores concentraciones de estos y otros componentes (como pelo, uñas y comida) en el sofá de la sala de estar. Esto sugiere que, a pesar de que se informaba en general de que esta estancia era la más frecuentemente aspirada, las costumbres de limpieza no son suficientemente efectivas para lograr eliminar el polvo doméstico acumulado en ella.

Mientras que los efectos sobre la salud respiratoria de las plagas domésticas más comunes han sido ampliamente documentados, es menos conocida la asociación entre plagas y sus efectos sobre la salud mental. Un estudio transversal efectuado en residentes de viviendas públicas en Boston (218), basado en encuestas, encontraba que los individuos que convivían con una plaga de cucarachas en ese momento presentaban hasta tres veces mayor probabilidad de experimentar síntomas depresivos severos que los que no convivían con dicha plaga. Con una plaga doble, de cucarachas y ratones (asociadas ya en la literatura previa a problemas respiratorios como el asma), este estudio encontraba más de cinco veces mayor probabilidad de experimentar síntomas depresivos severos. Aunque la direccionalidad temporal de estos resultados es incierta, sí sugieren que el impacto de unas condiciones insalubres en la vivienda se extiende más allá de la salud física, de forma que afectan significativamente, también, a la salud mental.

Las mejoras en la vivienda se han asociado a una reducción del riesgo de parto prematuro (142); en particular, las mejoras enfocadas a eliminar humedades y reparar tejados. Una encuesta realizada en Nueva Zelanda (207) arroja resultados interesantes respecto a las razones detrás de las decisiones de distintos propietarios para no invertir en mejoras en su vivienda. Entre las razones para no invertir en aspectos detectados en una inspección previa a la encuesta (por ejemplo, protectores o limitadores de abertura para ventanas, o barrera de vapor en sótanos) se encontraban el coste y la creencia de que dicha inversión no iba a suponer una mejora o beneficio para la salud y seguridad de los residentes. Estos resultados demuestran la necesidad de transmitir de forma más efectiva al usuario las consecuencias para la salud de perpetuar unas condiciones inadecuadas en la vivienda, así como de fomentar la rehabilitación y mejora a través de ayudas e incentivos.

Desigualdad y colectivos vulnerables

A escala mundial, vivir en condiciones de hacinamiento es a menudo un indicador de pobreza y vulnerabilidad social (4). En España, la prevalencia

de hacinamiento es la tercera más baja (< 10 %) del grupo de países Euro ⁸⁴, después de Irlanda y Bélgica. No obstante, los hogares monoparentales (la mayoría de los cuales están encabezados por mujeres) tienen una ratio de prevalencia de hacinamiento frente a todos los tipos de hogares de 1,6:1 (1). Es decir, los hogares monoparentales son un 60 % más proclives a vivir en condiciones de hacinamiento que otros tipos de familias.

Como se ha mencionado anteriormente, existen asociaciones significativas entre vivir en condiciones de hacinamiento y un mayor riesgo de contraer tuberculosis. En los países de baja incidencia de esta infección, como es el caso de España, esta se concentra mayoritariamente en la población en situación de vulnerabilidad (219).

Otro aspecto significativo asociado a vivir en condiciones de hacinamiento es un bajo nivel educativo y peor rendimiento académico en adolescentes. Un estudio realizado en Francia y publicado en el 2005 (214) indicaba que los niños que crecían compartiendo habitación con al menos un hermano tenían mayor riesgo de repetir curso o abandonar los estudios antes de obtener un título que otros niños. Este estudio sostiene que el vínculo entre las condiciones de la vivienda y el fracaso escolar es una relación de causa-efecto. Por ello, defiende que las políticas públicas que favorezcan el acceso de hogares con menos ingresos a viviendas más espaciales podrían tener un efecto sustancial sobre las desigualdades en términos de educación.

Combatir el hacinamiento implica, por lo tanto, dar acceso a vivienda suficiente a los grupos más desfavorecidos y vulnerables. En este sentido, la OMS advierte del potencial riesgo de trasladar estas personas a otras localizaciones, lo que podría producir un efecto perjudicial en cuanto a los lazos sociales, el apoyo en el cuidado de menores o en las oportunidades académicas y laborales, lo que podría afectar tanto a la salud como a las oportunidades de percibir ingresos. Además, si esta vivienda nueva se sitúa en zonas de baja densidad o desarrollos periféricos aislados, puede derivar en una reducción de la actividad física. Y si la vivienda no es verdaderamente asequible, pagar por ella puede suponer una dificultad para costear otras cuestiones esenciales como la comida o la energía. Por ello, la OMS apunta a que las políticas de reducción de las condiciones de hacinamiento serán más efectivas si se combinan con políticas de apoyo al empleo y aumento de

84. Agrupamiento de países de la región europea de la OMS en cuatro subregiones. La subregión Euro 1 contiene los veintiún países que pertenecían a la Unión Europea antes de mayo del 2004, así como países de Europa Occidental con niveles de desarrollo comparables (como Noruega y Suiza).

ingresos del hogar, para hacer que las viviendas suficientemente espaciaosas sean realmente asequibles para estos hogares (4).

En lo que respecta a la vivienda...

Las viviendas de reducido tamaño o con un número insuficiente de dormitorios respecto al número de ocupantes pueden aumentar el riesgo de transmisión de enfermedades infecciosas, así como aumentar el riesgo de sufrir accidentes domésticos, trastornos mentales, exposición al humo de tabaco y bajo rendimiento académico en niños y adolescentes. En lo que respecta a este último dato, una vivienda saludable deberá disponer de espacio suficiente para que un menor duerma y estudie con comodidad, privacidad y ausencia de ruido u otras molestias.

Además, se deberá mantener en ellas unas condiciones aceptables de higiene y salubridad, evitando la proliferación de ácaros (asociados a problemas de salud como asma o eccema) o plagas (asociadas tanto a problemas de salud respiratoria como a síntomas depresivos severos) y realizando mejoras en la vivienda cuando estas sean necesarias. En particular, deberá acometerse la eliminación de humedades y la reparación de tejados.

3.4. Diseño y distribución

Como se viene exponiendo a lo largo de este documento, las características del entorno construido que habitamos, y en el que pasamos cada vez una mayor proporción de nuestro tiempo (2), pueden influir sobre nuestra salud y bienestar (18). El elemento de diseño y distribución que se presenta a continuación aún una buena parte de los elementos ya revisados, ya que serán el diseño y la distribución de los espacios los que estructuren, favorezcan o limiten nuestra exposición a muchos otros elementos en la vivienda.

Una determinada distribución de nuestro hogar puede favorecer o restringir aspectos tan diversos como la ventilación, el ruido, las temperaturas extremas, la iluminación o la accesibilidad. Todo ello, como hemos visto a lo largo de los elementos revisados, tiene un impacto sobre nuestra capacidad de socializar, descansar, disfrutar, concentrarnos o realizar tareas de forma autónoma y segura. A ello se suma el diseño del espacio exterior inmediato a la vivienda, ya sea en forma de balcones, patios, parcelas o zonas comunes de edificios residenciales. Su diseño puede tanto favorecer la exposición al

aire libre, la luz natural, la vegetación y la práctica de actividad física como suponer una fuente de peligros y preocupaciones.

El entorno que nos proporciona la vivienda es artificial; diseñado, construido y transformado por las personas, pero no siempre acorde a sus necesidades. Ya sea por desconocimiento, o por eficiencia mal entendida, vivimos en un hábitat que no siempre nos beneficia (118). El hecho de que un determinado diseño o una determinada distribución de la vivienda permitan realizar de forma sencilla y económica los cambios necesarios a lo largo del tiempo (acordes con las necesidades cambiantes de sus residentes) favorecerá que las familias, y particularmente las personas mayores, puedan quedarse en su vivienda durante más años (116), lo cual puede también suponer un beneficio desde la perspectiva de la intergeneracionalidad, la cohesión social del entorno y el sentimiento de pertenencia (15).

Efectos sobre la salud: estado de la evidencia

- Las distribuciones de vivienda basadas en espacios de circulación o distribuidores se han asociado a mayores índices de depresión en mujeres, frente a las distribuciones que orbitan en torno a estancias comunes y de reunión.
- Es necesaria una mayor investigación que explore el papel del diseño interior de la vivienda y el edificio de cara a favorecer o limitar la actividad física de sus residentes.
- Una adecuada provisión de almacenamiento en la vivienda puede favorecer prácticas saludables entre los residentes, como, por ejemplo, el desplazamiento activo, previendo un almacenamiento cómodo para poder guardar bicicletas.
- La reducción de las distracciones, las vistas al exterior, las temperaturas confortables (particularmente evitando el exceso de calor) y las condiciones acústicas que proporcionen bienestar son un conjunto de factores que contribuyen a mejorar la interacción social y el sentimiento de pertenencia en el hogar de personas con limitaciones cognitivas.
- Generalmente, los aspectos de diseño de la vivienda que han probado resultar beneficiosos para la salud de grupos vulnerables lo serán también para la población en su conjunto.
- Frente a los efectos del cambio climático, nuestro parque de viviendas debe ser capaz de proteger ante el calor excesivo, el frío y eventos meteorológicos extremos.

Existe un volumen muy limitado de evidencia científica reciente que aborde explícitamente los efectos de un determinado diseño o distribución de la vivienda sobre la salud. Sí aparecen, de forma dispersa, aspectos relevantes de cara a la salud que dependen en gran medida de características relativas a la distribución arquitectónica. Por ejemplo, en cuanto a la seguridad ante accidentes (véase el apartado 3.2), un estudio de caso-control en Bangladés encontró que los niños que vivían en casas en las que la cocina no disponía de puerta tenían más riesgo de padecer quemaduras (4).

Por otro lado, son varios los informes y guías de buenas prácticas recientes que, basadas de forma más o menos rigurosa en la evidencia científica disponible, proponen mejoras en el diseño y la distribución de la vivienda dirigidas a la salud y el bienestar de sus habitantes (15, 36 y 118, entre otras referencias).

Se recoge, a continuación, esta documentación disponible y se sintetiza en los siguientes aspectos principales que vinculan el diseño y la distribución arquitectónica de la vivienda a la salud y el bienestar de sus habitantes.

Tipos de vivienda y espacios comunes

Quizás el estudio hallado que relaciona de forma más explícita la distribución de la vivienda con los efectos sobre la salud sea el realizado sobre una población de residentes hispano-latinos con bajos ingresos que habitaban apartamentos del Bronx de Nueva York, publicado en el 2017 (220). A pesar de manejar una población pequeña y muy específica (por lo que se limita la generalización de los resultados), este estudio arroja datos relevantes en cuanto al papel de la distribución de la vivienda en la reducción o la agudización de los síntomas de depresión entre sus residentes.

Este estudio distingue entre los apartamentos cuya distribución gira en torno a espacios comunes, como el salón, la cocina o el comedor, y los apartamentos cuyas estancias principales son espacios distribuidores, como vestíbulos de entrada o pasillos. Las mujeres residentes en el primer tipo de distribución de vivienda mostraban una menor probabilidad de sufrir síntomas depresivos que las mujeres residentes en el segundo tipo de distribución (con índices por debajo de la mitad). En el caso de los hombres, no se encontraron asociaciones estadísticas significativas. A la luz de estos resultados, los autores sugieren que podrían ser coherentes con la línea de evidencia que afirma que las mujeres buscan (más que los hombres) el apoyo social para contrarrestar la depresión. De ser así, las distribuciones de apartamentos más tendentes al aislamiento serían más perjudiciales para

ellas que las distribuciones en torno a espacios comunes que favorezcan la oportunidad de encuentros y la interacción social.

Este mismo estudio encuentra, además, que los índices más altos de depresión se daban entre las mujeres que vivían solas en apartamentos con una distribución basada en espacios distribuidores o de circulación, frente a las que vivían solas en apartamentos con una distribución en torno a espacios comunes o de reunión. Aunque estos resultados no sean estadísticamente significativos, sugieren que determinados tipos de distribución de la vivienda, como factor fundamental del entorno en el que viven, pueden impactar en la percepción subjetiva de aislamiento social de sus residentes.

Algunas tipologías de vivienda, como la vivienda en altura, se han asociado a un mayor riesgo de aislamiento social y problemas mentales, al carecer de suficientes zonas comunes (29, 30 y 31). Una revisión de estudios epidemiológicos al respecto (215) encontró un patrón consistente de mala salud mental asociada a viviendas en altura y a vivienda colectiva, que se vinculaban a un mayor aislamiento social y a escasez de espacios comunes, de juego o al aire libre. No obstante, la calidad de las investigaciones se calificó como baja. Existen múltiples factores relacionados que podrían confundir los resultados, por lo que hasta el momento no existe evidencia demostrada de que este tipo de viviendas sean la causa de una peor salud mental de sus habitantes.

Un estudio llevado a cabo en el Reino Unido y publicado en el 2018 (221), que exploraba las relaciones entre vivienda y salud usando datos de la proteína C reactiva (biomarcador asociado a la infección y el estrés), encontraba menores niveles de este biomarcador (es decir, mejor estado de salud) en residentes de viviendas unifamiliares aisladas, en comparación con residentes de viviendas adosadas o apartamentos.

En contraposición, otra investigación reciente (222) sobre las relaciones entre tipología de vivienda y condiciones de salud realizaba, sobre una población de cerca de diez mil adultos coreanos, una serie de encuestas para explorar la relación entre el tipo de vivienda en la que residían (apartamento u otro tipo de vivienda), los fenotipos metabólicos y el índice de masa corporal. Este estudio hallaba, sin embargo, ventajas a vivir en apartamentos frente a otras tipologías residenciales. Los resultados encontrados mostraban que los individuos que no vivían en apartamentos tenían una mayor probabilidad (23 % más) de sufrir alguna alteración metabólica o sobrepeso, en comparación con los residentes de apartamentos.

El sedentarismo y la obesidad suponen una de las mayores epidemias globales, con prevalencias que van en aumento en la mayoría de los países

desarrollados (223). En este sentido, un estilo de vida activo puede representar una mejora en la salud y la calidad de vida de un número creciente de personas. Mientras que el volumen de evidencia que relaciona la accesibilidad y la cercanía de la vivienda a espacios verdes y sendas ciclistas con una mayor actividad física es amplio y creciente, poco se ha investigado sobre el papel del diseño interior de la vivienda y el edificio de cara a favorecer o limitar la actividad física. Uno de los pocos estudios recientes al respecto, publicado en el 2019, se realizó con familias con bajos ingresos en Brooklyn, Nueva York (224). Este estudio analiza el impacto de viviendas protegidas recientemente construidas, diseñadas bajo los parámetros del diseño activo, sobre la actividad física de sus ocupantes. El tipo y la cantidad de actividad era comunicada por los propios participantes a través de cuestionarios.

El diseño activo recurre a la arquitectura y el planeamiento urbano para hacer la actividad física y la comida saludable más disponible y atractiva para la comunidad. La guía sobre este enfoque se publicó en el 2010 (225), a instancias de distintos organismos de la ciudad de Nueva York, y supone una herramienta de diseño para incrementar la actividad física en el diseño y la construcción de barrios, calles y edificios. Esto incluye, por ejemplo, aparcamientos seguros para bicicletas, escaleras cómodas y bien iluminadas (que inviten a prescindir del ascensor cuando sea posible), equipos para practicar ejercicio al aire libre, patios de recreo o huertos urbanos. Vemos, pues, la importancia de los espacios comunitarios para incorporar estos elementos y su potencial para favorecer la interacción entre residentes.

En el mencionado estudio, a pesar de encontrar ligeros incrementos de actividad física tras un año de residencia en estas «viviendas activas» (en comparación con residentes de viviendas más tradicionales), se indica la necesidad de desarrollar más investigación al respecto, basada también en mediciones objetivas. No obstante, este estudio sí encuentra indicios de que vivir en un «edificio activo» puede favorecer la actividad física de sus residentes.

Espacios variados, adaptables y accesibles

Distintas guías sobre viviendas saludables indican la pertinencia de proveer espacios para distintas actividades (como juego, cocina o conversación), ya que esto favorecerá oportunidades positivas para la interacción social y su potencial efecto beneficioso para la salud mental (220), como ya se ha mencionado en el punto anterior. El informe *Health and wellbeing in homes* (15) sugiere diseñar en la vivienda tanto espacios de refugio individual como otros más amplios y adaptables para actividades en grupo.

La usabilidad de la vivienda mejorará cuando la distribución haya previsto espacios adecuados para el almacenamiento, la amplitud de accesos y mejoras desde el punto de vista de la accesibilidad en general (véase el apartado 3.1). Además, una adecuada provisión de espacio de almacenamiento puede incluso favorecer prácticas saludables entre los residentes, como el desplazamiento activo, si el diseño de la vivienda o edificio tiene previstos espacios seguros y de fácil acceso para guardar bicicletas (15).

Como ya se ha detallado para en el apartado 3.1, «Accesibilidad», las viviendas diseñadas desde los principios del diseño universal procurarán que sus espacios y elementos se adapten a las necesidades de toda clase de ocupantes, independientemente de su edad, capacidad funcional, capacidad cognitiva o situación social.

Los diseños de la vivienda (tanto en sus espacios interiores como exteriores) basados en estos principios se han asociado a mejoras en la calidad de vida de las personas con limitaciones cognitivas (200 y 201). Por ejemplo, en cuanto a las características espaciales y ambientales, distintas investigaciones apuntan a que una reducción de las distracciones, vistas al exterior, temperaturas confortables (particularmente, evitando el exceso de calor) y condiciones acústicas también confortables son todos los factores que contribuyen a mejorar la interacción social y el sentimiento de pertenencia de las personas con limitaciones cognitivas (226).

Por otro lado, recomendaciones para el diseño de una vivienda que permita y propicie un envejecimiento activo incluyen, entre otros aspectos, espacios interiores generosos, gran cantidad de luz natural, balcones y espacios exteriores, espacios comunes compartidos, presencia de vegetación, buena ventilación que evite el sobrecalentamiento, iluminación suficiente y adecuada, amplios espacios de almacenamiento o espacios exteriores seguros y con prioridad peatonal. A este respecto, un estudio en Taiwán (227), basado en encuestas, mostraba que los tres elementos más valorados por las personas mayores en su vivienda y zonas comunes son el espacio exterior al aire libre, senderos y jardines con bancos para sentarse. La multifuncionalidad era también una de las cualidades más valoradas, tanto en espacios exteriores como interiores.

Todos estos aspectos mencionados también podrían resultar positivos, por ejemplo, para el desarrollo seguro y saludable de los niños, para quienes deben garantizarse espacios amplios de juego y desplazamiento sin elementos de tropiezo, la exposición a la luz natural, vegetación y aire exterior en condiciones seguras (15 y 203). Además, todos estos aspectos (como hemos podido comprobar al recorrer los elementos de esta revi-

sión), pueden tener un efecto beneficioso sobre la salud y el bienestar de sus residentes, e impactar de forma particular sobre los grupos más vulnerables mencionados, aunque potencialmente puedan beneficiar a toda clase de usuarios de la vivienda; tanto en un momento puntual como a lo largo de sus vidas, al adaptarse los espacios con mayor facilidad a las circunstancias y capacidades cambiantes de los residentes (36 y 202).

Mientras que distintos autores apuntan a la importancia del control y la capacidad de elección por parte del usuario sobre cómo diseñar y ordenar su entorno doméstico (lo que evitará estigmas y favorecerá el sentimiento de pertenencia), sí parece existir cierto consenso en torno a la idea de que un diseño sensible que mejore el ambiente para una población concreta a menudo lo hará también para el resto de poblaciones (226). De ahí que, ya sea bajo los principios del diseño universal, el envejecimiento activo, la seguridad de los niños pequeños o la salud y el bienestar de personas con limitaciones funcionales o cognitivas, en general los aspectos de diseño de la vivienda que han probado resultar beneficiosos para la salud de estos grupos más vulnerables también lo serán para la población en su conjunto.

Espacios iluminados y ventilados

En los apartados 1.3, 1.5 y 2.4 se detalla el estado de la evidencia en cuanto a los efectos sobre la salud de una incorrecta ventilación e iluminación, tanto natural como artificial. De ello se extraen, entre otros aspectos, la importancia de una exposición diaria a luz intensa (preferiblemente natural) y los beneficios de una renovación de aire suficiente. El informe *Health and wellbeing in homes* (15) sugiere una serie de consideraciones al abordar mejoras en estos aspectos sobre viviendas existentes, que se describen a continuación.

Los niveles de iluminación natural en la vivienda pueden mejorarse al eliminar particiones interiores, a fin de lograr estancias más espaciaosas (que posiblemente beneficien también la accesibilidad, funcionalidad y adaptabilidad). La introducción de huecos de ventana nuevos o lucernarios cuando sea posible también aumentará, lógicamente, la cantidad de luz natural que entra en el hogar. En relación con las ventanas existentes, su sustitución por unas de carpintería más estrecha y mejor calidad del vidrio puede mejorar significativamente las condiciones de iluminación natural interior.

Existe también un posible riesgo de pérdida de iluminación natural a la hora de rehabilitar térmicamente una vivienda incorporando aislamiento térmico en fachadas. Al aumentar el espesor de la fachada, deben

tenerse en cuenta las potenciales pérdidas de luz natural que pueda sufrir la vivienda, y deberán compensarse, en su caso, con otras medidas que la favorezcan (o, cuando esto no sea posible, con luz artificial suficiente).

En cuanto a la ventilación, en los apartados 1.3, 1.4 y 2.1 se menciona el riesgo que entraña la creciente estanqueidad de los espacios interiores, ya que a menudo se favorece la eficiencia energética y el control de la temperatura en detrimento de la calidad del aire interior (en particular, en lo referente a la humedad y las consecuentes condensaciones o proliferación de moho). Según el último *Healthy Homes Barometer*, del 2019, una mejor calidad del aire interior (que dependa, en gran medida, de las ratios de renovación) repercutirá significativamente sobre la salud de los niños; por ejemplo, aumentará su rendimiento cognitivo, mejorará su atención y concentración, y reducirá el absentismo escolar (84).

Las viviendas con opción de efectuar una ventilación cruzada (con ventanas en dos orientaciones) tendrán mayor facilidad para renovar el aire interior. Cuando esto no sea posible, a los sistemas de ventilación en edificios de uso residencial de obligado cumplimiento según el CTE, así como al control de las condiciones higrotérmicas, pueden sumarse, según informes recientes (por ejemplo, 118) otras medidas correctoras que contribuyan a mejorar la calidad del aire, como determinados tipos de plantas capaces de absorber algunos contaminantes.

Junto a la selección de materiales adecuados para los interiores (véase el apartado 2.1) que minimicen el desprendimiento de gases y partículas (que podría exacerbarse en casos de ventilación insuficiente), los sistemas de ventilación en las viviendas deben ser de fácil uso y manejo (15). En los sistemas de ventilación mecánica con filtros, los propietarios o las personas encargadas del mantenimiento deberán encargarse de sustituir los filtros con regularidad. En el caso de los sistemas sin filtros, deberá tenerse en cuenta que no sirvan de vehículo para introducir contaminantes del exterior (como contaminación por emisiones del tráfico rodado) al interior de la vivienda. En cualquier caso, las condiciones interiores (térmicas, pero no solo estas) deberán monitorizarse, y su control tendrá que ser sencillo y conocido por los usuarios. Esto incluye también, entre otros aspectos, conocer cómo y cuándo deben abrirse las ventanas para lograr una ventilación natural efectiva, en función de la estación del año y de las condiciones de soleamiento.

Espacios para la nutrición

Aunque esta revisión no aborda el amplio campo de la nutrición (tan importante, no obstante, en las relaciones entre vivienda, salud y bien-

estar, también desde la perspectiva de la desigualdad⁸⁵), distintos informes analizados hacen alusión a dos aspectos relacionados con la nutrición que resultan especialmente relevantes de cara al diseño y distribución de la vivienda: los espacios de preparación y almacenamiento de alimentos, y el espacio para comer.

La preparación de comidas puede convertirse en una actividad social, especialmente si el diseño de la cocina admite o facilita que esta actividad sea colaborativa. En cuanto a la acción de comer, existe evidencia (15) que sugiere que comer en familia de forma regular favorece los vínculos afectivos entre los miembros de la familia o los convivientes. Además, la alimentación tenderá a ser más nutritiva y saludable, lo que reducirá el riesgo de sobrepeso y adicciones a alcohol o drogas. Compartir las comidas en familia (es decir, comer de forma regular en compañía de los convivientes) también resulta beneficioso para los niños y adolescentes, al ofrecerles rutinas y asentar buenos hábitos tanto sociales y psicológicos como nutricionales (228).

El diseño de la vivienda puede tanto favorecer como restringir esta práctica. Proveer espacios de comedor agradables, con vistas al exterior y buena iluminación natural, control del ruido, así como de fácil acceso desde la cocina, invitará a los convivientes a sentarse juntos en la mesa, lo que evitará prácticas menos saludables como comer frente al televisor (15).

En cuanto a los espacios de preparación y almacenamiento de alimentos, resulta fundamental tanto disponer de espacio de almacenamiento adecuado y suficiente como garantizar unas adecuadas condiciones higrotérmicas y de limpieza. El control de la contaminación química o biológica, tanto en el ambiente como en las superficies de los lugares en los que manipulamos los alimentos y bebidas, está claramente vinculado a la elección de materiales de la construcción destinados a acabados, equipamientos y canalizaciones (118). También, al correcto dimensionamiento y funcionamiento de los sistemas de extracción de humos, y al comportamiento y los hábitos de los residentes. A ello se suma la importancia de disponer de un suministro de agua de calidad, como ya se ha mencionado en el apartado 2.2.

85. Según el estudio nutricional de la población española de Unicef (257), el 33,8 % de niños y adolescentes de 5 a 19 años en España tiene sobrepeso. En los hogares con menos ingresos se mantiene un crecimiento de los índices de obesidad infantil, mientras que estos se estabilizan o reducen en los hogares con más ingresos. Según datos de la OMS, un 27 % de la obesidad en adolescentes en Europa se atribuía a diferencias socioeconómicas en 2014, mientras que este dato era del 18 % en el 2002.

Viviendas protegidas ante las inclemencias

Como se ha mencionado en la introducción de este documento, los efectos del cambio climático son un reto importante al que se enfrenta el entorno construido en general y nuestras viviendas en particular. En mayor medida en las ciudades, donde (según el último informe publicado por el IPCC⁸⁶) el impacto de la subida de temperaturas sobre la salud de las personas será mayor, debido en gran parte al efecto de la isla de calor. Las temperaturas medias aumentan, los periodos de temperaturas altas se prolongan, las olas de calor ocurren con mayor frecuencia y el efecto de la isla de calor contribuye a que las noches no refresquen suficientemente. De ahí que sea más necesario que nunca poner los medios para que nuestro parque de viviendas sea capaz de proteger ante el calor excesivo, así como ante el frío y eventos meteorológicos extremos.

De nuevo, el informe *Health and wellbeing in homes* (15) sugiere una serie de consideraciones al respecto. Frente al calor excesivo en la vivienda (cuyos efectos sobre la salud se detallan en el apartado 1.2), además de la posibilidad de reducirlo mediante la incorporación de aislamiento térmico y ventanas con vidrio reflectante de control solar, o hasta cierto punto mediante la ventilación (ver apartado 1.3), es conveniente que las viviendas prevean la instalación de sistemas, activos o pasivos, que aporten sombra (como toldos, persianas o celosías). A ello se suma la elección de colores claros en las fachadas y los materiales de las cubiertas, que también ayudará a no contribuir al efecto de la isla de calor.

Resulta, además, conveniente sobredimensionar los canalones y los sistemas de recogida de aguas pluviales de la vivienda y de su entorno inmediato, en previsión de lluvias torrenciales. La incorporación de espacios verdes y azules será, asimismo, beneficiosa tanto para evitar inundaciones y escorrentías (al proveer de mayor permeabilidad al terreno, frente al suelo pavimentado) como por los numerosos beneficios para la salud física y mental asociados (32, 33, 34 y 35, entre otras referencias).

Desigualdad y colectivos vulnerables

Un reciente estudio llevado a cabo en Portugal (229) indica que la asociación entre vivienda desfavorecida y mortalidad es más fuerte que las asociaciones observadas para factores de riesgo ya establecidos como hipertensión, sedentarismo, alcoholismo, empleo manual u obesidad. Es decir,

86. https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/09/IPCC-Special-Report-1.5-SPM_es.pdf.

individuos con la misma edad, sexo, educación y ocupación tienen riesgos de mortalidad distintos en función del tipo de vivienda que ocupen. El acceso a una vivienda saludable, y en particular a una vivienda con una distribución adecuada, amplitud y variedad de espacios, iluminación natural suficiente, etc., es en realidad un asunto clave que no se aborda de forma explícita en este informe: el problema del acceso a una vivienda digna para todos.

Como ya sugerían los autores del estudio que vincula determinado tipo de distribución de la vivienda a un mayor riesgo de sufrir síntomas depresivos (220), no siempre existe la capacidad de elección por parte de los residentes de vivir en un determinado lugar. Tampoco se conoce hasta qué punto una mala salud preexistente lleva a escoger (o verse abocado a) vivir en un hogar cuyos elementos y características de distribución resultan nocivos para su bienestar.

La percepción del entorno es otro aspecto clave que impacta en la salud de las comunidades más desfavorecidas. El pesimismo, la preocupación o la percepción de peligro hacia el entorno se asocia de forma consistente a problemas de salud mental y al abuso de sustancias (27), así como a problemas en cuanto a la salud del sueño (26). Además, en relación con la calidad de los espacios comunes y el entorno inmediato, como ya se ha mencionado en el apartado 3.1, numerosos estudios concluyen que las áreas más vulnerables o desfavorecidas tienen menos espacios verdes y azules disponibles en comparación con las zonas más ricas (1). Este aspecto es especialmente grave si se considera que son precisamente las comunidades más deprimidas las que mayor beneficio obtendrían de los ambientes naturales, al mejorar su salud y bienestar a través de la reducción del estrés, la mortalidad y la morbilidad (8).

Determinados grupos de individuos, como los niños, las personas mayores o las personas con alguna clase de limitación funcional, cognitiva o sensorial (que son, además, las que pasan generalmente más tiempo en sus hogares) se enfrentan a mayores peligros para su salud derivados de un diseño o una distribución inadecuados de la vivienda. El diseño y la distribución de determinados espacios clave podría impactar de forma destacada en niños y adolescentes, al favorecer que se asienten determinadas rutinas y buenos hábitos sociales, psicológicos o nutricionales (228), que repercutirán en su salud y bienestar a lo largo de su vida.

Aunque, como hemos visto, sí existen líneas de investigación en torno a los beneficios de determinadas características de la vivienda para la salud de estos grupos de personas más vulnerables, la cantidad y la calidad de las investigaciones hasta el momento resultan insuficientes.

Sí parece existir un consenso en cuanto a la vulnerabilidad de las ciudades frente a los efectos del cambio climático. Con una población urbana creciente, serán estas poblaciones las que sufran de forma más severa, por ejemplo, el exceso de calor en sus viviendas. De ahí que las medidas destinadas a paliar estos efectos (ventilación y control de temperatura interior de la vivienda, vegetación en el entorno, etc.) resulten especialmente pertinentes en ambientes urbanos.

En lo que respecta a la vivienda...

Una determinada distribución de nuestro hogar puede favorecer o restringir aspectos tan diversos como la ventilación, el ruido, las temperaturas extremas, la iluminación o la accesibilidad. Todo ello tiene un impacto sobre nuestra capacidad de socializar, descansar, disfrutar, concentrarnos o llevar a cabo tareas de forma autónoma y segura. A ello se suma el diseño del espacio exterior inmediato a la vivienda, ya sea en forma de balcones, patios, parcelas o zonas comunes de edificios residenciales. Su diseño puede tanto favorecer la exposición al aire libre, la luz natural, la vegetación y la práctica de actividad física como suponer una fuente de peligros y preocupaciones.

Las distribuciones de vivienda que orbitan en torno a espacios comunes y de reunión, donde se favorezca el encuentro espontáneo entre convivientes, podrían ser beneficiosas desde el punto de vista de la salud mental. La provisión de espacios para distintas actividades (como el juego, la cocina o la conversación) favorecerá oportunidades positivas para la interacción social, que se sugiere que se combinen con espacios de refugio individual. A ello se suma la importancia de una adecuada provisión de espacio de almacenamiento, así como de los espacios de preparación de alimentos y espacio de comedor. En particular, un espacio de comedor adecuado puede favorecer que los convivientes coman conjuntamente, actividad asociada a múltiples beneficios para la salud física, mental y social, especialmente en el caso de los niños y adolescentes. Por otro lado, elementos como vistas al exterior contribuyen a mejorar el confort de los habitantes y ayudan, a su vez, a incorporar iluminación natural a las estancias y ventilarlas adecuadamente.

4. Enfoques



Vivienda, salud y desigualdad. Existen importantes desigualdades en las relaciones entre vivienda y salud, así como colectivos especialmente vulnerables a ciertos riesgos de salud por condiciones inadecuadas de su vivienda. Estas desigualdades (tendientes a persistir e incluso crecer en los últimos años) ocurren en todos los países, independientemente de su nivel de desarrollo o de su estatus ambiental o económico.



Modelos de coste-beneficio. ¿Cómo cuantificar los beneficios para la salud y la calidad de vida de las comunidades derivados de mejorar las condiciones en sus viviendas? Distintos estudios sobre el coste-beneficio de inversiones en la vivienda más allá del ahorro en energía, que consideren también ahorros en salud directos e indirectos, pueden ser de gran utilidad para dirigir los esfuerzos hacia las políticas de vivienda más efectivas.



Vivienda y salud en el contexto de la COVID-19. Los periodos de confinamiento han puesto de manifiesto las enormes deficiencias del parque residencial para satisfacer las necesidades y proteger la salud de sus ocupantes. Además, serán los grupos más desfavorecidos y vulnerables los que asuman también mayores riesgos para su salud, al pasar más tiempo en viviendas inadecuadas.

4.1. Vivienda, salud y desigualdad

La equidad en materia de salud se puede definir como la oportunidad de las personas de alcanzar todo su potencial de salud, sin que nadie se encuentre en desventaja debido a su posición o a otra circunstancia determinada socialmente⁸⁷. Trabajar en favor de la equidad en salud implica abordar las

87. <https://www.cdc.gov/nchhstp/socialdeterminants/faq.html>.

desigualdades evitables, las injusticias históricas y contemporáneas, así como eliminar la disparidad en el acceso a los servicios de salud.

Las condiciones desfavorables comienzan antes del nacimiento y se van acumulando a lo largo de la vida (230). Una revisión sistemática reciente (217), que explora los efectos de unas malas condiciones de la vivienda sobre la salud mental de sus residentes, apunta a que una exposición previa (incluso desde la fase intrauterina y primera niñez) a condiciones inadecuadas de la vivienda tiene asociaciones consistentes con una peor salud mental en etapas posteriores de la vida. En la Unión Europea, las poblaciones con niveles más altos de educación y riqueza generalmente perciben su estado de salud como bueno, y muestran, además, mayor esperanza de vida. Por el contrario, las poblaciones con niveles educativos más bajos y menor riqueza generalmente perciben su estado de salud como malo y tienen menor esperanza de vida (8). En la Unión Europea, las personas con bajos niveles de educación tienen una esperanza de vida seis años menor que las que tienen un alto nivel educativo⁸⁸.

La existencia de importantes desigualdades y de colectivos especialmente vulnerables a ciertos riesgos de salud por condiciones inadecuadas de la vivienda es una realidad transversal e imbricada en cada uno de los elementos mencionados en este informe. De ahí que se haya tratado como un subapartado específico para cada uno de los elementos revisados. A continuación, se incide en esta cuestión de forma más general, ya que desde hace varias décadas existe una línea de investigación muy prolífica que explora las relaciones entre vivienda, salud y desigualdad.

Desigualdades en vivienda y salud en la literatura reciente

Las condiciones de pobreza suelen ir de la mano de otras formas de vulnerabilidad, lo que conlleva importantes limitaciones metodológicas en cuanto a su estudio (10), ya que los factores de riesgo raramente se presentan de forma aislada (15). Resulta especialmente relevante, a este respecto, la reciente publicación de la Oficina Regional para Europa de la OMS (1), que analiza la exposición a determinados riesgos ambientales (incluyendo la exposición a ellos en la vivienda) desde la óptica de la desigualdad. Asimismo, cabe citar la colección del 2019 de la *International Journal of Environmental Research and Public Health*, *Achieving Environmental Health Equity: Great Expectations*, que reúne revisiones

88. https://www.oecd-ilibrary.org/sites/82129230-en/1/3/2/1/2/index.html?itemId=/content/publication/82129230-en&csp_=e7f5d56a7f4dd03271a59acda6e2be1b&itemI GO=oe cd&itemContentType=book.

sistemáticas sobre estudios (en general, hasta el 2017) de la región europea de la OMS.

El primero de los documentos mencionados (1) afirma que las desigualdades en salud ambiental ocurren en todos los países, independientemente de su nivel de desarrollo o de su estatus ambiental o económico. Observa, además, que estas desigualdades tienen una tendencia a persistir e incluso a crecer en los últimos años, a pesar de las mejoras en condiciones ambientales en la mayoría de los países europeos⁸⁹. La evidencia confirma que los subgrupos de población socialmente desfavorecida son los más afectados (hasta cinco veces más que otros grupos) por riesgos ambientales, lo que ocasiona efectos sobre la salud y desigualdades evitables. Según este documento, las desigualdades compartidas por los países europeos (que han crecido en la mayoría de ellos en los últimos años) son las relacionadas con la pobreza energética, el confort térmico, la humedad en viviendas y el ruido. Todos ellos, aspectos o elementos que encontramos en el ámbito de la vivienda.

Al comparar los hogares por quintil económico, este informe indica que los países Euro 1 presentan las mayores desigualdades entre el último y el penúltimo quintil (1). Esto significa que los hogares más pobres son, con mucho, los más desfavorecidos, al verse abocados a habitar viviendas en condiciones inadecuadas y a sufrir las consecuencias de ello sobre su salud y bienestar.

La revisión de los catorce elementos expuestos pone de manifiesto que existe evidencia científica de que las condiciones deficientes de la vivienda contribuyen a una mayor exposición a peligros biológicos, químicos y físicos, que afectan de forma directa a procesos fisiológicos y bioquímicos. Además, las preocupaciones en torno a estas condiciones de la vivienda y el temor a perderla son condicionantes psicosociales estresantes que pueden derivar en problemas de salud mental (25). Una investigación en dos barrios de Vancouver (Canadá) sugiere que la percepción de la vivienda por parte de sus residentes está directamente vinculada a una buena autoevaluación de su estado de salud (231).

Distintos estudios encuentran asociaciones significativas entre residentes de viviendas sociales y problemas de salud, incluyendo mayores riesgos de padecer obesidad, hipertensión, enfermedades respiratorias y mortalidad. Por ejemplo, un estudio de residentes de viviendas sociales en Boston, Massachusetts, encontró fuertes asociaciones entre residentes en viviendas

89. Evaluado en comparación con los niveles de la primera edición de este informe, en el 2012.

sociales o perceptoras de ayudas al alquiler (es decir, los grupos con menores ingresos) y cuadros de asma en adultos (232). Otro estudio reciente en Portugal (229) observa que la asociación entre vivienda desfavorecida y mortalidad es más fuerte que las asociaciones observadas para factores de riesgo ya establecidos, como hipertensión, sedentarismo, alcoholismo, empleo manual u obesidad. Es decir, individuos con la misma edad, sexo, educación y ocupación tienen riesgos de mortalidad distintos en función del tipo de vivienda que ocupen.

Otro estudio reciente (233), basado en datos de encuestas en Boston, Massachusetts, aborda la (todavía poco explorada) relación entre residentes de viviendas sociales y comportamientos en materia de salud. Restringido su análisis estadístico a cuatro parámetros relacionados con los hábitos de nutrición (consumo de agua, fuente primaria de agua, consumo de bebidas azucaradas y consumo de tabaco en la actualidad), los resultados de este indican que los residentes de viviendas sociales tienen probabilidades significativamente más altas de comportamientos adversos para la salud frente a los residentes de otros tipos de viviendas (no sociales). En concreto, los residentes en viviendas sociales presentan una probabilidad un 9 % menor de consumo de agua de grifo (frente a agua embotellada), un 12 % mayor de consumo mensual de bebidas azucaradas y un 6 % mayor de consumo actual de tabaco.

Las desigualdades sociales se asocian a un incremento del riesgo de padecer numerosos trastornos mentales comunes (230). Encuestas recientes en España (12) confirman que el gradiente social y la brecha por sexo están presentes en todos los indicadores de salud mental de adultos. Aunque las intervenciones para mejorar las condiciones del día a día son importantes a todas las edades, es quizás en relación con la edad más temprana, la niñez, sobre la que existe mayor consenso científico acerca del impacto positivo que pueden generar estas mejoras de las condiciones (230).

Vivienda y salud, o salud y vivienda

El análisis de la relación entre vivienda y salud apenas reconoce la existencia de la siguiente relación bidireccional: la vivienda afecta a la salud y la salud afecta a la vivienda. Mientras que la primera es en la que la mayor parte de la literatura se concentra (pues, efectivamente, podría ser el sentido principal de esta relación), no debemos olvidar que las condiciones de salud de las personas también pueden determinar su acceso a una vivienda saludable. Las personas con problemas de salud tienen importantes restricciones en cuanto a las oportunidades laborales, los servicios y los recursos, que también estarán repartidos de forma desigual por la ciudad.

Las personas se mudan a viviendas en condiciones insalubres, en barrios insalubres, lo que a su vez puede seguir deteriorando su salud. Pero ¿lo hacen por condiciones de salud preexistentes o porque no tienen los recursos económicos para acceder a una vivienda mejor? Ambas razones parecen válidas y derivan en el mismo resultado: las personas con menores ingresos viven en viviendas de peor calidad o en barrios insalubres, o bien en ambos (234).

Cuando la vivienda se designa puramente basándose en el mercado libre, las personas con menores rentas están restringidas al extremo inferior del mercado de la vivienda; un segmento del parque de viviendas que podría ser más barato precisamente por su escasa calidad física, o porque se encuentra rodeado de problemas ambientales que son perjudiciales para la salud física y mental de las personas (234).

Distintos estudios que analizan el impacto de la crisis económica en la relación entre vivienda y salud sugieren que las personas desahuciadas o con problemas para pagar los costes de la vivienda presentan peores indicadores de salud mental y física (17). En relación con este aspecto, la Encuesta Nacional de Salud de España 2017 (ENSE, 2017) indica que, en España, la prevalencia de depresión es 2,5 veces más frecuente entre quienes se encuentran en situación de desempleo que entre quienes trabajan (12). Los grupos vulnerables, como, por ejemplo, las personas con limitaciones funcionales o cognitivas, tienen el doble de probabilidad de encontrarse desempleados (197).

De hecho, como ya se ha mencionado en el apartado 3.1, «Accesibilidad», la discapacidad puede derivar en pobreza en cuanto que las personas con limitaciones funcionales tienden a ser más discriminadas en la búsqueda de vivienda y tienen mayor probabilidad de pagar costes más altos por su vivienda en relación con sus ingresos (4).

Vulnerabilidad infantil ante estresores ambientales

Los niños son más vulnerables que los adultos ante los riesgos ambientales. En primer lugar, porque respiran más aire, consumen más comida y beben más agua que los adultos en proporción a su peso. Además, sus sistemas nervioso, inmune, reproductivo, endocrino y digestivo están todavía en desarrollo. Estos procesos de desarrollo pueden presentar ciertas ventanas críticas de vulnerabilidad, por lo que una determinada exposición a contaminantes ambientales puede tener efectos irreversibles. A ello se suma el hecho de que los niños se comportan de forma distinta a los adultos, exponiéndose de forma distinta (y a menudo mayor) a determinados riesgos (por ejemplo, durante las fases de gateo).

Por último, los niños tienen muy poco control sobre su entorno; no son conscientes de determinados riesgos y son incapaces de tomar decisiones que protejan su salud. Por ello, la EEA, en su reciente informe *Healthy environment, healthy lives: how the environment influences health and well-being*, señala que, frente a este conjunto de vulnerabilidades, los niños necesitan especial protección ante la exposición a riesgos ambientales.

Vulnerabilidad y entorno

Las comunidades más pobres son también las más vulnerables, al ser menos capaces de permitirse una protección adecuada a estresores ambientales, aspecto particularmente relevante de cara a los efectos del cambio climático. Por ejemplo, es menos probable que estas comunidades puedan restaurar sus hogares después de una inundación o mudarse a una vivienda nueva para evitar inundaciones futuras. Como resultado de ello, estas poblaciones estarán más expuestas, y serán más sensibles y vulnerables, a riesgos ambientales. Serán también menos resilientes en cuanto a su capacidad de adaptación y de evitar riesgos futuros, y se recuperarán más despacio de los impactos que puedan sufrir (8). Por ello, estos grupos más vulnerables son precisamente los que se beneficiarían en mayor medida de entornos de calidad.

Por ejemplo, en lo que se refiere al acceso a espacios verdes, las comunidades más deprimidas o desfavorecidas serán las que más beneficio obtengan de los ambientes naturales, a través de la reducción del estrés, la mortalidad y la morbilidad (8). Sin embargo, numerosos estudios (1) encuentran consistencias respecto a que las áreas más vulnerables o desfavorecidas tienen menos espacios verdes y azules disponibles, en comparación con las zonas más ricas. Distintas investigaciones también señalan asociaciones con determinados indicadores de educación; así, detectan que los individuos con un nivel educativo más bajo tienen menos de estos recursos ambientales disponibles o deben recorrer mayores distancias para acceder a ellos.

Alcanzar la salud y el bienestar de todos, como proclama el Objetivo de Desarrollo Sostenible 3 (ODS 3), es condición necesaria para un desarrollo sostenible. Ciudades de todo el mundo se enfrentan al reto de proporcionar unas condiciones de bienestar social en relación con la vivienda, combatiendo la desigualdad residencial y la vulnerabilidad en los barrios.

El gran volumen de evidencia científica disponible en torno a la vivienda, la salud y la desigualdad confirma la amplitud y la gravedad de estos vínculos, y sugiere que aumentar el acceso de la comunidad (y, en particular, de los grupos más vulnerables) a una vivienda saludable contribuirá a paliar buena parte de las desigualdades. Las condiciones y la exposición a riesgos específicos de la vivienda sobre la salud no son solo prioridades de

cara a la salud pública; también lo son en relación con la equidad en materia de salud y de justicia ambiental, ya que tienen un profundo impacto sobre la vida diaria de las personas.

4.2. Modelos de coste-beneficio

Como se expone en los capítulos precedentes, un volumen creciente de estudios establece vínculos entre unas malas condiciones en la vivienda y problemas de salud de sus residentes. La OMS, en el 2011 (3), ya indicaba que el aumento en el coste de tratamientos médicos hace especialmente pertinente la inversión puntual en la mejora y el acondicionamiento de las viviendas, lo que reduciría la carga sobre el sistema sanitario y comportaría, además, beneficios continuos a la sociedad.

Un análisis económico de los vínculos entre vivienda y salud puede ser de gran utilidad para dirigir los esfuerzos de administraciones e investigadores hacia las intervenciones y políticas de vivienda con mayor beneficio frente al coste invertido. El reto consiste en incluir todos los beneficios, tanto directos como indirectos (54), ya que, más allá de los costes médicos, otros impactos sociales y económicos derivados de unas condiciones inadecuadas de la vivienda son mucho más difíciles de identificar y cuantificar. Mientras que el Reino Unido tiene extensos datos y estimaciones sobre este tema, no sucede así en relación con los Estados miembros de la Unión Europea.

Existe un volumen muy limitado de estudios que aborden de forma holística las relaciones coste-beneficio de realizar mejoras en la vivienda, incluyendo en la estimación el potencial beneficio sobre la salud y el consecuente ahorro en servicios sanitarios. Menos, incluso, en el caso de las estimaciones de beneficios asociados a una mejora en la salud mental o en la percepción de calidad de vida. No obstante, la Oficina Regional para Europa de la OMS indica que las personas declaran de forma consistente un aumento de la satisfacción y mejoras en su salud mental tras invertir en reparaciones en su vivienda. Además, el grado de mejora de la salud mental podría estar vinculado a la extensión de las mejoras llevadas a cabo en la vivienda (14).

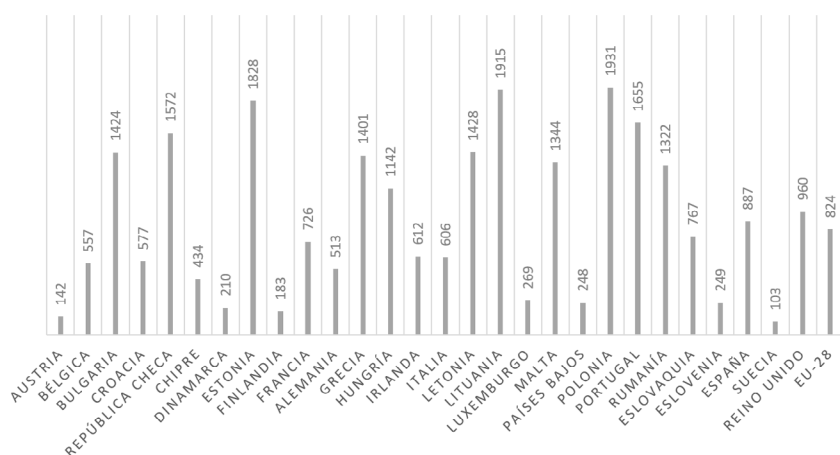
Por lo tanto, de la escasa evidencia disponible sobre el coste-beneficio de las inversiones en la vivienda más allá del ahorro en energía, incluyendo también ahorros en salud, la mayoría de estudios e informes arrojan estimaciones locales y poco generalizables. Esto es, probablemente, consecuencia de la gran variabilidad de los costes (tanto de construcción

como sanitarios) y de los modelos sanitarios entre países, que hace especialmente complejo efectuar estimaciones útiles a escala europea y, mucho menos, mundial.

Quizás el ejemplo reciente más ambicioso que aborda el reto de cuantificar las relaciones entre vivienda y salud es el de la Fundación Europea para la Mejora de las Condiciones de Vida y de Trabajo (Eurofound). En el 2016, este organismo publicaba *Inadequate housing in Europe: Costs and consequences* (7). Esta publicación se basa en un modelo de coste de vivienda inadecuada que, partiendo de un caso de estudio en profundidad en el Reino Unido realizado en el 2015 por el Building Research Establishment (BRE) (235), extrapola a los demás países de la Unión Europea (entonces, UE-28) aplicando factores de corrección.

Para poder estimar la capacidad y la velocidad de amortización de las inversiones en vivienda, es fundamental, en primer lugar, entender en qué estado se encuentra el parque de viviendas estudiado, así como el coste relativo a la sociedad por vivienda. Cuanto mayor sea el coste relativo a la sociedad por vivienda, mayor potencial beneficio a la sociedad habrá, de cara a realizar reparaciones. Este informe estima que cada vivienda en España genera un coste anual a la sociedad de 887 euros (frente a los 183 euros en Finlandia o los 1.931 euros de Polonia) (figura 12).

Figura 12. Coste relativo a la sociedad (euros) por vivienda al año para cada Estado miembro de la UE-28



Fuente: *Inadequate housing in Europe: Costs and consequences* (7), pág. 41.

A ello se suma una estimación del coste de reparación. Como muestra la tabla 9, el coste medio por unidad de reparación es mayor en los países del norte de Europa, mientras que en los países del sur de Europa se estima un coste menor.

Al enfrentar el coste total de reparación de las viviendas del parque existente en condiciones inadecuadas con los potenciales ahorros directos e indirectos de los servicios sanitarios, este modelo estima un tiempo de retorno que varía enormemente en función del país. Mientras que en Suecia supera los veintitrés años y en otros países, como Finlandia o Austria, se encuentra en torno a los cinco años, en España este modelo estima que la inversión en mejora de las viviendas se amortizaría en menos de un año. La media europea se sitúa en aproximadamente un año y medio para compensar lo invertido en rehabilitación de la vivienda con lo ahorrado en servicios sanitarios directos e indirectos. De ahí que este modelo concluya que, a escala europea, por cada 3 euros invertidos en mejoras en la vivienda, 2 euros se recuperarán en ahorro de servicios sanitarios y otros servicios públicos en un año.

Los problemas para calentar adecuadamente la vivienda y mantenerla libre de humedades y moho son las deficiencias que, según este estudio, tienen mayor impacto coste-beneficio sobre la salud de sus ocupantes. Si dichos problemas se rectificaran de forma inmediata (para el caso de estudio, en el 2015), el ahorro directo en servicios sanitarios estaría en torno a los 9 mil millones de euros/año. Sin embargo, el coste anual para las economías de la Unión Europea de que las personas sigan viviendo en hogares con condiciones inadecuadas es de cerca de 194 mil millones de euros (dato del 2011).

En cuanto a la amortización económica, una revisión del 2017 (54) indicaba que las inversiones en aislamiento y ventilación adecuadas pueden llegar a tener una ratio coste-beneficio de hasta 1:6. Por ejemplo, se estima que, en los Estados Unidos, el exceso de humedad y el crecimiento de moho en las viviendas es causa de enfermedad en cerca de un 21 % de las personas a las que se diagnostica asma. Un estudio (236) estimaba un gasto sanitario de 3.500 millones de dólares anuales atribuibles a estas condiciones en la vivienda. Otros estudios muestran que una combinación adecuada de adaptaciones en el hogar y la teleasistencia para personas mayores sería coste-efectiva por la reducción que supondría en la necesidad de cuidados formales (197).

Según el citado informe de Eurofound (7), serán las medidas multifacéticas y con el amplio objetivo de implicar a los residentes y mejorar su calidad de vida las que más probabilidades de éxito tengan; también de cara a

la rápida amortización de la inversión. Combinar mejoras en las viviendas con intervenciones «blandas» o «suaves» (*soft interventions*), como el asesoramiento sobre empleo o la formación para los residentes, puede aumentar la aportación de estos y mejorar algunas de las desventajas económicas y sociales causadas por la condición de su vivienda.

Tabla 9. Resumen de costes y beneficios a la sociedad de la inversión en mejoras de viviendas con tres o más deficiencias para una selección de países de la UE-28

País	Parque de viviendas	Proporción de viviendas con tres o más deficiencias	Coste medio por unidad de reparación (euros)	Coste total de reparación (miles de euros)	Ahorro directo en servicios sanitarios/año (miles de euros)	Ahorro indirecto en servicios sanitarios/año (miles de euros)	Ahorro total en servicios sanitarios/año (miles de euros)	Retorno de la inversión (años)
Suecia	463.3678	4,70 %	16.759	11.400.835	24.070	453.533	477.603	23,87
Finlandia	2.906.000	4,00 %	8.180	3.290.242	35.204	505.377	530.581	6,2
Austria	4.441.000	4,20 %	9.926	3.460.576	29.484	603.007	632.491	5,47
Luxemburgo	208.000	5,40 %	8.815	301.650	2.627	53.275	55.902	5,4
España	25.208.000	6,30 %	4.116	13.890.859	1.004.494	21.345.457	22.349.951	0,62
Portugal	5.878.700	9,90 %	3.236	4.648.127	437.337	9.289.699	9.727.036	0,48
Chipre	433.212	15,00 %	3.384	303.174	30.579	650.227	680.806	0,45
EU-28	43.708.590	10,60 %	5.127	295.475.035	8.811.754	185.024.751	193.836.505	1,52

Fuente: *Inadequate housing in Europe: Costs and consequences* (7), pág. 40.

De forma más reciente, se van dibujando también vínculos entre viviendas sostenibles, bien diseñadas y saludables y mejoras en la salud y el bienestar de sus residentes. Sin embargo, esta evidencia no ha llegado a tener todavía un impacto en el mercado (15). Aunque diseñar para la salud se haya hecho más explícito en los últimos años (como se menciona en la introducción de este documento), todavía queda un largo camino por recorrer en cuanto a transmitir eficazmente a la sociedad (y, en particular, a los grandes decisores) los múltiples beneficios asociados a la inversión en vivienda saludable; entre ellos, su rentabilidad económica a medio y largo plazo.

Las referencias mencionadas aquí son un primer paso en este sentido. Sin embargo, será necesario emprender estudios de sostenibilidad económica de la rehabilitación residencial que, con un enfoque holístico,

contemplan los ahorros directos e indirectos derivados de la mejora de la salud y el bienestar de la población. De forma específica, en las áreas o regiones concretas sobre las que se tengan competencias en este ámbito y se plantee intervenir.

4.3. Vivienda y salud en el contexto de la COVID-19

«La vivienda se ha convertido en la primera línea de defensa contra el coronavirus. El hogar rara vez ha sido más una situación de vida o muerte. Para prevenir la propagación de la COVID-19, los estados de todo el mundo están pidiendo y, en muchos casos, legislando que la gente «se quede en casa». Esto se basa en el supuesto de que la casa nos brinda protección contra la contracción y la propagación del virus. Este no es siempre el caso.»⁹⁰

La actual crisis por la pandemia de la COVID-19 ha demostrado en mayor medida, si cabe, la importancia de unas condiciones saludables de la vivienda y de su entorno inmediato. Si ya pasábamos en torno al 70 % de nuestro tiempo en el hogar (2), los recientes periodos de confinamiento a los que nos hemos visto abocados han hecho que ese porcentaje aumente a la práctica totalidad de nuestro tiempo diario para gran parte de la población española durante aproximadamente tres meses⁹¹.

Aunque con distintos grados de rigidez, el confinamiento en la vivienda ha sido una de las estrategias más comunes aplicadas a escala mundial por gobiernos nacionales y regionales. Así, la necesidad de una adaptación abrupta al teletrabajo, haciéndolo compatible con el cuidado de menores o mayores, o la búsqueda de nuevos tipos de ocio dentro de la vivienda, ha puesto de manifiesto las deficiencias en gran parte del parque residencial existente. Asimismo, esta situación

90. Cita de la ex relatora de la ONU Leilani Farha sobre el derecho a una vivienda adecuada (disponible en <https://www.ohchr.org/EN/Issues/Housing/Pages/COVID19RightToHousing.aspx>).

91. El primer estado de alarma en España vinculado a la pandemia por la COVID-19 se decretó el 14 de marzo del 2020 y se mantuvo de forma ininterrumpida hasta el 21 de junio. A partir del mes de mayo comenzarían a aplicarse medidas progresivas de desescalada, en función de la evolución de la pandemia en cada comunidad autónoma. Posteriormente, cada comunidad autónoma fue decretando confinamientos parciales o totales (con distintas condiciones y duraciones) en determinadas áreas sanitarias, municipios o regiones cuando lo ha considerado una medida necesaria para la contención de la transmisión comunitaria en esa zona.

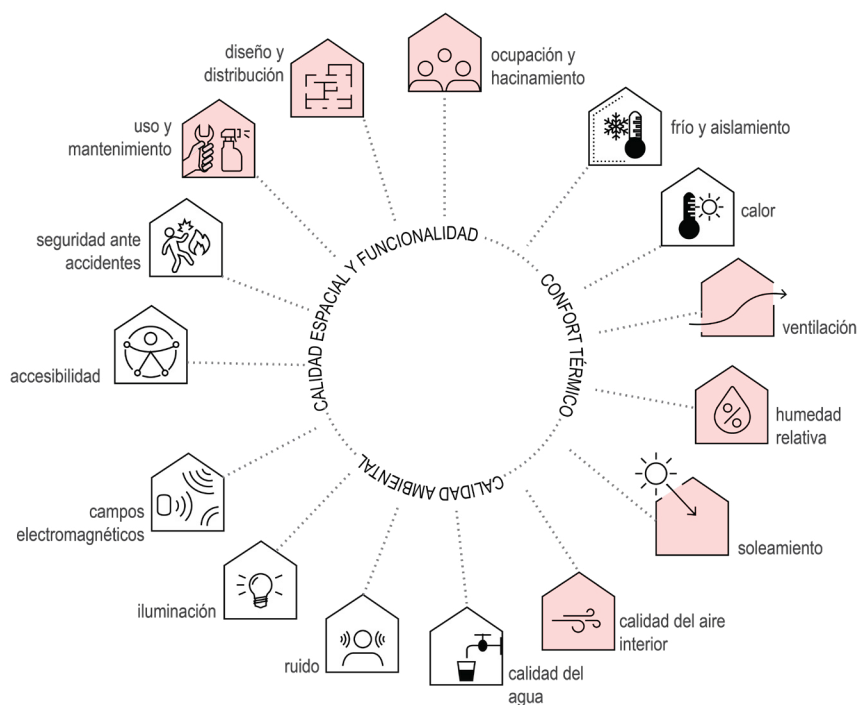
ha llevado a exigir una mayor flexibilidad, la polivalencia de espacios y la capacidad de la vivienda de cubrir las necesidades de todos sus residentes en las múltiples actividades que llevan a cabo sin la posibilidad de salir de ella.

España tiene la mayor proporción de pisos en su parque de viviendas de toda Europa (7). No sorprende, pues, que el principal problema en las viviendas españolas detectado por la EQLS sea la falta de acceso a espacios abiertos o exteriores. Sin embargo, también encontramos en el parque edificado problemas como la escasez de metros cuadrados (que se vincula, a su vez, a condiciones de hacinamiento en muchos casos), la falta de ventilación natural, la falta de luz natural, la mala calidad del aire interior o la falta de accesibilidad tanto en la vivienda como en las zonas comunes del edificio. En el 2016, la Agencia de la Vivienda de Cataluña estimaba que en torno a veintitrés mil personas vivían, en Cataluña, en hogares inseguros o inadecuados por motivos estructurales, legales, de acceso a los servicios, por malas condiciones de higiene o por condiciones de hacinamiento (6).

Las condiciones inadecuadas de las viviendas han convertido el confinamiento en una experiencia especialmente difícil para los grupos más desfavorecidos y vulnerables. Serán estos quienes, al pasar más tiempo en su vivienda, asuman también mayores riesgos para su salud. Por ejemplo, el hacinamiento asociado a la escasez de metros cuadrados o a la distribución inadecuada de la vivienda impidió, en muchos casos, un distanciamiento social suficiente entre convivientes, lo que se convirtió durante el periodo de confinamiento en un problema de transmisión entre miembros residentes de la propia vivienda. Del mismo modo, las condiciones ambientales que mitigan la propagación del virus (como la radiación solar directa, la ventilación y la higiene en los espacios interiores o en los espacios abiertos exteriores) (237), no estaban al alcance de todos (238). La Oficina Regional para Europa de la OMS indica que las familias monoparentales con bajos ingresos, al partir de una mayor prevalencia de vivir en hacinamiento, son uno de los grupos vulnerables que más sufren las consecuencias del confinamiento sobre su salud y bienestar.

Más allá del cumplimiento de las medidas básicas personales de higiene (lavado de manos, correcto uso de mascarillas, etc.), vemos que las características y las condiciones de la vivienda juegan un papel fundamental en el contexto de esta pandemia y las consecuencias asociadas a ella. A continuación, se repasan algunos de los aspectos más relevantes en relación con la COVID-19 (figura 13).

Figura 13. Elementos clave en las relaciones entre vivienda y salud revisados en este documento*



* Se destacan los más relevantes en relación con la COVID-19.

Fuente: Instituto de Salud Global Barcelona (ISGlobal).

Diseño y distribución. La introducción del concepto de salubridad en la arquitectura no es nuevo (239). Son ampliamente conocidos, por ejemplo, la apertura de los bulevares de Haussmann en París, en el año 1800; la arquitectura del movimiento moderno impulsada por el matrimonio Aalto, con la construcción del sanatorio Paimio en 1933, en el contexto de la tuberculosis; o el movimiento de las nuevas ciudades en el Reino Unido, en el marco de la reconstrucción europea tras la Segunda Guerra Mundial.

Disponer de un espacio adecuado en la vivienda es un aspecto muy importante para la salud y el bienestar, ya que la distancia interpersonal y las relaciones espaciales entre las personas y el entorno juegan un papel fundamental en la sensación de confort físico y mental (240). Además, la crisis por la pandemia ha puesto de relieve nuevas necesidades en la vivienda: espacio para teletrabajar, posibilidad de aislar a uno de los habitantes y acceso a espacios verdes (241). Los espacios de acceso, las comunicaciones verticales, los aseos y los espacios comunes de cualquier edificio cobrarán

una especial importancia en relación con el control de la higiene y la capacidad de mantener un distanciamiento social suficiente. Necesitaremos espacios más holgados, que se ubiquen en entornos agradables y limpios, en los que cultivar el movimiento frente a la vida sedentaria (242).

Soleamiento. Como ya se ha mencionado en la revisión de los elementos anteriores, tanto la luz natural como la vegetación en la vivienda son elementos potencialmente beneficiosos para la salud y el bienestar de sus residentes. Existe todavía un volumen insuficiente de evidencia al respecto. Sin embargo, considerando cómo la vivienda ha pasado a ser para muchos también un espacio de trabajo en el contexto del confinamiento, el estudio publicado en el 2017 (108) que explora el papel de la luz natural y la vegetación en los niveles de productividad y creatividad en el espacio de trabajo es relevante en este sentido.

Los resultados de este estudio encuentran que la presencia de vegetación, aunque no es significativa en cuanto a fomento de la productividad, sí se asocia a mejoras en el bienestar de los residentes, al reducir sus niveles de estrés. También se encuentran relaciones entre la presencia de vegetación y una reducción de la percepción de fatiga o cansancio (especialmente significativa por las mañanas), así como un mayor confort térmico. En cuanto a la luz natural, indica relaciones con la reducción de la carga de trabajo percibida, lo que sugiere, también, que podría aumentar el estado de alerta y reducir la sensación de fatiga⁹². Además, los resultados de este estudio también apuntan a que, aunque la presencia de luz natural no parezca contribuir a la mejora del desempeño de labores sencillas o mecánicas, sí podría beneficiarnos significativamente en el desempeño de trabajo creativo, a través de la activación del nervio simpático, la reducción del sentimiento de fatiga y la reducción de la carga de trabajo percibida. No obstante, para saber hasta qué punto estos resultados serían trasladables al entorno de la vivienda, se requieren más estudios específicos.

La cuarentena por SARS-CoV-2 ha demostrado tener efectos negativos sobre la calidad del sueño (243), al reducir el tiempo de sueño total, retrasar su inicio o aumentar el número de despertares. El estudio sobre el que se sostiene esta afirmación, basado en encuestas telemáticas, sugiere que tanto la exposición a luz natural (durante al menos una hora al día) como la reducción en el uso de pantallas durante la tarde-noche, son medidas que pueden ayudar a combatir estos efectos⁹³.

92. En coherencia con los resultados hallados en cuanto a iluminación, tanto natural como artificial (ver 1.5 y 2.4).

93. Estas medidas se encuentran absolutamente alineadas con las descritas en los apartados

Ventilación y calidad del aire. A medida que conocemos mejor el comportamiento del virus, entendemos que una correcta ventilación de los espacios interiores es fundamental para evitar el contagio. Surgen, así, guías recientes que recomiendan pautas de ventilación de las aulas⁹⁴ o de locales y edificios públicos⁹⁵. No así de la vivienda, a pesar de que estamos abocados a pasar en ella la práctica totalidad de nuestro tiempo y se le presupone una condición de refugio contra las amenazas para la salud como la COVID-19. Las viviendas con opción de efectuar una ventilación cruzada (con ventanas ubicadas en dos orientaciones opuestas) tendrán mayor facilidad para la renovación del aire interior. Sin embargo, se ha comprobado que en viviendas ventiladas de forma natural (es decir, por sus usuarios) la calidad del aire empeora notablemente en invierno, por lo que aumentan los niveles de CO₂ y de humedad relativa.

Humedad relativa. Las humedades relativas superiores al 40 % han demostrado ir en detrimento de la supervivencia de distintos virus, incluyendo los coronavirus en general. También aminoran la dispersión de estos por el aire, al mantener gotas de mayor tamaño que precipitarán más rápido sobre las superficies. No obstante, humedades relativas por encima del 80 % pueden favorecer el crecimiento de moho, que introduciría otros potenciales efectos nocivos sobre la salud (véase, al respecto, el apartado 1.4, «Humedad relativa»). Se considera, pues, que mantener condiciones de HR entre 40-60 % en interiores podría ayudar a limitar la propagación y supervivencia del SARS-CoV-2 en espacios interiores, a la vez que minimiza el crecimiento de moho y mantiene las barreras mucosas de los ocupantes hidratadas (237).

Ocupación y uso. El confinamiento, al propiciar o acusar condiciones de hacinamiento, el sedentarismo, el aumento de ingesta de comida y bebida (a menudo de naturaleza poco saludable) o el aumento del consumo de tabaco u otras drogas, ha contribuido a agravar enfermedades no transmisibles, como enfermedades crónicas (cardiovasculares, diabetes) o enfermedades mentales (ansiedad, insomnio, depresión o reducción de la capacidad de aprendizaje en niños) (240). De hecho, encuestas al respecto han encontrado que el confinamiento ha aumentado la soledad no de-

1.5, «Soleamiento», y 2.4, «Iluminación», en los que se menciona tanto el efecto positivo de la exposición a luz intensa durante el día sobre el ritmo circadiano como el peligro que entraña el uso de pantallas (con alto componente de onda corta, o luz azul) durante la noche por su capacidad de disruptirlo.

94. https://www.csic.es/sites/default/files/guia_para_ventilacion_en_aulas_csic-mesura.pdf.

95. <https://www.miteco.gob.es/es/ministerio/medidas-covid19/sistemas-climatizacion-ventilacion/default.aspx>.

seada (especialmente en las personas mayores), el consumo de tabaco y el malestar psicológico⁹⁶.

La forma de habitar y comportarse en la vivienda es un factor determinante en cuanto a las condiciones en las que esta se encuentre. El espacio en relación con las personas que conviven en él, las relaciones entre convivientes, las costumbres de higiene (entre ellas, de ventilación) o la motivación y la capacidad de mantener y reparar desperfectos son todos factores que pueden contribuir de forma significativa a que la vivienda se encuentre en unas condiciones adecuadas y, por lo tanto, saludables.

Los ácaros y demás alérgenos contenidos en el polvo doméstico se han vinculado a problemas de salud como asma o eccema, y se estima que entre un 15-20 % de la población en países industrializados se encuentra afectada por enfermedades relacionadas con el polvo en la vivienda (145). Por otro lado, distintas investigaciones recientes apuntan a que el impacto de unas condiciones insalubres en la vivienda se extienden más allá de la salud física, de forma que impactan significativamente, también, en la salud mental (218).

Hacinamiento. El hacinamiento asociado a la escasez de metros cuadrados —condición que sufren especialmente los hogares monoparentales, encabezados mayoritariamente por mujeres⁹⁷ (1)— impide, en muchos casos, un distanciamiento social suficiente entre convivientes. Por ello, durante el periodo de confinamiento representó un problema de transmisión intrafamiliar. Por otra parte, las familias con rentas bajas que no pueden asumir los costes de una vivienda pueden verse abocadas al alquiler de habitaciones o a convivir con otras familias⁹⁸. Pero, además de la circunstancia de un número insuficiente de estancias respecto al número de convivientes, las condiciones de pobreza energética pueden favorecer la aglomeración de personas en las estancias que la familia se puede permitir calentar.

La Oficina Regional para Europa de la OMS estima que en torno al 6 % de los hogares españoles viven en condiciones de hacinamiento. Estas con-

96. Resultados de la Encuesta COVID-19 Madrid Salud realizada por el Ayuntamiento de Madrid durante los días 37, 38 y 39 de confinamiento (<http://madridsalud.es/encuesta-covid-19-madrid-salud-2/>).

97. Según el informe *Environmental health inequalities in Europe. Second assessment report*, publicado en el 2019 por la Oficina Regional para Europa de la OMS, en España los hogares monoparentales son un 60 % más proclives a vivir en condiciones de hacinamiento que otros tipos de familias. En el área metropolitana de Barcelona, el número de hogares monoparentales ha aumentado un 60 % (de 90.251 a 143.393) entre 1991 y 2011 (Observatorio Metropolitano de la Vivienda de Barcelona, *L'habitatge a la metròpoli de Barcelona*, 2018).

98. Agencia de la Vivienda de Cataluña, *Quantificació i distribució territorial de la població mal allotjada a Catalunya*, 2016. El aumento del «fenómeno multihogar», que había sido erradicado, es un tema actualmente en estudio por parte del Observatorio Metropolitano de la Vivienda de Barcelona.

diciones podrían dificultar el mantenimiento de la vivienda en condiciones adecuadas de limpieza, especialmente de las estancias de uso común. Vivir en condiciones de hacinamiento puede ser, también, un factor de muchas otras dolencias y trastornos, tanto físicos como mentales o sociales. Esto afectará de forma significativa a nuestra capacidad de descansar, concentrarnos⁹⁹, o sentir privacidad en nuestro hogar. En relación con esto último, aunque quizás menos evidente, el aislamiento acústico cobra mayor importancia cuando se llevan a cabo tareas simultáneas por parte de los convivientes. Además, al trabajar desde casa, podrían también aparecer síntomas congruentes con el síndrome del edificio enfermo.

Vivienda, salud y COVID-19 en la literatura reciente

La evidencia científica que explora las relaciones entre vivienda y salud en el contexto de la pandemia por la COVID-19 es, lógicamente, todavía limitada. No obstante, se prevé que aumente considerablemente en el futuro próximo, a medida que vayan publicándose los resultados de estudios que actualmente se encuentren en marcha o estén recientemente finalizados. Los periodos de confinamiento a los que nos hemos visto abocados a causa de esta pandemia han supuesto un impulso en las investigaciones y reflexiones¹⁰⁰ en torno a los vínculos entre vivienda y salud, y se ha denunciado en muchos casos cómo este contexto ha supuesto un mayor impacto sobre la salud física y mental de los grupos más desfavorecidos.

De entre las investigaciones que se han encontrado publicadas con anterioridad a la redacción de este informe, destaca un reciente estudio, efectuado con una metodología mixta, sobre viviendas españolas durante el periodo de confinamiento (244). Con un enfoque exploratorio y sobre una muestra amplia pero no representativa¹⁰¹, este estudio encuentra que la ca-

99. A este respecto, un estudio realizado en Francia encontraba una relación de causa-efecto entre las condiciones de hacinamiento y el fracaso escolar, defendiendo que las políticas que favorezcan el acceso de hogares con menos ingresos a viviendas más espaciales podrían tener un efecto sustancial sobre las desigualdades en términos de educación. Dominique Goux y Éric Maurin, «The effect of overcrowded housing on children's performance at school», *Journal of Public Economics*, 2005.

100. Ejemplos de estas reflexiones son las distintas cartas al editor de revistas científicas (258) o los múltiples artículos publicados en los medios (por ejemplo, <https://elpais.com/economia/2020-04-24/las-verguenzas-de-los-pisos-espanoles-quedan-al-descubierto.html>; <https://theconversation.com/repensar-la-vivienda-tras-la-pandemia-137276>; <https://theconversation.com/asi-es-una-vivienda-digna-en-tiempos-de-pandemia-y-mas-alla-135424>; <https://citylimits.org/2020/05/24/opinion-covid-19-shows-the-need-to-combine-housing-with-healthcare/>; https://cincodias.elpais.com/cincodias/2020/05/14/opinion/1589480944_342453.html; <https://www.newyorker.com/culture/dept-of-design/how-the-coronavirus-will-reshape-architecture>).

101. En este sentido, destaca el hecho de que casi el 70 % de la población incluida en el estu-

racterística ambiental de la vivienda que los participantes valoraban de forma más negativa ha sido la falta de aislamiento acústico (frente a la iluminación en general o la calidad del aire interior, que se consideraron entre positiva y muy positivamente).

En cuanto a la calidad de los espacios y su uso durante el periodo de confinamiento, los menos valorados fueron los espacios pequeños, estrechos, desordenados, poco iluminados o incómodos. Se detecta que estancias como la cocina, el cuarto de la lavadora y del tendedero o el distribuidor de entrada toman mayor protagonismo al aumentar las tareas domésticas que se llevan a cabo en ellas, así como la necesidad de desinfección y cambios de ropa y calzado al llegar del exterior. Respecto a los aspectos de la vivienda que los participantes desearían modificar si pudieran, a la vista de la experiencia durante el confinamiento, destaca principalmente el deseo de mayor espacio exterior (terraza, jardín o balcón), seguido de mayor aislamiento, mayor tamaño de la vivienda, más espacio de almacenamiento o más y mejores ventanas.

Otro estudio, centrado en el confort (general y térmico) en una muestra de viviendas del Reino Unido (245), distingue entre diez tipologías de vivienda, incluyendo tanto vivienda colectiva como unifamiliar. Esta investigación encuentra una correlación positiva entre el uso de espacios interiores para la práctica de ejercicio físico y la satisfacción de sus ocupantes con la vivienda. Identifica, además, que el mayor vínculo entre clase social y las características de la vivienda viene determinado por el tamaño de esta; especialmente, en lo que respecta a las viviendas unifamiliares aisladas o pareadas. Pero la correlación más fuerte se detecta entre el grado de satisfacción de los ocupantes con su vivienda y el número de dormitorios de que esta dispone. En general, cuanto mayor es el número de dormitorios, mayor es el grado de satisfacción de los ocupantes con su vivienda. Esto es especialmente notorio en el caso de las tipologías de pisos sin acceso a espacios abiertos exteriores.

Por otro lado, un estudio transversal efectuado también en Reino Unido (246) analizaba cómo los efectos de esta pandemia han afectado a hogares de distintas zonas geográficas del Reino Unido en función del tipo de hogar afectado (perfil de sus residentes). Los resultados encontraban que, aunque los riesgos de salud relacionados directamente con la COVID-19 se concentraban en los hogares constituidos por personas mayores (en edad de

dio disponía de algún tipo de espacio abierto exterior en su vivienda; una proporción que contrasta con los resultados de la última encuesta EQLS, que indicaban que en España el principal problema detectado en la vivienda es la falta de espacios abiertos o exteriores.

jubilación), otros tipos de hogares también se enfrentan a importantes riesgos para la salud que se han visto agravados en el contexto de la COVID-19. Además, los problemas relacionados con la vivienda destacaban en el Gran Londres frente a otras regiones del país.

Este estudio encontraba que era en los hogares cuyos miembros estaban en edad de trabajar donde se concentraba la mayor vulnerabilidad económica y precariedad de la vivienda. En particular, en línea con otros informes recientes (por ejemplo, 1), en el caso de hogares monoparentales. Incluso en los hogares en los que ninguno de sus miembros es vulnerable de forma directa e inmediata a la COVID-19 (por ejemplo, con historia previa de enfermedad respiratoria o inmunitaria), se encuentra que la intersección de vulnerabilidades sociales y económicas en cierto tipo de hogares podría, con el tiempo, exacerbar vulnerabilidades y desigualdades preexistentes (247).

A este respecto, un estudio realizado en los Estados Unidos sobre población desfavorecida (248) detectaba cómo los mismos determinantes sociales que sitúan a las personas de raza negra en mayor riesgo de contracción del VIH están también implicados en las desigualdades crecientemente documentadas de infección por COVID-19, hospitalizaciones y mortalidad. Buena parte de este aumento del riesgo deriva de unas condiciones inadecuadas en la vivienda o, en algunos casos, de la falta de ella. Las personas sin hogar ya parten de mayores índices de enfermedades crónicas y sistemas inmunológicos deprimidos, lo que constituye un mayor riesgo de contraer el virus y de que este se manifieste de forma más severa (37).

A medida que el volumen de evidencia científica sobre las relaciones entre vivienda, salud y COVID-19 aumente, probablemente afloren nuevos resultados y patrones que puedan apoyar o refrendar los resultados aquí descritos.

Referencias bibliográficas

1. WHO Regional Office for Europe. Environmental health inequalities in Europe. Second assessment report. 2019.
2. Baker M, Jeall M, Au EL, Howden-Chapman P. Home is where the heart is - most of the time. *N Z Med J*. 2007;120(1264).
3. WHO Regional Office for Europe. Environmental burden of disease associated with inadequate housing. Copenhagen; 2011.
4. World Health Organization. WHO Housing and health guidelines. 2018.
5. Shaw M. Housing and Public Health. *Annu Rev Public Health*. 2004;25(1):397-418.
6. Agència de l'Habitatge de Catalunya. Quantificació i distribució territorial de la població mal allotjada a Catalunya. 2016;49.
7. Eurofound. Inadequate housing in Europe: Costs and consequences. Luxemburgo; 2016.
8. European Environmental Agency. Healthy environment, healthy lives: how the environment influences health and well-being in Europe. 2020.
9. Baker E, Lester L, Beer A, Bentley R. An Australian geography of unhealthy housing. *Geogr Res*. 2019;57(1):40-51.
10. Thomson H, Petticrew M, Morrison D. Health effects of housing improvement: systematic review of intervention studies. *BMJ*. 2001;323(7306):187-90.
11. Boch S, Chisolm D, Kelleher K, Taylor D, Danielson M. 'Home is where the health is': Housing quality and adult health outcomes in the survey of income and program participation. *Prev Med*. Baltimore; 2020;132.
12. Ministerio de Sanidad Consumo y Bienestar Social. Encuesta Nacional de Salud España 2017. Informe monográfico de Salud Mental. ENSE 2017-2018. 2017;21-5.
13. Pevalin DJ, Reeves A, Baker E, Bentley R. The impact of persistent poor housing conditions on mental health: A longitudinal population-based study. *Prev Med*. Baltimore; 2017;105:304-10.

14. WHO Regional Office for Europe. Is housing improvement a potential health improvement strategy? 2005.
15. UK Green Building Council. Health and wellbeing in homes. Londres; 2016.
16. Bernal-Solano M, Bolívar-Muñoz J, Mateo-Rodríguez I, Robles-Ortega H, Fernández-Santaella M del C, Mata-Martín JL, et al. Associations between home foreclosure and health outcomes in a Spanish city. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(6).
17. Novoa AM, Bosch J, Díaz F, Malmusi D, Darnell M, Trilla C. El impacto de la crisis en la relación entre vivienda y salud. Políticas de buenas prácticas para reducir las desigualdades en salud asociadas con las condiciones de vivienda. *Gac Sanit*. 2014;28(S1):44-50.
18. Bonnefoy X. Inadequate housing and health: an overview. *Int J Environ Pollut*. 2007;30(3/4):411-29.
19. Jafari MJ, Khajevandi AA, Mousavi Najarkola SA, Yekaninejad MS, Pourhoseingholi MA, Omid L, et al. Association of Sick Building Syndrome with Indoor Air Parameters. *Tanaffos*. 2015;14(1):55-62.
20. Chirico F, Ferrari G, Taino G, Oddone E, Giorgi I, Imbriani M. Prevalence and risk factors for Sick Building Syndrome among Italian correctional officers: A pilot study. *J Heal Soc Sci*. 2017;2(1):31-46.
21. Allen JG, MacNaughton P, Laurent JGC, Flanigan SS, Eitland ES, Spengler JD. Green Buildings and Health. *Curr Environ Heal reports*. 2015;2(3):250-8.
22. MacNaughton P, Satish U, Laurent JGC, Flanigan S, Vallarino J, Coull B, et al. The impact of working in a green certified building on cognitive function and health. *Build Environ*. 2017;114:178-86.
23. MacNaughton P, Cao X, Buonocore J, Cedenõ-Laurent J, Spengler J, Bernstein A, et al. Energy savings, emission reductions, and health co-benefits of the green building movement review-article. *J Expo Sci Environ Epidemiol*. 2018;28(4):307-18.
24. Cedenõ-Laurent JG, Williams A, MacNaughton P, Cao X, Eitland E, Spengler J, et al. Building Evidence for Health: Green Buildings, Current Science, and Future Challenges. *Annu Rev Public Health*. 2018;39:291-308.
25. Krieger J, Higgins DL. Housing and health: Time again for public health action. *Am J Public Health*. 2002;92(5):758-68.
26. Troxel WM, Haas A, Ghosh-Dastidar B, Holliday SB, Richardson AS, Schwartz H, et al. Broken Windows, Broken Zzs: Poor Housing and Neighborhood Conditions Are Associated with Objective Measures of Sleep Health. *J Urban Heal*. 2020;97(2):230-8.

27. O'Brien DT, Farrell C, Welsh BC. Broken (windows) theory: A meta-analysis of the evidence for the pathways from neighborhood disorder to resident health outcomes and behaviors. *Soc Sci Med.* 2019;228:272-92.
28. Marmot M, Wilkinson R. *Social Determinants of Health.* OUP Oxford; 2005.
29. Gilloran JL. Social health problems associated with "high living". *Med Off.* 1968;120:117-8.
30. Moore NC. Psychiatric Illness and Living in Flats. *Br J Psychiatry.* 1974;125(588):500-7.
31. Freeman H. *Mental Health and High-Rise Housing.* En: Burrige R, Ormandy D (eds.). *Unhealthy Housing Research, remedies and reform.* Londres: Taylor & Francis; 1993.
32. Lee ACK, Maheswaran R. The health benefits of urban green spaces: a review of the evidence. *J Public Health.* Bangkok; 2010;33(2):212-22.
33. Van den Berg M, Wendel-Vos W, Van Poppel M, Kemper H, Van Mechelen W, Maas J. Health benefits of green spaces in the living environment: A systematic review of epidemiological studies. *Urban Forestry and Urban Greening.* 2015.
34. Gascon M, Mas MT, Martínez D, Dadvand P, Fornis J, Plasència A, et al. Mental health benefits of long-term exposure to residential green and blue spaces: A systematic review. *International Journal of Environmental Research and Public Health.* 2015.
35. Dadvand P, Bartoll X, Basagaña X, Dalmau-Bueno A, Martinez D, Ambros A, et al. Green spaces and General Health: Roles of mental health status, social support, and physical activity. *Environ Int.* 2016.
36. García de Frutos D, Marrot Ticó J, Monzón Chavarrías M, Payán de Tejada Alonso A, Fernández Hernández M del C, López-Asiain Martínez J. *Edificios y salud. 7 llaves para un edificio saludable.* 2019.
37. Lima NNR, De Souza RI, Feitosa PWG, Moreira JL de S, Da Silva CGL, Neto MLR. People experiencing homelessness: Their potential exposure to COVID-19. Vol. 288, *Psychiatry Research.* 2020;112945.
38. Schroer S, Huggins BJ, Azam C, Hölker F. Working with inadequate tools: Legislative shortcomings in protection against ecological effects of artificial light at night. *Sustain.* 2020;12(6).
39. III U-H. *New Urban Agenda.* 2017.
40. European Commission. *Communication from the Commission to the European Parliament, the Council, the European Economic and Social Committee and the Committee of the Regions. A Renovation Wave*

- for Europe - greening our buildings, creating jobs, improving lives. Bruselas; 2020.
41. Ade R, Rehm M. Home is where the health is: what indoor environment quality delivers a “healthy” home? *Pacific Rim Prop Res J*. 30 de diciembre del 2019;1-17.
 42. Osman LM, Ayres JG, Garden C, Reglitz K, Lyon J, Douglas JG. Home warmth and health status of COPD patients. *Eur J Public Health*. 2008;18(4):399-405.
 43. Pierse N, Arnold R, Keall M, Howden-Chapman P, Crane J, Cunningham M. Modelling the effects of low indoor temperatures on the lung function of children with asthma. *J Epidemiol Community Heal*. 2013;67(11):918-25.
 44. Saeki K, Obayashi K, Iwamoto J, Tone N, Okamoto N, Tomioka K, et al. The relationship between indoor, outdoor and ambient temperatures and morning BP surges from inter-seasonally repeated measurements. *J Hum Hypertens*. 2014;28(8):482-8.
 45. Shiue I, Shiue M. Indoor temperature below 18°C accounts for 9 % population attributable risk for high blood pressure in Scotland. *Int J Cardiol*. 15 de enero del 2014;171(1):e1-2.
 46. Howden-Chapman P, Matheson A, Crane J, Viggers H, Cunningham M, Blakely T, et al. Effect of insulating existing houses on health inequality: cluster randomised study in the community. *BMJ*. 2007/02/26. 3 de marzo del 2007;334(7591):460.
 47. Breyse J, Dixon SL, Jacobs DE, Lopez J, Weber W. Self-reported health outcomes associated with green-renovated public housing among primarily elderly residents. *J Public Heal Manag Pract*. 2015;21(4):355-67.
 48. Telfar Barnard L, Preval N, Howden-Chapman P, Arnold R, Young C, Grimes A, et al. The impact of retrofitted insulation and new heaters on health services utilisation and costs, pharmaceutical costs and mortality. *Evaluation of Warm Up New Zealand: Heat Smart*. 2011.
 49. Grey CNB, Jiang S, Nascimento C, Rodgers SE, Johnson R, Lyons RA, et al. The short-term health and psychosocial impacts of domestic energy efficiency investments in low-income areas: a controlled before and after study. *BMC Public Health*. 2017;17(1):1-10.
 50. Poortinga W, Jones N, Lannon S, Jenkins H. Social and health outcomes following upgrades to a national housing standard: A multilevel analysis of a five-wave repeated cross-sectional survey. *BMC Public Health*. 2017;17(1):1-15.

51. Ade R, Rehm M. Summertime comparative evaluation of indoor temperature and comfort in Auckland New Zealand: a survey of green certified, code and older homes. *Build Res Inf.* 5 de febrero del 2020;1-16.
52. Bray N, Burns P, Jones A, Winrow E, Edwards RT. Costs and outcomes of improving population health through better social housing: a cohort study and economic analysis. *Int J Public Health.* 2017;62(9):1039-50.
53. Thomson H, Thomas S, Sellstrom E, Petticrew M. The health impacts of housing improvement: a systematic review of intervention studies from 1887 to 2007. *Am J Public Health.* 2009;99(supl. 3):681-92.
54. Chapman R, Preval N, Howden-Chapman P. How economic analysis can contribute to understanding the links between housing and health. *Int J Environ Res Public Health.* 2017;14(9).
55. Green G, Gilbertson J. Warm Front Better Health - Health Impact Evaluation of the Warm Front Scheme. 2008.
56. Sovacool BK. Fuel poverty, affordability, and energy justice in England: Policy insights from the Warm Front Program. *Energy.* 2015;93:361-71.
57. Boardman B. Fuel Poverty: From Cold Homes to Affordable Warmth. Londres: Belhaven Press; 1991.
58. Thomson H, Bouzarovski S. Addressing Energy Poverty in the European Union: State of Play and Action. European Commission. 2018.
59. Delgado L (coord). Radiografies de la situació del dret a l'habitatge, la pobresa energètica i el seu impacte en la salut a Barcelona. 2018.
60. Sanz Fernández A, Gómez Muñoz G, Sánchez-Guevara Sánchez C, Núñez Peiró M. Estudio técnico sobre pobreza energética en la ciudad de Madrid. 2017.
61. Bradshaw S, Chant S, Linneker B. Gender and poverty: what we know, don't know, and need to know for Agenda 2030. *Gender, Place Cult.* 2017;24(12):1667-88.
62. Gonzalez Pijuan I. Gender inequality and energy poverty. A forgotten risk factor. Barcelona; 2018.
63. Petrova S, Simcock N. Gender and energy: domestic inequities reconsidered. *Soc Cult Geogr.* 2019;0(0):1-19.
64. Sánchez-Guevara Sánchez C, Sanz Fernández A, Núñez Peiró M, Gómez Muñoz G. Feminisation of energy poverty in the city of Madrid. *Energy Build.* 2020;223:110157.
65. Fouillet A, Rey G, Laurent F, Pavillon G, Bellec S, Guihenneuc-Jouyaux C, et al. Excess mortality related to the August 2003 heat wave in France. *Int Arch Occup Environ Health.* 2006;80(1):16-24.

66. Kuzuya M. Heatstroke in older adults. *Japan Med Assoc J.* 2013;56(3):193-8.
67. Basu R. High ambient temperature and mortality: a review of epidemiologic studies from 2001 to 2008. *Environ Heal.* 2009;8(1):40.
68. Thai PK, Cândido C, Asumadu-Sakyi A, Barnett A, Morawska L. Variation of indoor minimum mortality temperature in different cities: Evidence of local adaptations. *Environ Pollut.* 2019;246:745-52.
69. Baccini M, Biggeri A, Accetta G, Kosatsky T, Katsouyanni K, Analitis A, et al. Heat Effects on Mortality in 15 European Cities. *Epidemiology.* 2008;19(5):711-9.
70. Yuming G, Antonio G, G. A Ben, Benjawan T, Aurelio T, Eric L, et al. Temperature Variability and Mortality: A Multi-Country Study. *Environ Health Perspect.* 1 de octubre del 2016;124(10):1554-9.
71. Tham S, Thompson R, Landeg O, Murray KA, Waite T. Indoor temperature and health: a global systematic review. *Public Health.* 2020;179:9-17.
72. Ige J, Pilkington P, Orme J, Williams B, Prestwood E, Black D, et al. The relationship between buildings and health: A systematic review. *J Public Heal.* 2019; 41(2): E121-32.
73. Kownacki KL, Gao C, Kuklane K, Wierzbicka A. Heat stress in indoor environments of Scandinavian urban areas: A literature review. *Int J Environ Res Public Health.* 2019;16(4):1-18.
74. Turner LR, Barnett AG, Connell D, Tonga S. Review Article: Ambient Temperature and Cardiorespiratory Morbidity: A Systematic Review and Meta-analysis. *Epidemiology.* 2012;23(4):594-606.
75. Ahrentzen S, Erickson J, Fonseca E. Thermal and health outcomes of energy efficiency retrofits of homes of older adults. *Indoor Air.* 2016;26(4):582-93.
76. Quinn A, Shaman J. Health symptoms in relation to temperature, humidity, and self-reported perceptions of climate in New York City residential environments. *Int J Biometeorol.* 2017;61(7):1209-20.
77. Van Loenhout JAF, Le Grand A, Duijm F, Greven F, Vink NM, Hoek G, et al. The effect of high indoor temperatures on self-perceived health of elderly persons. *Environ Res.* 2016;146:27-34.
78. Kim Y-M, Kim S, Cheong H-K, Ahn B, Choi K. Effects of heat wave on body temperature and blood pressure in the poor and elderly. *Environ Health Toxicol.* 30 de julio del 2012;27:e2012013-e2012013.
79. Uejio CK, Tamerius JD, Vredenburg J, Asaeda G, Isaacs DA, Braun J, et al. Summer indoor heat exposure and respiratory and cardiovascu-

- lar distress calls in New York City, NY, U.S. *Indoor Air*. 1 de agosto del 2016;26(4):594-604.
80. Lima F, Ferreira P, Leal V. A Review of the Relation between Household Indoor Temperature and Health Outcomes. *Energies*. 2020;13:1-24.
 81. Phung D, Thai PK, Guo Y, Morawska L, Rutherford S, Chu C. Ambient temperature and risk of cardiovascular hospitalization: An updated systematic review and meta-analysis. *Sci Total Environ*. 2016;550:1084-102.
 82. Ding Z, Guo P, Xie F, Chu H, Li K, Pu J, et al. Impact of diurnal temperature range on mortality in a high plateau area in southwest China: A time series analysis. *Sci Total Environ*. 2015;526:358-65.
 83. Bell ML, O'Neill MS, Ranjit N, Borja-Aburto VH, Cifuentes LA, Gouveia NC. Vulnerability to heat-related mortality in Latin America: A case-crossover study in São Paulo, Brazil, Santiago, Chile and Mexico City, Mexico. *Int J Epidemiol*. 2008;37(4):796-804.
 84. Velux. *Health Homes Barometer 2019. Growing up in (un)healthy buildings*. 2019.
 85. Fisk WJ. How home ventilation rates affect health: A literature review. *Indoor Air*. 2018;28(4):473-87.
 86. Sundell J, Levin H, Nazaroff WW, Cain WS, Fisk WJ, Grimsrud DT, et al. Ventilation rates and health: multidisciplinary review of the scientific literature. *Indoor Air*. 2011;21(3):191-204.
 87. Fisk WJ. The ventilation problem in schools: literature review. *Indoor Air*. 1 de noviembre del 2017;27(6):1039-51.
 88. Klepeis NE, Nelson WC, Ott WR, Robinson JP, Tsang AM, Switzer P, et al. The National Human Activity Pattern Survey (NHAPS): a resource for assessing exposure to environmental pollutants. *J Expo Sci Environ Epidemiol*. 2001;11(3):231-52.
 89. Brown SK, Sim MR, Abramson MJ, Gray CN. Concentrations of Volatile Organic Compounds in Indoor Air – A Review. *Indoor Air*. 1 de junio de 1994;4(2):123-34.
 90. Sundell J. Reflections on the history of indoor air science, focusing on the last 50 years. *Indoor Air*. 2017;27(4):708-24.
 91. Meiss A, Feijó-Muñoz J, Padilla-Marcos MA. Evaluación, diseño y propuestas de sistemas de ventilación en la rehabilitación de edificios residenciales españoles. *Estudio de caso. Inf la Constr*. 2016;68(542):0-11.
 92. Serrano-Jiménez A, Lizana J, Molina-Huelva M, Barrios-Padura Á. Indoor environmental quality in social housing with elderly occupants in Spain: Measurement results and retrofit opportunities. *J Build Eng*. 1 de julio del 2020;30.

93. Sundell J. On the history of indoor air quality and health. *Indoor Air*. 2004;14(supl. 7):51-8.
94. Maroto P. Edificios sostenibles y saludables. En: CONAMA 2014 - Congreso Nacional del Medio Ambiente. 2014.
95. Francisco PW, Jacobs DE, Targos L, Dixon SL, Breyse J, Rose W, et al. Ventilation, indoor air quality, and health in homes undergoing weatherization. *Indoor Air*. 1 de marzo del 2017;27(2):463-77.
96. Wilson J, Dixon SL, Zuluaga M, Jacobs DE, Breyse J, Berger D. Venting for health: indoor air quality improvements from upgraded ventilation systems in multifamily high-rise housing. *Energy Effic*. 2020.
97. Norbäck D, Zhang X, Fan Q, Zhang Z, Zhang Y, Li B, et al. Home environment and health: Domestic risk factors for rhinitis, throat symptoms and non-respiratory symptoms among adults across China. *Sci Total Environ*. 2019;681:320-30.
98. Wolkoff P. Indoor air humidity, air quality, and health – An overview. *Int J Hyg Environ Health*. 2018;221(3):376-90.
99. Carlton EJ, Barton K, Shrestha PM, Humphrey J, Newman LS, Adgate JL, et al. Relationships between home ventilation rates and respiratory health in the Colorado Home Energy Efficiency and Respiratory Health (CHEER) study. *Environ Res*. 2019;169:297-307.
100. WHO Regional Office for Europe. WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould. 2009.
101. Mendell MJ, Mirer AG, Cheung K, Tong M, Douwes J. Respiratory and Allergic Health Effects of Dampness, Mold, and Dampness-Related Agents: A Review of the Epidemiologic Evidence. *Environ Health Perspect*. 2011;119(6):748-56.
102. Myatt TA, Kaufman MH, Allen JG, MacIntosh DL, Fabian MP, McDevitt JJ. Modeling the airborne survival of influenza virus in a residential setting: the impacts of home humidification. *Environ Heal*. 2010;9(1):55.
103. Derby MM, Hamehkasi M, Eckels S, Hwang GM, Jones B, Maghirang R, et al. Update of the scientific evidence for specifying lower limit relative humidity levels for comfort, health, and indoor environmental quality in occupied spaces (RP-1630). *Sci Technol Built Environ*. 2 de enero del 2017;23(1):30-45.
104. Brawley EC. Enriching lighting design. *NeuroRehabilitation*. 2009;25(3):189-99.
105. All-Party Parliamentary Group for Healthy Homes and Buildings. Building our Future: Laying the Foundations for Healthy Homes and Buildings. White Paper. 2018.

106. CEI e IDAE. Guía técnica. Aprovechamiento de la luz natural en la iluminación de edificios. 2005.
107. Boubekri M, Lee J, Macnaughton P, Woo M, Schuyler L, Tinianov B, et al. The impact of optimized daylight and views on the sleep duration and cognitive performance of office workers. *Int J Environ Res Public Health*. 2020;17(9).
108. Ayuso Sanchez J, Toshiharu Ikaga K, Vega Sanchez S, Ichihara M, Harimoto K. Greenery's effect on productivity, creativity and well-being at the workplace: An experimental case study. *Technical Pap Annu Meet Soc Heating, Air-conditioning Sanit Eng Japan*. 2017;(28):1-4.
109. Al-Ashwal NT, Hassan AS. The Impact of Daylighting-Artificial Lighting Integration on Building Occupants' Health. *Int Trans J Eng, Manag, Appl Sci Technol*. 2018;9(2):97-105.
110. Plympton P, Conway S, Epstein K. Daylighting in Schools: Improving Student Performance and Health at a Price Schools Can Afford. *Am Sol Energy Soc Conf*. 2000;10(agosto).
111. Kunkel S, Kontonasiou E. Indoor air quality, thermal comfort and daylight policies on the way to nZEB – status of selected MS and future policy recommendations. *ECEEE Summer Study Proceedings*. 2015.
112. Bonmati-Carrion MÁ, Arguelles-Prieto R, Martínez-Madrid MJ, Reiter R, Hardeland R, Rol MÁ, et al. Protecting the Melatonin Rhythm through Circadian Healthy Light Exposure. *Int J Mol Sci*. 2014;15(12).
113. Johnson PA, Johnson JC. Shedding light on maternal sunlight exposure during pregnancy and considerations for public health policy. *Heal Sci Inq*. 2020;11(1):112-8.
114. Razzaque MS. Sunlight exposure: Do health benefits outweigh harm? *J Steroid Biochem Mol Biol*. 2018;175:44-8.
115. Bournas I, Dubois M-C, Laike T. Perceived daylight conditions in multi-family apartment blocks – Instrument validation and correlation with room geometry. *Build Environ*. 2020;169:106574.
116. Best R, Porteus J. *Housing our Ageing Population: Plan for Implementation*. 2012.
117. Sharpe RA, Machray KE, Fleming LE, Taylor T, Henley W, Chenore T, et al. Household energy efficiency and health: Area-level analysis of hospital admissions in England. *Environ Int*. 2019;133(septiembre).
118. GBCe. *Salud, espacios, personas*. 2020.
119. WHO Regional Office for Europe. *WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants*. 2010.

120. WHO guidelines for indoor air quality: household fuel combustion. World Heal Organ. 2014;1-172.
121. Pigg S, Cautley D, Francisco PW. Impacts of weatherization on indoor air quality: a field study of 514 homes. *Int J Indoor Environ Heal*. 2018;28(2):307-17.
122. Idris SA 'Ainaa', Hanafiah MM, Khan MF, Hamid HHA. Indoor generated PM_{2.5} compositions and volatile organic compounds: Potential sources and health risk implications. *Chemosphere*. 2020;255.
123. World Health Organization W. WHO Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide: Global update 2005. 2005;1-21.
124. Bundesgesundheitsblatt, Gesundheitsforschung, Gesundheitsschutz. Gesundheitliche Bewertung von Kohlendioxid in der Innenraumluft [Health evaluation of carbon dioxide in indoor air]. Vol. 51. 2008(noviembre).
125. Abrams EM. Cleaning products and asthma risk: A potentially important public health concern. *Cmaj*. 2020;192(7):E164-5.
126. Parks J, McCandless L, Dharma C, Brook J, Turvey SE, Mandhane P, et al. Association of use of cleaning products with respiratory health in a Canadian birth cohort. *Cmaj*. 2020;192(7):E154-61.
127. Lao XQ, Ho KF, Wong CCY, Tian LW. Respiratory health effects of household cleaning products on Hong Kong school children. *Hong Kong Med J = Xianggang yi xue za zhi*. 2019;25(1):24-6.
128. Goodyear N, Markkanen P, Beato-Melendez C, Mohamed H, Gore R, Galligan C, et al. Cleaning and disinfection in home care: A comparison of 2 commercial products with potentially different consequences for respiratory health. *Am J Infect Control*. 2018;46(4):410-6.
129. Cheng S, Zhang J, Wang Y, Zhang D, Teng G, Chang-Chien GP, et al. Global research trends in health effects of volatile organic compounds during the last 16 years: A bibliometric analysis. *Aerosol Air Qual Res*. 2019;19(8):1834-43.
130. Hadei M, Hopke PK, Rafiee M, Rastkari N, Yarahmadi M, Kermani M, et al. Correction to: Indoor and outdoor concentrations of BTEX and formaldehyde in Tehran, Iran: effects of building characteristics and health risk assessment. *Environ Sci Pollut Res*. 2018;25(27):27438.
131. Colman Lerner JE, Gutierrez M de los A, Mellado D, Giuliani D, Massolo L, Sanchez EY, et al. Characterization and cancer risk assessment of VOCs in home and school environments in gran La Plata, Argentina. *Environ Sci Pollut Res*. 2018;25(10):1-10.

132. Liu Y, Misztal PK, Xiong J, Tian Y, Arata C, Weber RJ, et al. Characterizing sources and emissions of volatile organic compounds in a northern California residence using space- and time-resolved measurements. *Indoor Air*. 2019;29(4):630-44.
133. Tsai WT. An overview of health hazards of volatile organic compounds regulated as indoor air pollutants. *Rev Environ Health*. 2019;34(1):81-9.
134. Rumchev K, Brown H, Spickett J. Volatile organic compounds: Do they present a risk to our health? *Rev Environ Health*. 2007;22(1):39-55.
135. Fang L, Norris C, Johnson K, Cui X, Sun J, Teng Y, et al. Toxic volatile organic compounds in 20 homes in Shanghai: Concentrations, inhalation health risks, and the impacts of household air cleaning. *Build Environ*. 2019;157(abril):309-18.
136. Yan M, Zhai Y, Shi P, Hu Y, Yang H, Zhao H. Emission of volatile organic compounds from new furniture products and its impact on human health. *Hum Ecol Risk Assess*. 2019;25(7):1886-906.
137. D'Andrea MA, Reddy GK. Health Risks Associated With Benzene Exposure in Children: A Systematic Review. *Glob Pediatr Heal*. 2018;5:2333794X1878927.
138. Reiko K, Norbäck D, Araki A. *Indoor Environmental Quality and Health Risk toward Healthier Environment for All*. Singapur: Springer; 2020.
139. Koç K. Formaldehyde emissions and effects on health during arrival of furniture to ultimate consumer. *Wood Ind Eng*. 2019;1:14-9.
140. Fisk WJ, Lei-Gomez Q, Mendell MJ. Meta analyses of the associations of respiratory health effects with dampness and mold in homes. *Indoor Air*. 2007;17(4):284-96.
141. Hope A, Simon RA. Excess dampness and mold growth in homes: An evidence-based review of the aeroirritant effect and its potential causes. *Allergy Asthma Proc*. 2007;28(3):262-70.
142. Harville EW, Rabito FA. Housing conditions and birth outcomes: The National Child Development Study. *Environ Res*. 2018;161:153-7.
143. Oudin A, Richter J, Taj T, Al-Nahar L, Jakobsson K. Poor housing conditions in association with child health in a disadvantaged immigrant population: A cross-sectional study in Rosengård, Malmö, Sweden. *BMJ Open*. 2016;6(1).
144. Ginestet S, Aschan-Leygonie C, Bayeux T, Keirsbulck M. Mould in indoor environments: The role of heating, ventilation and fuel poverty. A French perspective. *Build Environ*. 2020;169:106577.
145. Zock J-P, Heinrich J, Jarvis D, Verlato G, Norbäck D, Plana E, et al. Distribution and determinants of house dust mite allergens in Europe:

- The European Community Respiratory Health Survey II. *J Allergy Clin Immunol.* 2006;118(3):682-90.
146. Vardoulakis S, Dimitroulopoulou C, Thornes J, Lai K-M, Taylor J, Myers I, et al. Impact of climate change on the domestic indoor environment and associated health risks in the UK. *Environ Int.* 2015;85:299-313.
 147. Casley LS, Godec T, Logan JG, Pearce JC, Smith HMP, Stewart SA, et al. How clean is your house? A study of house dust mites, allergens and other contents of dust samples collected from households. *Int J Environ Health Res.* 2018;28(4):341-57.
 148. OMS. Manual de la OMS sobre el radón en interiores. Una perspectiva de salud pública. 2015.
 149. OCU. Agua del grifo. 2014.
 150. Organización Mundial de La Salud. Guías para la calidad del agua de consumo humano. Cuarta edición, que incorpora la primera adenda. Organización Mundial de la Salud. 2011.
 151. Hayes CR, Skubala ND. Is there still a problem with lead in drinking water in the European Union? *J Water Health.* 2009;7(4):569-80.
 152. Nussbaumer-Streit B, Yeoh B, Gartlehner G., et al. Household interventions for preventing domestic lead exposure in children. *Cochrane Database Syst Rev.* 2016;(10).
 153. Llop S, Aguinagalde X, Vioque J, Ibarluzea J, Guxens M, Casas M, et al. Prenatal exposure to lead in Spain: Cord blood levels and associated factors. *Sci Total Environ.* 2011;409(11):2298-305.
 154. WHO Regional Office for Europe. Burden of disease from environmental noise. Quantification of healthy life years lost in Europe. Copenhagen; 2011.
 155. Basner M, Babisch W, Davis A, Brink M, Clark C, Janssen S, et al. Auditory and non-auditory effects of noise on health. *Lancet.* 2014;383(9925):1325-32.
 156. Babisch W. Exposure to environmental noise: risks for health and the environment. Workshop on “sound level of motor vehicles”. En: Directorate General for Internal Policies of the European Parliament. Bruselas; 2012.
 157. WHO Regional Office for Europe. *WHO night noise guidelines for Europe.* Copenhagen; 2009.
 158. Karpa MJ, Gopinath B, Beath K, Rochtchina E, Cumming RG, Wang JJ, et al. Associations Between Hearing Impairment and Mortality Risk in Older Persons: The Blue Mountains Hearing Study. *Ann Epidemiol.* 2010;20(6):452-9.

159. Dreger S, Schüle SA, Hilz LK, Bolte G. Social inequalities in environmental noise exposure: A review of evidence in the WHO European region. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(6).
160. Gupta A, Gupta A, Jain K, Gupta S. Noise Pollution and Impact on Children Health. *Indian J Pediatr*. 2018;85(abril):300-6.
161. Falchi F, Cinzano P, Duriscoe D, Kyba CCM, Elvidge CD, Baugh K, et al. The new world atlas of artificial night sky brightness. *Sci Adv*. 2016;2(6).
162. Tähkämö L, Partonen T, Pesonen A-K. Systematic review of light exposure impact on human circadian rhythm. *Chronobiol Int*. Febrero del 2019;36(2):151-70.
163. Dautovich ND, Schreiber DR, Imel JL, Tighe CA, Shoji KD, Cyrus J, et al. A systematic review of the amount and timing of light in association with objective and subjective sleep outcomes in community-dwelling adults. *Sleep Heal*. Febrero del 2019;5(1):31-48.
164. Price LLA, Udovičić L, Behrens T, Van Drongelen A, Garde AH, Hogenelst K, et al. Linking the non-visual effects of light exposure with occupational health. *Int J Epidemiol*. 1 de octubre del 2019;48(5):1393-7.
165. Nang EEK, Abuduxike G, Posadzki P, Divakar U, Visvalingam N, Nazeha N, et al. Review of the potential health effects of light and environmental exposures in underground workplaces. *Tunn Undergr Sp Technol*. 2019;84:201-9.
166. Boyce PR. Review: The Impact of Light in Buildings on Human Health. *Indoor Built Environ*. 2010;19(1):8-20.
167. Cho C-H, Lee H-J, Yoon H-K, Kang S-G, Bok K-N, Jung K-Y, et al. Exposure to dim artificial light at night increases REM sleep and awakenings in humans. *Chronobiol Int*. 2016;33(1):117-23.
168. Gangwisch JE, Malaspina D, Boden-Albala B, Heymsfield SB. Inadequate Sleep as a Risk Factor for Obesity: Analyses of the NHANES I. *Sleep*. 2005;28(10):1289-96.
169. Brum MCB, Dantas Filho FF, Schnorr CC, Bertolotti OA, Bottega GB, Da Costa Rodrigues T. Night shift work, short sleep and obesity. *Diabetol Metab Syndr*. 2020;12(1):13.
170. Bacaro V, Ballezio A, Cerolini S, Vacca M, Poggiogalle E, Donini LM, et al. Sleep duration and obesity in adulthood: An updated systematic review and meta-analysis. *Obes Res Clin Pract*. 2020;14(4):301-9.
171. Chang A-M, Aeschbach D, Duffy JF, Czeisler CA. Evening use of light-emitting eReaders negatively affects sleep, circadian timing, and next-morning alertness. *Proc Natl Acad Sci*. 27 de enero del 2015;112(4):1232 LP - 1237.

172. Dong L, Martinez AJ, Buysse DJ, Harvey AG. A composite measure of sleep health predicts concurrent mental and physical health outcomes in adolescents prone to eveningness. *Sleep Heal.* 2019;5(2):166-74.
173. Xiao Q, Gee G, Jones RR, Jia P, James P, Hale L. Cross-sectional association between outdoor artificial light at night and sleep duration in middle-to-older aged adults: The NIH-AARP Diet and Health Study. *Environ Res.* 2020;180:108823.
174. Cho Y, Ryu S-H, Lee BR, Kim KH, Lee E, Choi J. Effects of artificial light at night on human health: A literature review of observational and experimental studies applied to exposure assessment. *Chronobiol Int.* 2015;32(9):1294-310.
175. Wittmann M, Schreiber W, Landgrebe M, Hajak G. Circadian rhythms and depression. *Fortschr Neurol Psychiatr.* Mayo del 2018;86(5):308-18.
176. Capezuti E, Sagha Zadeh R, Pain K, Basara A, Jiang NZ, Krieger AC. A systematic review of non-pharmacological interventions to improve nighttime sleep among residents of long-term care settings. *BMC Geriatr.* Junio del 2018;18(1):143.
177. Heßling M, Kölbl PS, Singh P, Deuchler S, Sinning D, Koch FHJ, et al. Gefahr durch LED-Licht? *Der Ophthalmol.* 2019;116(7):625-30.
178. Downie LE, Keller PR, Busija L, Lawrenson JG, Hull CC. Blue-light filtering spectacle lenses for visual performance, sleep, and macular health in adults. *Cochrane Database Syst Rev.* 16 de enero del 2019;2019(1):CD013244.
179. Bauer M, Glenn T, Monteith S, Gottlieb JF, Ritter PS, Geddes J, et al. The potential influence of LED lighting on mental illness. *World J Biol Psychiatry, Off J World Fed, Soc Biol Psychiatry.* Febrero del 2018;19(1):59-73.
180. Souman JL, Tinga AM, Te Pas SF, Van Ee R, Vlaskamp BNS. Acute alerting effects of light: A systematic literature review. *Behav Brain Res.* 2018;337:228-39.
181. Garcia-Saenz A, De Miguel AS, Espinosa A, Valentin A, Aragonés N, Llorca J, et al. Evaluating the Association between Artificial Light-at-Night Exposure and Breast and Prostate Cancer Risk in Spain (MCC-Spain study). *Environ Health Perspect.* 2018;126(4):47011.
182. Garcia-Saenz A, De Miguel AS, Espinosa A, Costas L, Aragonés N, Tonne C, et al. Association Between Outdoor Light-at-night Exposure and Colorectal Cancer in Spain. *Epidemiology.* 2020;31(5).
183. Gómez-Abellán P, Garaulet M. Exercise, Diet, and Obese Adolescents: Association with Sleep Deprivation. En: Watson (ed.). *Modulation of*

- Sleep by Obesity, Diabetes, Age, and Diet. San Diego: Academic Press; 2015;77-83.
184. Baron KG, Reid KJ. Relationship between Circadian Rhythms, Feeding, and Obesity. En: Watson (ed.). *Modulation of Sleep by Obesity, Diabetes, Age, and Diet*. San Diego: Academic Press; 2015;243-53.
 185. Argys LM, Avarett SL, Yang M. Light Pollution, Sleep Deprivation, and Infant Health at Birth. *Inst Study Labor (IZA), Res Pap Ser*. 2018;(11703).
 186. Portolés C, Molinero E, Vila J, Gómez A, Pañella H. *Efectes en la salut dels camps electromagnètics*. 2019.
 187. SCENIHR. *SCENIHR Opinion on Potential Health Effects of Exposure to Electromagnetic Fields (EMF)*. Scientific Committee on Emerging and Newly Identified Health Risks (SCENIHR). 2015.
 188. WHO. *Electromagnetic fields and public health - Intermediate frequencies (IF) Information sheet*. World Health Organization. 2005.
 189. Ziegelberger G, Croft R, Feychting M, Green AC, Hirata A, D’Inzeo G, et al. *Guidelines for limiting exposure to electromagnetic fields (100 kHz to 300 GHz)*. Vol. 118, *Health Physics*. 2020.
 190. Cabré-Riera A, Marroun H El, Muetzel R, Van Wel L, Liorni I, Thielens A, et al. *Estimated whole-brain and lobe-specific radiofrequency electromagnetic fields doses and brain volumes in preadolescents*. *Environ Int*. 2020;142:105808.
 191. Birks LE, Struchen B, Eeftens M, Van Wel L, Huss A, Gajšek P, et al. *Spatial and temporal variability of personal environmental exposure to radio frequency electromagnetic fields in children in Europe*. *Environ Int*. 2018;117:204-14.
 192. ANSES. *Opinion of the French Agency for Food, Environmental and Occupational Health & Safety regarding the expert appraisal on “electromagnetic hypersensitivity (EHS) or idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields (IEI-EMF)”*. ANSES Opinion. Maisons-Alfort Cedex; 2018.
 193. Belyaev I, Dean A, Eger H, Hubmann G, Jandrisovits R, Kern M, et al. *EUROPAEM EMF Guideline 2016 for the prevention, diagnosis and treatment of EMF-related health problems and illnesses*. *Rev Environ Health*. 2016;31(3):363-97.
 194. Smith SK, Rayer S, Smith E, Wang Z, Zeng Y. *Population Aging, Disability and Housing Accessibility: Implications for Sub-national Areas in the United States*. *Hous Stud*. 2012;27(2):252-66.
 195. Carnemolla P, Bridge C. *Housing design and community care: How home modifications reduce care needs of older people and people with disability*. *Int J Environ Res Public Health*. 2019;16(11).

196. Park S, Kim B, Amano T, Chen Q. Home Environment, Living Alone, and Trajectories of Cognitive Function Among Older Adults With Functional Limitations. *Environ Behav.* 0(0):0013916519879772.
197. World Health Organization & World Bank. *World Report On Disability.* World Health Organization. 2011;
198. Norin L, Slaug B, Haak M, Jørgensen S, Lexell J, Iwarsson S. Housing accessibility and its associations with participation among older adults living with long-standing spinal cord injury. *J Spinal Cord Med.* 2017;40(2):230-40.
199. Rashbrooke G. *Economic effects of utilising LifeMark at a national level.* Wellington: Ministry of Social Development. Wellington; 2009.
200. Joines S. Enhancing quality of life through Universal Design. *NeuroRehabilitation.* 2009;25(4):313-26.
201. York SL. Residential design and outdoor area accessibility. *NeuroRehabilitation.* 2009;25(3):201-8.
202. Hernández Galán J, Borau Jordán JL. Accesibilidad en edificaciones existentes. Criterios de intervención. Fundación ONCE y Fundación Mutua de Propietarios.
203. Australia LH. *Livable Housing Design Guidelines.* 2017.
204. Shokouhi M, Nasiriani K, Cheraghi Z, Ardalan A, Khankeh H, Fallahzadeh H, et al. Preventive measures for fire-related injuries and their risk factors in residential buildings: a systematic review. *J Inj Violence Res.* Enero del 2019;11(1):1-14.
205. WHO. *WHO Global Report on Falls Prevention in Older Age.* 2007.
206. Keall MD, Baker M, Howden-Chapman P, Cunningham M. Association between the number of home injury hazards and home injury. *Accid Anal Prev.* 2008;40(3):887-93.
207. Chisholm E, Keall M, Bennett J, Marshall A, Telfar-Barnard L, Thornley L, et al. Why don't owners improve their homes? Results from a survey following a housing warrant-of-fitness assessment for health and safety. *Aust N Z J Public Health.* Junio del 2019;43(3):221-7.
208. Shokouhi M, Nasiriani K, Khankeh H, Fallahzadeh H, Khorasani-Zavareh D. Exploring barriers and challenges in protecting residential fire-related injuries: a qualitative study. *J Inj Violence Res.* Enero del 2019;11(1):81-92.
209. Kendrick D, Young B, Mason-Jones AJ, Ilyas N, Achana FA, Cooper NJ, et al. Home safety education and provision of safety equipment for injury prevention. *Cochrane Database Syst Rev.* 2012;(9).
210. Sengoelge M, Leithaus M, Braubach M, Laflamme L. Are There Changes in Inequalities in Injuries? A Review of Evidence in the WHO European Region. *Int J Environ Res Public Health.* 2019;16(4).

211. Sengoelge M, Hasselberg M, Ormandy D, Laflamme L. Housing, income inequality and child injury mortality in Europe: a cross-sectional study. *Child Care Health Dev.* Marzo del 2014;40(2):283-91.
212. Corfield AR, MacKay DF, Pell JP. Association between trauma and socioeconomic deprivation: a registry-based, Scotland-wide retrospective cohort study of 9,238 patients. *Scand J Trauma Resusc Emerg Med.* Julio del 2016;24:90.
213. Zoni AC, Domínguez-Berjón MF, Esteban-Vasallo MD, Velázquez-Buendía LM, Blaya-Nováková V, Regidor E. Socioeconomic inequalities in injuries treated in primary care in Madrid, Spain. *J Public Health (Oxf).* Marzo del 2017;39(1):45-51.
214. Goux D, Maurin E. The Effect of Overcrowded Housing on Children's Performance at School. *J Public Econ.* 2005;
215. Evans GW, Wells NM, Moch A. Housing and mental health: A review of the evidence and a methodological and conceptual critique. *J Soc Issues.* 2003;59(3):475-500.
216. Chambers EC, Pichardo MS, Rosenbaum E. Sleep and the Housing and Neighborhood Environment of Urban Latino Adults Living in Low-Income Housing: The AHOME Study. *Behav Sleep Med.* 2016;14(2):169-84.
217. Singh A, Daniel L, Baker E, Bentley R. Housing Disadvantage and Poor Mental Health: A Systematic Review. *Am J Prev Med.* 2019;57(2):262-72.
218. Shah SN, Fossa A, Steiner AS, Kane J, Levy JI, Adamkiewicz G, et al. Housing Quality and Mental Health: the Association between Pest Infestation and Depressive Symptoms among Public Housing Residents. *J Urban Heal.* 2018;95(5):691-702.
219. Ministerio de Sanidad, Consumo y Bienestar Social. Plan para la prevención y control de la tuberculosis en España. Vol. 11. 2009.
220. Chambers EC, Bafna S, Machry H. The Association Between Apartment Layout and Depressive Symptomology among Hispanic/Latino Residents in Low-Income Housing: the AHOME Study. *J Urban Heal.* 2018;95(1):51-60.
221. Clair A, Hughes A. Housing and health: New evidence using biomarker data. *J Epidemiol Community Health.* 2019;1-7.
222. Lee K. The Relationship between Housing Types and Metabolic and Weight Phenotypes: A Nationwide Survey. *Metab Syndr Relat Disord.* 2019;17(3):129-36.
223. OECD. Obesity Update 2017. 2017.
224. Tannis C, Senerat A, Garg M, Peters D, Rajupet S, Garland E. Improving physical activity among residents of affordable housing: Is active design enough? *Int J Environ Res Public Health.* 2019;16(1).

225. Lee KK. Developing and implementing the Active Design Guidelines in New York City. *Health Place*. Enero del 2012;18(1):5-7.
226. Karol E, Smith D. Impact of Design on Emotional, Psychological, or Social Well-Being for People With Cognitive Impairment. *Heal Environ Res Des J*. 2019;12(3):220-32.
227. Chen JC-P, Tsaih LS-J, Li Y-F. Exploring views on communal amenities and well-being in housing for seniors in Taiwan. *Build Res Inf*. 2020;48(3):239-53.
228. Forthun L. *Family Nutrition: The Truth About Family Meals 1 Well-Being How to Get the Whole Family to the Dinner Table*. 2013.
229. Ribeiro AI, Barros H. Affordable, Social, and Substandard Housing and Mortality: The EPIPorto Cohort Study, 1999-2019. *Am J Public Health*. 2020;110(7):1060-7.
230. WHO. *Social determinants of mental health. Global Mental Health: Prevention and Promotion*. Ginebra; 2014.
231. Dunn JR, Hayes M V. Social inequality, population health, and housing: a study of two Vancouver neighborhoods. *Soc Sci Med*. 2000;51(4):563-87.
232. Mehta AJ, Dooley DP, Kane J, Reid M, Shah SN. Subsidized Housing and Adult Asthma in Boston, 2010–2015. *Am J Public Health*. 2018;108(8):1059-65.
233. Thomas MMC, Mehta AJ, Murphy JS, Childs E, Sena BF, Dimitri N, et al. Associations Between Public Housing Residency and Health Behaviors in a Cross-Sectional Sample of Boston Adults. *Hous Policy Debate*. 2020;30(3):335-47.
234. Fuller-Thomson E, Hulchanski JD, Hwang S. The Housing/Health Relationship: What Do We Know? *Rev Environ Health*. 2000;15(1-2).
235. Nicol S, Roys M, David O, Ezratty V. *The cost of poor housing in the European Union*. 2015.
236. Mudarri D, Fisk W. Public health and economic impact of dampness and mold. *Indoor Air*. 2007;17(3):226-35.
237. Dietz L, Horve PF, Coil DA, Fretz M, Eisen JA, Van Den Wymelenberg K. 2019 Novel Coronavirus (COVID-19) Pandemic: Built Environment Considerations to Reduce Transmission. *mSystems*. 2020;5(2):1-13.
238. López Letón S. Las vergüenzas de los pisos españoles quedan al descubierto. *El País*. 2020;
239. Chayka K. *How the Coronavirus Will Reshape Architecture*. The New Yorker. 2020;

240. Alessandro DD, Gola M, Appolloni L, Dettori M, Maria G, Rebecchi A, et al. COVID-19 and Living Spaces challenge. Well-being and Public Health recommendations for a healthy, safe, and sustainable housing. *Acta Biomed.* 2020;91(supl. 9):61-75.
241. Lopez B, Kennedy C, Mcphearson T. Parks are Critical Urban Infrastructure: Perception and Use of Urban Green Spaces in NYC During COVID-19. *Preprints.* 2020;(agosto):1-22.
242. Espinosa de los Monteros F. Arquitectura para después de una pandemia. *El País. Cinco Días.* 2020;
243. Hartley S, Colas des Francs C, Aussert F, Martinot C, Dagneaux S, Londe V, et al. The effects of quarantine for SARS-CoV-2 on sleep: An online survey. 2020;
244. Cuervo-Vilches T, Navas-Martí MÁ, Oteiza I. A Mixed Approach on Resilience of Spanish Dwellings and Households during COVID-19 Lockdown. 2020;1-22.
245. Cheshmehzangi A. Housing and health evaluation related to general comfort and indoor thermal comfort satisfaction during the COVID-19 lockdown. *J Hum Behav Soc Environ.* 2020;00(00):1-26.
246. Mikolai J, Keenan K, Kulu H. Intersecting household level health and socio-economic vulnerabilities and the COVID-19 crisis: An analysis from the UK. *SSM - Popul Heal.* 2020;100628.
247. Douglas M, Katikireddi SV, Taulbut M, McKee M, McCartney G. Mitigating the wider health effects of covid-19 pandemic response. *BMJ.* 2020;369(abril):1-6.
248. Rosenberg A, Keene DE, Schlesinger P, Groves AK, Blankenship KM. COVID-19 and Hidden Housing Vulnerabilities: Implications for Health Equity, New Haven, Connecticut. *AIDS Behav.* 2020;24(7):2007-8.
249. Observatori Metropolità de l'Habitatge de Barcelona. L'habitatge a la metròpoli de Barcelona. 2018.
250. Español Echániz I. El paisaje como nuevo paradigma de la sostenibilidad. *Fabrikart.* 9:104-15.
251. Institute IWB. The WELL Building Standard. 2017.
252. Saeki K, Obayashi K, Iwamoto J, Tone N, Okamoto N, Tomioka K, et al. Stronger association of indoor temperature than outdoor temperature with blood pressure in colder months. *J Hypertens.* 2014;32(8).
253. Tikka C, Verbeek JH, Kateman E, Morata TC, Dreschler WA, Ferrite S. Interventions to prevent occupational noise-induced hearing loss. *Cochrane Database Syst Rev.* 2017;2017(7).

254. Pinquart M, Sörensen S. Correlates of physical health of informal caregivers: a meta-analysis. *J Gerontol B Psychol Sci Soc Sci*. Marzo del 2007;62(2):P126-37.
255. Van Houtven CH, Coe NB, Skira MM. The effect of informal care on work and wages. *J Health Econ*. Enero del 2013;32(1):240-52.
256. Brusilovsky B. Índice de accesibilidad cognitiva: consideraciones para el diseño. 2018.
257. UNICEF, Comité Español. Malnutrición, obesidad infantil y derechos de la infancia en España. 2019.
258. Signorelli C, Capolongo S, D'Alessandro D, Fara GM. The homes in the COVID-19 era. How their use and values are changing. *Acta Biomed*. 2020;91(9):92-4.

Glosario

Aclimatación. Acción o efecto de hacer que un ser vivo se acostumbre a climas y condiciones diferentes de los que le eran habituales.

Alérgenos. Sustancias que pueden provocar una reacción alérgica. Alérgenos comunes son el polvo, algunos medicamentos y alimentos, esporas fúngicas o polen.

Apnea del sueño. Trastorno del sueño, potencialmente grave, que se caracteriza por repetidas interrupciones de la respiración (desde unos pocos segundos hasta minutos) mientras se duerme. Los síntomas incluyen ronquidos fuertes o anormales, insomnio, somnolencia diurna, irritabilidad y depresión.

Asma. Enfermedad crónica que se caracteriza por ataques recurrentes de disnea (ahogo o dificultad para respirar) y sibilancias, que varían en severidad y frecuencia de una persona a otra. Durante un ataque de asma, el revestimiento de los bronquios se inflama y disminuye el flujo de aire que entra y sale de los pulmones.

Aumento monotónico. Que siempre crece, aunque no sea de forma lineal.

Carcinógeno. Un agente carcinógeno (o cancerígeno) es un agente físico, químico o biológico capaz de causar cáncer o favorecer su aparición en individuos expuestos a él.

Citotóxico. Que tiene un efecto tóxico sobre determinadas células o tejidos.

Compuestos orgánicos volátiles (COV). Son todos los hidrocarburos que se presentan en estado gaseoso a temperatura ambiente normal o que son muy volátiles a dicha temperatura. Se puede considerar como COV el compuesto orgánico que a 20 °C tenga una presión de vapor de 0,01 kPa o más, o una volatilidad equivalente en las condiciones particulares de uso.

Contaminación por microorganismos. La contaminación es la presencia de una sustancia contaminante en el cuerpo, o en cualquier objeto o alimento, que sea capaz de causar enfermedad en una persona. La contaminación por microorganismos, o contaminación microbiológica, se refiere a la introducción involuntaria o no intencionada de organismos vivos (como bacterias, virus, hongos o parásitos) que solo se pueden ver a través de un microscopio.

Contaminantes orgánicos persistentes (COP). Conocidos internacionalmente por su acrónimo en inglés, POP (de *persistent organic pollutants*), son sustancias químicas tóxicas para la salud humana y el medio ambiente, resistentes a la degradación, bioacumulables (se acumulan en los tejidos de los seres vivos, pudiendo aumentar su concentración) y con potencial para transportarse a larga distancia (pueden llegar a regiones en las que nunca se han producido o utilizado).

Cronotipo. Concepto relacionado con las variaciones de los ritmos circadianos en diferentes individuos, en función de variables tanto fisiológicas como psicológicas. A menudo se distinguen dos subgrupos de personas en función de sus cronotipos: las tendentes a acostarse tarde y levantarse tarde, y las que tienen tendencia a acostarse pronto y levantarse pronto. Conocido como la distinción búho/alondra (*owl/lark distinction*), en parte está relacionado con la estructura del ritmo circadiano del individuo, pero también se encuentra fuertemente vinculado a la edad. Las personas con cronotipos fuertemente inclinados en una u otra dirección podrán sufrir importantes afectaciones en la cantidad y la calidad del sueño.

Diseño universal. Productos o ambientes diseñados para adaptarse a las necesidades de toda clase de ocupantes, independientemente de su edad, capacidad funcional, capacidad cognitiva o situación social. El diseño universal aplicado a la vivienda se relaciona con los conceptos (en inglés) *life span housing*, *life cycle housing*, *lifetime homes* o *adaptable housing*, relacionados con la adaptación a las necesidades de todo tipo de usuarios, así como a las capacidades cambiantes de un mismo usuario a lo largo de su vida.

Disnea. Sensación de ahogo o dificultad para respirar.

Eccema. También llamado *dermatitis*, se refiere a un grupo de afecciones en las que la piel se inflama, pudiendo formarse en ella ampollas y escamas, e incluso adoptar una textura costrosa. El eccema produce sensación de quemadura y picor, y se puede presentar por un periodo largo de tiempo. La dermatitis atópica es el tipo de eccema más común y sus causas se asocian a factores genéticos y ambientales.

Enfermedad pulmonar obstructiva crónica. La enfermedad pulmonar crónica o enfermedad pulmonar obstructiva crónica (EPOC) es un grupo de enfermedades pulmonares que dificultan la respiración y empeoran con el tiempo. Este tipo de enfermedades, que causan la obstrucción del flujo de aire de los pulmones, producen síntomas como dificultad respiratoria, tos, producción de moco (esputo) y sibilancias. Los dos tipos principales de EPOC son el enfisema y la bronquitis crónica. Las personas con EPOC tienen un mayor riesgo de desarrollar enfermedades cardíacas, cáncer de pulmón y otras afecciones.

Enfermedades reumáticas. Término no específico que se refiere a una amplia gama de enfermedades, algunas de ellas relacionadas con el desgaste del aparato locomotor (huesos, músculos, articulaciones, tendones, ligamentos y tejido conectivo) y otras originadas por la alteración del sistema inmunológico. Las enfermedades reumáticas más conocidas son la artritis y la artrosis, y los síntomas más comunes son dolor, rigidez y entumecimiento, pinchazos, pesadez y cansancio, hinchazón o tumefacción en las articulaciones.

Estresores ambientales. Son estímulos externos que causan falta de armonía, irritación, molestia o perturbación en las personas. Ejemplos de estresores ambientales son el ruido, el hacinamiento o la contaminación del aire; todos ellos tienen demostrados efectos nocivos sobre la salud cuando la exposición es excesiva o continua en el tiempo.

Golpe de calor. También denominado *fiebre térmica*, *acaloramiento* o *termoplejía*, el golpe de calor es un cuadro médico que se produce cuando la temperatura corporal se eleva por encima de un determinado umbral y fallan los mecanismos compensatorios del propio cuerpo para disipar el calor. Generalmente ocurre como consecuencia de la exposición prolongada a altas temperaturas o del esfuerzo físico a altas temperaturas. Entre los síntomas vinculados al golpe de calor, se incluyen alta temperatura corporal, alteraciones mentales o de comportamiento, alteraciones en la sudoración, náuseas y vómitos, enrojecimiento de la piel, respiración acelerada, aumento del ritmo cardíaco y dolor de cabeza. En los casos más graves, se acompaña de una respuesta inflamatoria sistémica que produce disfunción multiorgánica y, en ocasiones, la muerte.

Higrotermia. Las condiciones higrotérmicas son las condiciones de temperatura seca y humedad relativa en un determinado ambiente. Alcanzar condiciones de confort higrotérmico implica que los mecanismos termorreguladores del cuerpo no tienen que intervenir para lograrlo.

Hipersensibilidad electromagnética. Una parte de la población declara sufrir síntomas (dolor de cabeza, fatiga, confusión, depresión, síntomas dermatológicos, dificultad respiratoria, alteraciones del sueño, náuseas, mareos o síntomas gastrointestinales, entre otros) asociados a la exposición a niveles de radiación electromagnética muy por debajo de los umbrales establecidos hasta el momento como nocivos para la salud. Por lo general, estos síntomas surgen como respuesta a niveles de radiación que no causan síntomas en la mayoría de las personas y no se encuentra un vínculo claro con ninguna disfunción fisiológica conocida. También conocida como EHS (por las siglas en inglés de *electromagnetic hypersensitivity*), en el 2004 la OMS propuso la denominación *intolerancia ambiental idiopática atribuida a los*

campos electromagnéticos (idiopathic environmental intolerance attributed to electromagnetic fields, IEI) sobre la base de tres criterios: la percepción por parte de la persona de distintos síntomas funcionales no específicos, la falta de evidencia clínica y biológica que explique estos síntomas, y la atribución de estos síntomas (por parte de los afectados) a la exposición a diferentes tipos de campos electromagnéticos.

Homeostasis. Estado de equilibrio entre todos los sistemas del cuerpo necesarios para sobrevivir y funcionar correctamente. Se trata de una propiedad de los organismos vivos que consiste en la capacidad de mantener una condición interna estable, compensando las grandes oscilaciones que puedan darse en el entorno mediante el intercambio regulado de materia y energía con el exterior.

Infectividad. Desde el punto de vista epidemiológico, la infectividad es la capacidad de un agente infeccioso (como un virus o una bacteria) de poder alojarse y multiplicarse dentro de un organismo (huésped). La medida básica de infectividad es el número mínimo de partículas infecciosas que se requieren para producir una infección (dosis infectante mínima).

Inmunotoxinas. Agente tóxico unido a un anticuerpo que tiene capacidad de destruir células cancerosas sin afectar a las sanas.

Metaanálisis. Metodología para la revisión sistemática y cuantitativa de la investigación, ampliamente aplicada en las Ciencias de la Salud. Se trata de un proceso mediante el cual se analizan datos de diferentes estudios científicos empíricos llevados a cabo sobre un mismo tema. En general, los resultados de un metaanálisis son más sólidos que los resultados de cualquier estudio de forma individual.

Micotoxinas. Compuestos tóxicos producidos de forma natural por algunos tipos de mohos (hongos). Los mohos productores de micotoxinas crecen en numerosos alimentos (por ejemplo, cereales, frutas desecadas, frutos secos, granos de café o especias). Su crecimiento puede tener lugar antes o después de la cosecha, durante el almacenamiento o en el mismo alimento; especialmente, en ambientes cálidos y húmedos. Algunas suponen un problema para la salud humana y del ganado, ya que pueden provocar efectos de carácter agudo (intoxicación) o crónico (inmunodeficiencia y cáncer).

Morbilidad. Proporción de personas que enferman en un sitio y tiempo determinado.

Mutagénico. Dicho de una sustancia o de un preparado que, por inhalación, ingestión o penetración cutánea, puede producir defectos genéticos hereditarios o aumentar su frecuencia.

Partículas en suspensión. Son las partículas microscópicas que, en forma de cenizas, hollín, polvo, niebla o gas, quedan suspendidas en el aire

durante un tiempo determinado. Los efectos de la contaminación por material particulado se han demostrado en diferentes ámbitos, entre los cuales destacan la salud humana, el clima y los ecosistemas. Las partículas de menos de 10 μm de diámetro, denominadas PM10, son las que presentan una mayor capacidad de acceso a las vías respiratorias y, por lo tanto, mayor afección a las mismas. Dentro de la fracción PM10, las partículas más pequeñas (menores de 2,5 μm , PM2,5) se depositan en los alvéolos, la parte más profunda del sistema respiratorio, y quedan atrapadas en ellos, lo que puede generar efectos más severos sobre la salud.

Pérdida auditiva. También denominada *pérdida de audición* o *hipoacusia*, es un déficit funcional que ocurre cuando una persona pierde capacidad para oír sonido exterior. Esta pérdida puede ser leve, moderada o grave según el caso, y se produce como resultado de daños o disfunciones en una o más partes del oído. Aunque pueden ocurrir a cualquier edad y por distintas razones, la causa general más común de pérdida auditiva es la edad y la sobreexposición a ruidos de gran intensidad.

Personas con limitaciones cognitivas. Las personas con alguna clase de limitación cognitiva (también denominada *discapacidad cognitiva* o *discapacidad intelectual*, e incluida en la categoría más general de trastornos del neurodesarrollo) experimentan limitaciones o retraso en sus capacidades intelectuales y en la ejecución de conductas adaptativas al entorno que les rodea, lo que puede afectar a su capacidad de atención, percepción, memoria y razonamiento. La limitación cognitiva tiene múltiples causas posibles, desde enfermedades genéticas y metabólicas a otras causas prenatales, perinatales, y postnatales.

Personas con limitaciones funcionales. Personas con alguna condición que impide o limita su vida diaria. Entre estas condiciones, se incluyen la dificultad para ver, oír, caminar, subir o bajar escaleras, recordar, concentrarse, comunicarse, levantar objetos o utilizar manos y dedos. Desde el 2005, el término *diversidad funcional* busca sustituir a terminologías más negativas o peyorativas como *discapacidad* o *minusvalía*. Además, este término se refiere a un fenómeno que afecta a toda la población, ya que incluye las condiciones que nos hacen dependientes tanto en la infancia como en la senectud.

Principio ALARA. Principio de protección radiológica que corresponde a las siglas en inglés de la expresión «tan bajo como sea razonablemente posible» (*as low as reasonably achievable*), teniendo en cuenta factores sociales y económicos. La aplicación de este principio fue recomendada por la Unión Europea en la Resolución 1815 del 2011 titulada «Peligros potenciales de los campos electromagnéticos y sus efectos sobre el medio ambien-

te», al considerar que existían todavía muchas incertidumbres en cuanto a posibles efectos nocivos sobre la salud humana de la exposición a campos electromagnéticos.

Procesos metabólicos. Procesos involucrados en la transformación de la materia en energía. El metabolismo se refiere a todos los procesos físicos y químicos del cuerpo que convierten o usan energía, tales como la respiración, la circulación sanguínea, la regulación de la temperatura muscular, la contracción muscular, la digestión de alimentos y nutrientes, la eliminación de desechos a través de la orina y de las heces o el funcionamiento del cerebro y de los nervios.

Reloj biológico. También conocido como *ritmo biológico*, es el ciclo periódico en los organismos vivos y su adaptación a los ritmos relacionados con la luz solar o luz lunar. El ritmo más importante es el circadiano, que dura aproximadamente unas veinticuatro horas.

Riesgo emergente. Un riesgo emergente para la salud humana es un riesgo recientemente identificado o que va en aumento (debido a cambios sociales, tecnológicos, de procesos, o de percepción pública), y para el que la evidencia disponible todavía es limitada a fin de evaluar sus mecanismos y alcance. La definición de riesgo emergente tiene una clara intención de prevención y anticipación. Por ejemplo, la OMS define los campos electromagnéticos como un riesgo emergente sobre el que todavía queda mucho por investigar y conocer.

Ritmo circadiano. También llamado *reloj biológico*, el ritmo circadiano se refiere al ciclo natural de cambios físicos, mentales y de comportamiento que experimenta el cuerpo a lo largo de aproximadamente 24 horas. Los ritmos circadianos se ven afectados principalmente por la luz y la oscuridad, y están controlados por el hipotálamo, una de las regiones del cerebro.

Salud mental. La OMS define la salud mental como un estado de bienestar en el que cada individuo puede alcanzar su propio potencial, puede hacer frente a las tensiones normales de la vida, puede trabajar de forma productiva y fructífera, y puede hacer una contribución a su comunidad.

Sibilancias. Sonido silbante y agudo durante la respiración, que ocurre cuando el aire se desplaza a través de las vías aéreas de pequeño calibre estrechadas o comprimidas. Las sibilancias son un signo de que una persona puede estar presentando problemas respiratorios, y puede escucharse tanto al inhalar como (de forma más evidente) al exhalar.

Tinnitus. Trastorno por el cual una persona escucha ruidos como zumbidos, ruidos, clicos, siseos, silbidos o pulsaciones, cuando no hay sonido exterior que los cause. Entre las posibles causas de sufrir tinnitus se incluyen la pérdida de audición en personas mayores, la exposición a ruidos

fuertes o infecciones del oído, entre otras. Aunque por lo general supone una molestia y no un signo de algo grave, las personas con tinnitus severo pueden llegar a tener dificultad para oír, trabajar y dormir.

Transpiración. La manera en que el cuerpo se enfría, produciendo un líquido transparente (sudor) que secretan unas glándulas que hay en la piel y que se expulsa a través de ella. El sudor se forma principalmente en las axilas, en los pies y en las palmas de las manos.

Vasoconstricción. El estrechamiento (constricción) de vasos sanguíneos por parte de pequeños músculos en sus paredes, lo que hace que la circulación de la sangre se ralentice o incluso se bloquee.

Anexo A. Búsquedas bibliográficas

Confort térmico – calor

PUBMED	COCHRANE LIBRARY	GOOGLE SCHOLAR
KEY WORDS ((housing[MeSH Terms]) AND (temperature[Title/Abstract] OR "air conditioning"[Title/Abstract] OR cooling[Title/Abstract] OR heating[Title/Abstract] OR shade[Title/Abstract] OR heatwave[Title/Abstract] OR "heat wave"[Title/Abstract])) AND (health[Title/Abstract] OR wellbeing[Title/Abstract] OR "well-being"[Title/Abstract])	KEY WORDS (housing OR house* OR household OR residential OR residence* OR dwelling* OR home* OR domestic OR "home environment" OR "living environment"* OR backyard* OR "back yard"* OR garden* OR balcony OR terrace OR "common area"* OR "communal amenities") in Title Abstract Keyword AND (temperature OR ventilation OR "air conditioning" OR cooling OR heating OR shade OR heatwave OR "heat wave") in Title Abstract Keyword AND (health OR wellbeing OR "well-being" OR reduc* OR improve* OR decreas* OR evaluat* OR change* OR changing OR intervention* OR grow* OR better OR worse* OR effect* OR achieve* OR comfort OR morale OR harmful OR impact* OR gain) in Title Abstract Keyword - (Word variations have been searched)	KEY WORDS allintitle: (health OR wellbeing OR "well being") (temperature OR ventilation OR "air conditioning" OR cooling OR heating OR shade OR heatwave OR "heat wave") (housing OR home OR indoor)
OTROS FILTROS Title/Abstract 2018-2020 Humans	OTROS FILTROS Title/Abstract/Keywords 2018-2020	Título 2018-2020
NÚMERO DE RESULTADOS 58	NÚMERO DE RESULTADOS 9	18
ARTÍCULOS SELECCIONADOS 6	ARTÍCULOS SELECCIONADOS 1	4

Confort térmico – ventilación

PUBMED	COCHRANE LIBRARY	GOOGLE SCHOLAR
KEY WORDS ((housing[MeSH Terms]) AND (ventilation[Title/Abstract] OR ventilate[Title/Abstract] OR "air renovation"[Title/Abstract] OR "air exchange"[Title/Abstract]) AND (health[Title/Abstract] OR wellbeing[Title/Abstract] OR "well-being"[Title/Abstract] OR reduc*[Title/Abstract] OR improve*[Title/Abstract] OR decreas*[Title/Abstract] OR evaluat*[Title/Abstract] OR change*[Title/Abstract] OR changing[Title/Abstract] OR intervention*[Title/Abstract] OR grow*[Title/Abstract] OR better[Title/Abstract] OR worse*[Title/Abstract] OR effect*[Title/Abstract] OR achieve*[Title/Abstract] OR comfort OR morale[Title/Abstract] OR harmful[Title/Abstract] OR impact*[Title/Abstract] OR gain[Title/Abstract])	KEY WORDS (housing OR house* OR household OR residential OR residence* OR dwelling* OR home* OR domestic OR "home environment" OR "living environment"* OR backyard* OR "back yard"* OR garden* OR balcony OR terrace OR "common area"* OR "communal amenities") in Title Abstract Keyword AND (ventilation OR ventilated OR "air renovation" OR "air exchange") in Title Abstract Keyword AND (health OR wellbeing OR "well-being" OR reduc* OR improve* OR decreas* OR evaluat* OR change* OR changing OR intervention* OR grow* OR better OR worse* OR effect* OR achieve* OR comfort OR morale OR harmful OR impact* OR gain) in Title Abstract Keyword - (Word variations have been searched)	KEY WORDS allintitle: (health OR wellbeing OR "well being") (ventilation OR ventilated OR "air renovation" OR "air exchange")
OTROS FILTROS Title/Abstract 2018-2020 Humans	OTROS FILTROS Title/Abstract/Keywords 2018-2020	Título 2018-2020
NÚMERO DE RESULTADOS 68	NÚMERO DE RESULTADOS 3	92
ARTÍCULOS SELECCIONADOS 5	ARTÍCULOS SELECCIONADOS 0	2

Confort térmico – humedad relativa

PUBMED	COCHRANE LIBRARY	GOOGLE SCHOLAR
KEY WORDS ((housing[MeSH Terms]) AND (humid[Title/Abstract] OR humidity[Title/Abstract] OR "tropical night"[Title/Abstract] OR "tropical nights"[Title/Abstract] AND (health[Title/Abstract] OR wellbeing[Title/Abstract] OR "well-being"[Title/Abstract] OR reduc*[Title/Abstract] OR improve*[Title/Abstract] OR evaluat*[Title/Abstract] OR change*[Title/Abstract] OR changing[Title/Abstract] OR intervention*[Title/Abstract] OR grow*[Title/Abstract] OR better[Title/Abstract] OR worse*[Title/Abstract] OR effect*[Title/Abstract] OR achieve*[Title/Abstract] OR comfort[Title/Abstract] OR morale[Title/Abstract] OR harmful[Title/Abstract] OR impact*[Title/Abstract] OR gain[Title/Abstract]) AND ((humans[Filter]) AND (2018:2020[pdat]))	KEY WORDS (housing OR house* OR household OR residential OR residence* OR dwelling* OR home* OR domestic OR "home environment*" OR "living environment*" OR backyard* OR "back yard*" OR garden* OR balcony OR terrace OR "common area*" OR "communal amenities") in Title Abstract Keyword AND (humid OR humidity OR "tropical night" OR "tropical nights") in Title Abstract Keyword AND (health OR wellbeing OR "well-being" OR reduc* OR improve* OR decreas* OR evaluat* OR change* OR changing OR intervention* OR grow* OR better OR worse* OR effect* OR achieve* OR comfort OR morale OR harmful OR impact* OR gain) in Title Abstract Keyword - (Word variations have been searched)	KEY WORDS allintitle: (health OR wellbeing OR "well being") (humid OR humidity OR "tropical night" OR "tropical nights")
OTROS FILTROS	OTROS FILTROS	
Title/Abstract 2018-2020 Humans	Title/Abstract/Keywords 2018-2020	Título 2018-2020
NÚMERO DE RESULTADOS	NÚMERO DE RESULTADOS	
29	0	26
ARTÍCULOS SELECCIONADOS	ARTÍCULOS SELECCIONADOS	
3	0	0

Confort térmico – soleamiento

PUBMED	COCHRANE LIBRARY	GOOGLE SCHOLAR
KEY WORDS ((housing[MeSH Terms]) AND (humid[Title/Abstract] OR humidity[Title/Abstract] OR "tropical night"[Title/Abstract] OR "tropical nights"[Title/Abstract] AND (health[Title/Abstract] OR wellbeing[Title/Abstract] OR "well-being"[Title/Abstract] OR reduc*[Title/Abstract] OR improve*[Title/Abstract] OR evaluat*[Title/Abstract] OR change*[Title/Abstract] OR changing[Title/Abstract] OR intervention*[Title/Abstract] OR grow*[Title/Abstract] OR better[Title/Abstract] OR worse*[Title/Abstract] OR effect*[Title/Abstract] OR achieve*[Title/Abstract] OR comfort[Title/Abstract] OR morale[Title/Abstract] OR harmful[Title/Abstract] OR impact*[Title/Abstract] OR gain[Title/Abstract]) AND ((humans[Filter]) AND (2018:2020[pdat]))	KEY WORDS (housing OR house* OR household OR residential OR residence* OR dwelling* OR home* OR domestic OR "home environment*" OR "living environment*" OR backyard* OR "back yard*" OR garden* OR balcony OR terrace OR "common area*" OR "communal amenities") in Title Abstract Keyword AND (sun OR "solar radiation" OR sunlight OR sunshine OR daylight OR "solar protection" OR awning OR canopy OR hood) in Title Abstract Keyword AND (health OR wellbeing OR "well-being" OR reduc* OR improve* OR decreas* OR evaluat* OR change* OR changing OR intervention* OR grow* OR better OR worse* OR effect* OR achieve* OR comfort OR morale OR harmful OR impact* OR gain) in Title Abstract Keyword - (Word variations have been searched)	KEY WORDS allintitle: (health OR wellbeing OR "well being") (sun OR "solar radiation" OR sunlight OR sunshine OR daylight OR "solar protection" OR awning OR canopy OR hood) (housing OR home OR residential OR indoor)
OTROS FILTROS	OTROS FILTROS	
Title/Abstract 2018-2020 Humans	Title/Abstract/Keywords 2018-2020	Título 2018-2020
NÚMERO DE RESULTADOS	NÚMERO DE RESULTADOS	
5	0	3
ARTÍCULOS SELECCIONADOS	ARTÍCULOS SELECCIONADOS	
0	0	2

Calidad ambiental – calidad del aire – humedades y moho

PUBMED	COCHRANE LIBRARY	GOOGLE SCHOLAR
KEY WORDS (((housing[MeSH Terms])) AND (damp[Title/Abstract] OR mold[Title/Abstract] OR humidity[Title/Abstract] OR mold[Title/Abstract] OR mould[Title/Abstract])) AND ((health[Title/Abstract] OR wellbeing[Title/Abstract] OR "well-being"[Title/Abstract] OR reduc*[Title/Abstract] OR improve*[Title/Abstract] OR decrease*[Title/Abstract] OR evaluat*[Title/Abstract] OR change*[Title/Abstract] OR changing[Title/Abstract] OR intervention*[Title/Abstract] OR grow*[Title/Abstract] OR better[Title/Abstract] OR worse*[Title/Abstract] OR effect*[Title/Abstract] OR achieve*[Title/Abstract] OR comfort[Title/Abstract] OR morale[Title/Abstract] OR harmful[Title/Abstract] OR impact*[Title/Abstract] OR gain[Title/Abstract])	KEY WORDS (housing OR house* OR household OR residential OR residence* OR dwelling* OR home* OR domestic OR "home environment*" OR "living environment*" OR backyard* OR "back yard*" OR garden* OR balcony OR terrace OR "common area*" OR "communal amenities") in Title Abstract Keyword AND (damp OR dampness OR humidity OR mold OR mould) in Title Abstract Keyword AND (health OR wellbeing OR "well-being" OR reduc* OR improve* OR decrease* OR evaluat* OR change* OR changing OR intervention* OR grow* OR better OR worse* OR effect* OR achieve* OR comfort OR morale OR harmful OR impact* OR gain) in Title Abstract Keyword - (Word variations have been searched)	KEY WORDS allintitle: (health OR wellbeing OR "well being") (damp OR dampness OR humidity OR mold OR mould)
OTROS FILTROS Title/Abstract 2018-2020 Humans	OTROS FILTROS Title/Abstract/Keywords 2018-2020	Título 2018-2020
NÚMERO DE RESULTADOS 51	NÚMERO DE RESULTADOS 1	44
ARTÍCULOS SELECCIONADOS 11	ARTÍCULOS SELECCIONADOS 0	4

Calidad ambiental – calidad del aire – productos y materiales

PUBMED	COCHRANE LIBRARY	GOOGLE SCHOLAR
KEY WORDS (((housing[MeSH Terms])) AND ("cleaning products"[Title/Abstract] OR adhesive[Title/Abstract] OR adhesives[Title/Abstract] OR glue[Title/Abstract] OR glues[Title/Abstract] OR paint[Title/Abstract] OR solvents[Title/Abstract] OR "volatile organic compounds"[Title/Abstract] OR VOC[Title/Abstract] OR aldehyde[Title/Abstract] OR benzene[Title/Abstract] OR PCE[Title/Abstract] OR naphthalene[Title/Abstract] OR TCE[Title/Abstract] OR formaldehyde[Title/Abstract] OR creosote) AND ((housing[Title/Abstract] OR house*[Title/Abstract] OR household[Title/Abstract] OR residential[Title/Abstract] OR residence*[Title/Abstract] OR dwelling*[Title/Abstract] OR home*[Title/Abstract] OR domestic[Title/Abstract] OR "home environment"[Title/Abstract] OR "living environment*" [Title/Abstract])	KEY WORDS (housing OR house* OR household OR residential OR residence* OR dwelling* OR home* OR domestic OR "home environment*" OR "living environment*" OR backyard* OR "back yard*" OR garden* OR balcony OR terrace OR "common area*" OR "communal amenities") in Title Abstract Keyword AND ("cleaning products" OR adhesive OR adhesives OR glue OR glues OR paint OR solvent OR "volatile organic compounds" OR VOC OR aldehyde OR benzene OR PCE OR naphthalene OR TCE OR formaldehyde OR creosote) in Title Abstract Keyword AND (health OR wellbeing OR "well-being" OR reduc* OR improve* OR decrease* OR evaluat* OR change* OR changing OR intervention* OR grow* OR better OR worse* OR effect* OR achieve* OR comfort OR morale OR harmful OR impact* OR gain) in Title Abstract Keyword - (Word variations have been searched)	KEY WORDS allintitle: (health OR wellbeing OR "well being") ("cleaning products" OR adhesive OR adhesives OR glue OR glues OR paint OR solvent OR "volatile organic compounds" OR VOC OR aldehyde OR benzene OR PCE OR naphthalene OR TCE OR formaldehyde OR creosote)
OTROS FILTROS Title/Abstract 2018-2020 Humans	OTROS FILTROS Title/Abstract/Keywords 2018-2020	Título 2018-2020
NÚMERO DE RESULTADOS 34	NÚMERO DE RESULTADOS 2	214
ARTÍCULOS SELECCIONADOS 8	ARTÍCULOS SELECCIONADOS 0	12

Calidad ambiental – iluminación

PUBMED	COCHRANE LIBRARY	GOOGLE SCHOLAR
KEY WORDS ((housing[Title/Abstract] OR house*[Title/Abstract] OR household[Title/Abstract] OR residential[Title/Abstract] OR residence*[Title/Abstract] OR dwelling[Title/Abstract] OR home*[Title/Abstract] OR domestic[Title/Abstract] OR "home environment"[Title/Abstract] OR "living environment"[Title/Abstract]) AND ("light exposure"[Title/Abstract] OR lighting[Title/Abstract] OR "light pollution"[Title/Abstract] OR "dim light"[Title/Abstract] OR "blue light"[Title/Abstract] OR "artificial light"[Title/Abstract])) AND (health[Title/Abstract] OR wellbeing[Title/Abstract] OR "well-being"[Title/Abstract])	KEY WORDS (housing OR house* OR household OR residential OR residence* OR dwelling* OR home* OR domestic OR "home environment" OR "living environment"* OR backyard* OR "back yard"* OR garden* OR balcony OR terrace OR "common area"* OR "communal amenities") in Title Abstract Keyword AND ("light exposure" OR lighting OR LED OR "light pollution" OR "dim light" OR "blue light" OR "artificial light") in Title Abstract Keyword AND (health OR wellbeing OR "well-being" OR reduc* OR improve* OR decreas* OR evaluat* OR change* OR changing OR intervention* OR grow* OR better OR worse* OR effect* OR achieve* OR comfort OR morale OR harmful OR impact* OR gain) in Title Abstract Keyword - (Word variations have been searched)	KEY WORDS allintitle: (health OR wellbeing OR "well being") ("light exposure" OR lighting OR LED OR "light pollution" OR "dim light" OR "blue light" OR "artificial light") -"led"
OTROS FILTROS Title/Abstract 2018-2020 Humans	OTROS FILTROS Title/Abstract/Keywords 2018-2020	Título 2018-2020
NÚMERO DE RESULTADOS 37	NÚMERO DE RESULTADOS 26	79
ARTÍCULOS SELECCIONADOS 12	ARTÍCULOS SELECCIONADOS 0	29

Calidad espacial y funcionalidad – uso

PUBMED	COCHRANE LIBRARY	GOOGLE SCHOLAR
KEY WORDS (((housing[MeSH Terms] AND ((use[Title/Abstract] OR care[Title/Abstract] OR repair[Title/Abstract] OR fix[Title/Abstract] OR fixing[Title/Abstract] OR maintenance[Title/Abstract] OR renewal[Title/Abstract] OR renovation[Title/Abstract] OR neglect[Title/Abstract] OR neglected[Title/Abstract] OR neglecting[Title/Abstract] OR abandon[Title/Abstract] OR abandoned[Title/Abstract] OR abandonment[Title/Abstract])) AND ((health[Title/Abstract] OR wellbeing[Title/Abstract] OR "well-being"[Title/Abstract]) NOT (healthcare[Title/Abstract] OR "health care"[Title/Abstract]))	KEY WORDS (housing OR house* OR household OR residential OR residence* OR dwelling* OR home* OR domestic OR "home environment" OR "living environment"* OR backyard* OR "back yard"* OR garden* OR balcony OR terrace OR "common area"* OR "communal amenities") in Title Abstract Keyword AND (use OR care OR repair OR fix OR fixing OR maintenance OR renewal OR renovation OR neglect OR neglected OR neglecting OR abandon OR abandoned OR abandonment) in Title Abstract Keyword AND (health OR wellbeing OR "well-being") in Title Abstract Keyword - (Word variations have been searched)	KEY WORDS allintitle: (housing OR house OR home) (health OR "well being" OR wellbeing) (repair OR fix OR fixing OR maintenance OR renewal OR renovation OR neglect OR neglected OR neglecting OR abandon OR abandoned OR abandonment) -"health care"
OTROS FILTROS Title/Abstract 2018-2020 Humans	OTROS FILTROS Title/Abstract/Keywords 2018-2020	Título 2018-2020
NÚMERO DE RESULTADOS 295	NÚMERO DE RESULTADOS 139	13
ARTÍCULOS SELECCIONADOS 4	ARTÍCULOS SELECCIONADOS 0	2

Calidad espacial y funcionalidad – higiene y salubridad

PUBMED	COCHRANE LIBRARY	GOOGLE SCHOLAR
KEY WORDS ([housing[MeSH Terms]] AND ([hygiene][Title/Abstract] OR sanitation[Title/Abstract] OR clean[Title/Abstract] OR cleanliness[Title/Abstract] OR healthiness[Title/Abstract] OR salubrity[Title/Abstract])) AND ([health[Title/Abstract] OR wellbeing[Title/Abstract] OR "well-being"[Title/Abstract] OR reduc[Title/Abstract] OR improve*[Title/Abstract] OR decreas*[Title/Abstract] OR evaluat*[Title/Abstract] OR change*[Title/Abstract] OR changing[Title/Abstract] OR intervention*[Title/Abstract] OR grow*[Title/Abstract] OR better[Title/Abstract] OR worse*[Title/Abstract] OR effect*[Title/Abstract] OR achieve*[Title/Abstract] OR comfort[Title/Abstract] OR morale[Title/Abstract] OR harmful[Title/Abstract] OR impact*[Title/Abstract] OR gain[Title/Abstract])	KEY WORDS ([housing OR house* OR household OR residential OR residence* OR dwelling* OR home* OR domestic OR "home environment" OR "living environment"* OR backyard* OR "back yard"* OR garden* OR balcony OR terrace OR "common area"* OR "communal amenities"] in Title Abstract Keyword AND ([hygiene OR sanitation OR clean OR cleanliness OR healthiness OR salubrity] in Title Abstract Keyword AND ([health OR wellbeing OR "well-being" OR reduc* OR improve* OR decreas* OR evaluat* OR change* OR changing OR intervention* OR grow* OR better OR worse* OR effect* OR achieve* OR comfort OR morale OR harmful OR impact* OR gain] in Title Abstract Keyword - (Word variations have been searched	KEY WORDS allIntitle: ([housing OR house OR home OR residential OR household OR living] (health OR "well being" OR wellbeing OR well-being) ([hygiene OR sanitation OR clean OR cleanliness OR healthiness OR salubrity]
OTROS FILTROS Title/Abstract 2018-2020 Humans	OTROS FILTROS Title/Abstract/Keywords 2018-2020	Título 2018-2020
NÚMERO DE RESULTADOS 61	NÚMERO DE RESULTADOS 29	42
ARTÍCULOS SELECCIONADOS 1	ARTÍCULOS SELECCIONADOS 0	1

Calidad espacial y funcionalidad – diseño y distribución

PUBMED	COCHRANE LIBRARY	GOOGLE SCHOLAR
KEY WORDS ([housing[MeSH Terms]] AND ([housing[MeSH Major Topic]] AND ([architecture[Title/Abstract] OR "architectural design"[Title/Abstract] OR "spatial distribution"[Title/Abstract] OR characteristics[Title/Abstract] OR floorplan[Title/Abstract] OR "floor plan"[Title/Abstract] OR windows[Title/Abstract] OR "natural light"[Title/Abstract] OR daylight[Title/Abstract] OR bright[Title/Abstract] OR "square footage"[Title/Abstract] OR "exterior space"[Title/Abstract] OR "communal amenities"[Title/Abstract])	KEY WORDS ([housing OR house* OR household OR residential OR residence* OR dwelling* OR home* OR domestic OR "home environment" OR "living environment"* OR backyard* OR "back yard"* OR garden* OR balcony OR terrace OR "common area*"] in Title Abstract Keyword AND ([architecture OR "architectural design" OR "spatial distribution" characteristics OR floorplan OR "floor plan" OR windows OR "natural light" OR daylight OR "bright" OR "brightness" OR "square footage" OR "exterior space" OR view* OR partitioning OR partition] in Title Abstract Keyword AND ([health OR wellbeing OR "well-being" OR reduc* OR improve* OR decreas* OR evaluat* OR change* OR changing OR intervention* OR grow* OR better OR worse* OR effect* OR achieve* OR comfort OR morale OR harmful OR impact* OR gain] in Title Abstract Keyword - (Word variations have been searched)	KEY WORDS allIntitle: ([health OR "well being" OR wellbeing] ("architectural design" OR "spatial distribution" OR floorplan OR "floor plan" OR windows OR "natural light" OR daylight OR bright OR "square footage" OR "exterior space" OR "communal amenities"])
OTROS FILTROS Title/Abstract 2018-2020 Humans	OTROS FILTROS Title/Abstract/Keywords 2018-2020	Título 2018-2020
NÚMERO DE RESULTADOS 134	NÚMERO DE RESULTADOS 9	238
ARTÍCULOS SELECCIONADOS 12	ARTÍCULOS SELECCIONADOS 0	3

Vivienda y salud en el contexto de la COVID-19

PUBMED	COCHRANE LIBRARY	GOOGLE SCHOLAR
KEY WORDS (housing OR house* OR household OR residential OR residence* OR dwelling* OR home* OR domestic OR "home environment" OR "living environment*" OR backyard* OR "back yard*" OR garden* OR balcony OR terrace OR "common area*") AND (covid OR covid19 OR covid-19 OR "covid 19" OR pandemic OR lockdown OR lock-down) AND (health OR wellbeing OR "well-being" OR reduc* OR improve* OR decreas* OR evaluat* OR change* OR changing OR intervention* OR grow* OR better OR worse* OR effect* OR achieve* OR comfort OR morale OR harmful OR impact* OR gain)	KEY WORDS (housing OR house* OR household OR residential OR residence* OR dwelling* OR home* OR domestic OR "home environment" OR "living environment*" OR backyard* OR "back yard*" OR garden* OR balcony OR terrace OR "common area*") in Title Abstract Keyword AND (covid OR covid19 OR covid-19 OR "covid 19" OR pandemic OR lockdown OR lock-down) in Title Abstract Keyword AND (health OR wellbeing OR "well-being" OR reduc* OR improve* OR decreas* OR evaluat* OR change* OR changing OR intervention* OR grow* OR better OR worse* OR effect* OR achieve* OR comfort OR morale OR harmful OR impact* OR gain)	KEY WORDS (housing OR house OR houses OR domestic OR household OR house OR residential OR residence OR residences) (health OR well-being OR wellbeing OR impact) (covid OR covid19 OR "covid 19" OR "covid 19" OR SARS-CoV-2 OR lockdown OR "lock down")
OTROS FILTROS Title/Abstract 2018-2020 Humans	OTROS FILTROS Title/Abstract/Keywords 2018-2020	Título 2018-2020
NÚMERO DE RESULTADOS 555	NÚMERO DE RESULTADOS 6	56
ARTÍCULOS SELECCIONADOS 4	ARTÍCULOS SELECCIONADOS 0	7

Tabla de revisiones sistemáticas utilizadas

Determinantes	Elementos	Revisiones sistemáticas			
		Año de la publicación	Autoría	Título	Años revisados
Confort térmico	Frío y aislamiento	2018	WHO	WHO Housing and health guidelines: indoor cold and insulation	Hasta marzo del 2018
	Calor	2020	Tham et al.	Indoor temperature and health: a global systematic review	Hasta el 2019
		2019	Kownacki et al.	Heat stress in indoor environments of Scandinavian urban areas: A literature review	-
		2018	WHO	WHO Housing and health guidelines: indoor heat	Hasta marzo del 2018
		2013	Thomson et al.	Housing improvements for health and associated socio-economic outcomes	1887 - julio del 2012
		Ventilación	2018	Fisk	How home ventilation rates affect health: A literature review
	Humedad relativa	2018	Wolkoff	Indoor air humidity, air quality, and health – An overview	Hasta septiembre del 2017
	Soleamiento	2020	Johnson y Johnson	Shedding light on maternal sunlight exposure during pregnancy and considerations for public health policy	-

Calidad ambiental	Calidad del aire interior (general)	2020	Ortiz, Itard y Bluysen	Indoor environmental quality related risk factors with energy-efficient retrofitting of housing: A literature review	2015-2020	
		2019	Burns et al.	Interventions to reduce ambient particulate matter air pollution and their effect on health	Hasta agosto del 2016	
		2018	Díaz Lozano Patino y Siegel	Indoor environmental quality in social housing: A literature review	-	
	Calidad del aire interior	Humedades y moho	2015	Sauni et al.	Remediating buildings damaged by dampness and mould for preventing or reducing respiratory tract symptoms, infections and asthma	Hasta noviembre del 2014
			2009	WHO	WHO guidelines for indoor air quality: dampness and mould	
			2006 (revisada en el 2009)	Donnelly, Everard y Chang	Indoor air modification interventions for prolonged non-specific cough in children	Hasta enero del 2009
		Por materiales, mobiliario, productos de limpieza, disolventes...	2016	Nussbaumer-Streit et al.	Household interventions for preventing domestic lead exposure in children	Hasta el 2016
			2010	WHO Regional Office for Europe	WHO guidelines for indoor air quality: selected pollutants	-
			2005	WHO	WHO Air guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide: Global update 2005	-
		Radón	2020	Khoramdad et al.	Association between passive smoking and cardiovascular disease: A systematic review and meta-analysis	Hasta julio del 2018
			2019	Zonglin He	The Association between Second-hand Smoke Exposure and Childhood Asthma: A Systematic Review and Meta-Analysis	Junio de 1975 - noviembre del 2018
			2014	WHO	WHO guidelines for indoor air quality: household fuel combustion	-
			2014	Torres-Durán et al.	Residential radon and lung cancer in never smokers. A systematic review	-
		Calidad del agua		WHO	Handbook on indoor radon	-
			2011	WHO	WHO guidelines for drinking-water quality	-
	Ruido	2006	WHO	Health aspects of plumbing	-	
		2019	Dreger et al.	Social Inequalities in Environmental Noise Exposure: A Review of Evidence in the WHO European Region	2010-2017	
		2017	Tikka et al.	Interventions to prevent occupational noise-induced hearing loss	Octubre del 2016	

Calidad ambiental	Ruido	2009	WHO Regional Office for Europe	WHO night noise guidelines for Europe	-	
		Iluminación	2019	Tähkämö, Partonen y Pesonen	Systematic review of light exposure impact on human circadian rhythm	Hasta noviembre del 2017
	2019		Dautovich et al.	A systematic review of the amount and timing of light in association with objective and subjective sleep outcomes in community-dwelling adults.	Hasta junio del 2016	
	2018		Capezuti et al.	A systematic review of non-pharmacological interventions to improve nighttime sleep among residents of long-term care settings	Hasta diciembre del 2016	
	2018		Souman et al.	Acute alerting effects of light: A systematic literature review	1990-2016	
	2015		Cho et al.	Effects of artificial light at night on human health: A literature review of observational and experimental studies applied to exposure assessment.	Hasta agosto del 2014	
	Campos electromagnéticos	2019	Portolés et al.	Efectes en la salut dels camps electromagnètics	-	
			SCENIHR	SCENIHR Opinion on Potential Health Effects of Exposure to Electromagnetic Fields (EMF)	-	
Calidad espacial y funcionalidad	Accesibilidad	2018	WHO	WHO Housing and health guidelines: accessible home environments	Hasta marzo del 2018	
		Seguridad ante accidentes	2019	Shokouhi et al.	Preventive measures for fire-related injuries and their risk factors in residential buildings: a systematic review	Hasta julio del 2017
			2019	Sengoelge et al.	Are There Changes in Inequalities in Injuries? A Review of Evidence in the WHO European Region	2010-2018
			2018	WHO	WHO Housing and health guidelines: hazards and injuries in the home	Hasta marzo del 2018
			2012	Kendrick et al.	Home safety education and provision of safety equipment for injury prevention	Hasta el 2009
	Uso	Higiene y salubridad	-	-	-	-
		Hacinamiento	2018	WHO	WHO Housing and health guidelines: household crowding	Hasta marzo del 2018
		Mantenimiento	-	-	-	-
	Diseño y distribución	-	-	-	-	

Vivienda y salud (general)	2019	Singh et al.	Housing disadvantage and poor mental health: a systematic review	Hasta octubre del 2017
	2018	Ige et al.	The relationship between buildings and health: a systematic review	2000-2016
	2018	WHO	WHO Housing and health guidelines	Hasta marzo del 2018

Anexo B. Guías de buenas prácticas y programas locales

Se recoge, a continuación, una lista de guías y programas de rehabilitación y mejora de viviendas desde la perspectiva de la salud de sus residentes.

Título	Autoría/organización	Año	País/región
Salud, espacios, personas	H.A.U.S Healthy Buildings y GBCe	2020	España

Objetivos / información relevante

Aportar una respuesta a la pregunta de qué es lo que hace que un edificio resulte saludable para sus ocupantes, partiendo de la identificación de los aspectos arquitectónicos que influyen en ello. Pretende ser un instrumento divulgativo y de sensibilización para todos los agentes vinculados de una u otra forma al sector, facilitando la difusión y el manejo de indicadores fiables para el diseño y la configuración de espacios construidos saludables y confortables. El trabajo se concibe como un punto de partida que debe permitir impulsar mejores prácticas, impactar en el sector y la sociedad y, a largo plazo, influir en la reglamentación en materia de edificación, en la elaboración de pliegos de contratación o como herramienta para la evaluación de proyectos en procesos de selección o certificación.

Título	Autoría/organización	Año	País/región
Edificios y salud. 7 llaves para un edificio saludable	Organización Médica colegial de España y Consejo General de la Arquitectura Técnica de España	2020	España

Objetivo / información relevante

Abordar, desde el punto de vista técnico, las áreas centrales que pueden afectar a la salud de los usuarios de los edificios. El contenido de la guía se enfoca a ayudar a los técnicos de la edificación a hacer más compren-

sible para los usuarios los parámetros que inciden en la salud de los hogares. Pone especial énfasis en las consecuencias del síndrome del edificio enfermo.

Título	Autoría/organización	Año	País/región
Warm Homes Healthy People	East Suffolk Council	2019	Reino Unido

Objetivo / información relevante

Exponer la situación actual en la que viven los residentes de Suffolk y las luchas para hacer frente a los crecientes costes de la energía, especialmente en las zonas rurales. Analizar el impacto que esto tiene en su salud y bienestar y buscar soluciones. Los consejos de Suffolk han estado trabajando de forma consorciada desde 1994 para ofrecer soluciones rentables a fin de abordar la pobreza energética, la eficiencia energética, la reducción de carbono y el programa de mejora de la salud. Los proyectos entregados, elaborados con una variedad de socios, se han basado en financiación externa para brindar soluciones prácticas a miles de hogares que se han beneficiado del aislamiento de la envolvente y mejoras en las instalaciones de calefacción.

Título	Autoría/organización	Año	País/región
Healthy Homes	Ministry of Housing and Urban Development	2019	Nueva Zelanda

Objetivo / información relevante

El principal objetivo de este programa es introducir un cambio significativo en la calidad de las viviendas en alquiler en Nueva Zelanda. El estándar Healthy Homes introduce normas mínimas y específicas para la calefacción, el aislamiento, la ventilación, la entrada y el drenaje de humedad, así como la eliminación de corrientes de aire en las propiedades de alquiler.

Artículos derivados

University of Otago. Impacts of Research. Division of Health Sciences. Te Wahanga Matau Hauora (<https://ourarchive.otago.ac.nz/bitstream/handle/10523/10173/UOO%20HealthSci%20Research%20Impacts%20Book%20FINAL.pdf?sequence=1#page=16>”).

William TW, Daly M, Hefferman EE, Reynolds N. The carrot and the stick: Policy pathways to an environmentally sustainable rental housing sector. *Energy Policy*. 2020;148(A).

Título	Autoría/organización	Año	País/región
Affordable Warmth Programme	Glasgow City Council	2018	Escocia, Reino Unido

Objetivo / información relevante

Luchar contra pobreza energética en Glasgow mejorando la eficiencia energética del parque de viviendas, tanto privadas como de alquiler social, mediante la instalación de aislamiento en la envolvente y otras medidas. El equipo trabaja con agencias externas para identificar y aplicar proyectos, con el fin de maximizar los beneficios para los residentes de fuentes de financiación externas. También trabaja en asociación con los Equipos de Inversión en Vivienda y Sector Privado del Consejo para complementar y maximizar los flujos de financiación cuando surgen oportunidades.

Artículo derivado

McKenzie P, Green G, Gilbertson K, Safford B, Cook S. A Health Impact Analysis of the Affordable Warmth Programme: 2014-2018. Project Report. Sheffield Hallam University, Centre for Regional Economic and Social Research. 2020.

Título	Autoría/organización	Año	País/región
Building our Future: Laying the Foundations for Healthy Homes and Buildings. White Paper	All-Party Parliamentary Group for Healthy Homes and Buildings (APPG)	2018	Reino Unido

Objetivo / información relevante

Presentar una lista de recomendaciones que detallan cómo se pueden y deben entregar viviendas y edificios saludables. Al abordar los numerosos problemas de salud y bienestar en los hogares y edificios del Reino Unido, este libro blanco presenta una lista de recomendaciones que detallan cómo el Reino Unido puede y debe entregar viviendas y edificios saludables.

Título	Autoría/organización	Año	País/región
A guide to healthier homes and a healthier planet	World Green Building Council	2018	Estados Unidos

Objetivo / información relevante

Proporcionar una guía que informe de estrategias para paliar los efectos adversos que la mala calidad del aire y la falta de confort térmico y acústico, así como una iluminación inadecuada, pueden tener sobre los hogares y la salud de las personas y el planeta. Esta guía traduce la información en estrategias simples, prácticas y de bajo coste.

Título	Autoría/organización	Año	País/región
Achieving Health and Social Equity through Housing: Understanding the Impact of Non Energy Benefits in the United States	Green and Healthy Homes Initiative	2018	Estados Unidos

Objetivo / información relevante

Identificar y explorar cómo las medidas de eficiencia energética, climatización y mejoras en el hogar pueden conferir beneficios no energéticos a escala individual y comunitaria, abordar de forma efectiva los determinantes sociales de la salud e impulsar ahorros significativos al mejorar los resultados económicos, de salud y ambientales para los residentes de viviendas asequibles. Resume los hallazgos sobre cómo las inversiones en eficiencia energética residencial y climatización de hogares con bajos ingresos mejoran la asequibilidad de la vivienda, al reducirse la carga del coste de la energía, y generan mayor equidad, al brindar beneficios ambientales, económicos y de salud para el ocupante, el propietario, la comunidad local, la región y el estado.

Título	Autoría/organización	Año	País/región
Guide to Sustaining Effective Asthma Home Intervention Programs	U.S. Department of Housing and Urban Development Office of Lead Hazard Control and Healthy Homes	2018	Estados Unidos

Objetivo / información relevante

Proporcionar información sobre la financiación de los tipos de intervenciones en el hogar que son más eficaces y ofrecer ejemplos de programas de

asma comunitarios que han demostrado prácticas eficaces. Dirigido a agencias de salud y vivienda, coaliciones y programas de asma, organizaciones comunitarias, proveedores de salud y, en general, a personas que busquen expandir el acceso a intervenciones de asma basadas en el hogar.

Título	Autoría/organización	Año	País/región
Edificios saludables, personas más sanas	Health and Environment Alliance	2018	Europa

Objetivo / información relevante

Explorar el estado de la evidencia de algunos de los factores de riesgo y lo que significan para la salud de los residentes y usuarios del edificio. La guía ofrece recomendaciones para los responsables políticos, los funcionarios de las ciudades, el sector de la construcción y la comunidad de salud pública. Destaca el impacto positivo que las rehabilitaciones, combinadas con el uso de energías renovables y distintas consideraciones de salud, podrían tener para el planeta y las personas.

Título	Autoría/organización	Año	País/región
Health and wellbeing in homes	UK Green Building Council	2016	Reino Unido

Objetivo / información relevante

Recopilar y extraer la evidencia sobre las características de diseño de edificios y vecindarios que pueden mejorar la salud y el bienestar de los residentes. Se aborda un esfuerzo concertado para cambiar el mercado velando por la salud mental, social y física y el bienestar de las personas que ocupan las viviendas que se construyen y adaptan. Se dirige a todos los agentes que tienen un papel en el desarrollo, el diseño, la entrega o la gestión de viviendas, y se centra en el sector de la vivienda del Reino Unido. A través de una revisión de la literatura y el diálogo con los proveedores de vivienda y los consumidores, se demuestra que existe un contexto favorable para que la industria se centre en la salud y el bienestar en la propiedad residencial.

Título	Autoría/organización	Año	País/región
Building healthy places toolkit	Urban Land Institute	2015	Estados Unidos

Objetivo / información relevante

Describir oportunidades respaldadas por la evidencia para mejorar la salud de los residentes a través de cambios en los enfoques de los edificios y proyectos. Promotores, propietarios, administradores de propiedades, diseñadores, inversores y otros agentes involucrados en la toma de decisiones pueden utilizar las estrategias descritas en este informe para crear lugares que beneficien a las personas y contribuyan a la consecución de comunidades más saludables.

Título	Autoría/organización	Año	País/región
Healthy Homes, Healthy Lives	Local Government Association	2014	Reino Unido

Objetivo / información relevante

Con el objetivo de evitar los perjuicios en la salud y las lesiones provocadas por viviendas inadecuadas, sea cual sea el estado de tenencia, este programa aplica reformas de salud pública en la ciudad de Liverpool. Para ello, distintas organizaciones y autoridades locales colaboran para responder, sin dejar de lado cierto abordaje creativo, a distintas cuestiones locales.

Artículo derivado

Watson I. A turn for the better. Property Journal. 2014;42-4.

Título	Autoría/organización	Año	País/región
Local action on health inequalities: Fuel poverty and cold home-related health problems	Public Health England	2014	Inglaterra, Reino Unido

Objetivo / información relevante

Examinar la evidencia relacionada con el impacto de la pobreza energética en la salud y las desigualdades en salud, así como establecer distintas líneas de acción. Proporciona una descripción general de la pobreza energética, examinando la escala del problema en Inglaterra y las tendencias a lo largo del tiempo. La revisión analiza algunas de las intervenciones que se han llevado a cabo a escala local para ayudar a las personas de bajos ingresos ante el clima frío, abordando los problemas de salud relacionados con el frío en el hogar. Dirigido a directores y equipos de salud pública dentro de las autoridades locales, juntas de salud y bienestar y otras autoridades locales.

Título	Autoría/organización	Año	País/región
Warm Front Better Health - Health Impact Evaluation of the Warm Front Scheme	Warm Front Study Group	2008	Reino Unido

Objetivo / información relevante

Asegurar que ningún inquilino mayor, ninguna familia con niños ni ningún inquilino con discapacidad o que padezca una enfermedad prolongada corra el riesgo de sufrir problemas de salud debido al frío en su hogar. Esta evaluación del impacto en la salud del Warm Front Scheme es un proyecto de investigación líder en el mundo que refleja el pensamiento conjunto del gobierno del Reino Unido.

Artículos derivados

Critchley R, Gilbertson J, Grimsley M, Green G. Living in cold homes after heating improvements: Evidence from Warm-Front, England's Home Energy Efficiency Scheme. *Applied Energy*. 2007;84(2):147-58.

Gilbertson J, Stevens M, Stiell B, Thorogood N. Home is where the hearth is: Grant recipients' views of England's Home Energy Efficiency Scheme (Warm Front). *Social Science & Medicine*. 2006;63(4):946-56.

Gilbertson J, Grimsley M, Green G. Psychosocial routes from housing investment to health: Evidence from England's home energy efficiency scheme. *Energy Policy*. 2012;49:122-33.

Sefton T. Aiming high: an evaluation of the potential contribution of Warm Front towards meeting the Government's fuel poverty target in England. *CASereports*. Londres; 2004(28). Centre for Analysis of Social Exclusion, London School of Economics and Political Science.

Sovacool BK. Fuel poverty, affordability, and energy justice in England: Policy insights from the Warm Front Program. *Energy*. 2015;93(1):361,371.

Título	Autoría/organización	Año	País/región
Warm Homes: Tackling fuel poverty	Comptroller and Auditor General for Northern Ireland	2007	Irlanda del Norte

Objetivo / información relevante

Examinar la contribución efectuada por el plan para lograr el objetivo de eliminar la pobreza energética entre los hogares vulnerables para 2010. El programa Warm Homes está patrocinado por el Departamento de Desarrollo Social.

Artículos derivados

Lidell C. Estimating the health impacts of Northern Ireland's Warm Homes Scheme 2000-2008. University of Ulster. 2008.

Shortt N, Rugkåsa J. "The walls were so damp and cold" fuel poverty and ill health in Northern Ireland: Results from a housing intervention. *Health and Place*. 2007;13(1):99-110.

Walker R, Liddell C, McKenzie P, Morris C. Evaluating fuel poverty policy in Northern Ireland using a geographic approach. *Energy Policy*. 2013;63:765-74.

Título	Autoría/organización	Año	País/región
The New York State Healthy Neighborhoods Program	New York State	Desde 1985	Estado de Nueva York, Estados Unidos

Objetivo / información relevante

El programa aporta financiación para evaluaciones e intervenciones en viviendas que mejoren la salud ambiental y la seguridad de sus residentes en comunidades seleccionadas de alto riesgo. Opera desde 1985 y llega a casi siete mil hogares al año, lo que lo convierte en un proveedor significativo de servicios tanto por su estabilidad como por llegar a las poblaciones vulnerables.

Artículos derivados

Gomez, M, Reddy AL, Dixon SL, Wilson J, Jacobs DE. A cost-benefit analysis of a state-funded healthy homes program for residents with asthma: Findings from the New York State Healthy Neighborhoods Program. *Journal of Public Health Management and Practice*. 2017;23(2):229-38.

Reddy AL, Gomez, M, Dixon SL. An evaluation of a state-funded healthy homes intervention on asthma outcomes in adults and children. *Journal of Public Health Management and Practice*. 2017;23(2):219-28.

Reddy AL, Gomez M., Dixon SL. The New York State Healthy Neighborhoods Program: Findings from an evaluation of a large-scale, multisite, state-funded healthy homes program. *Journal of Public Health Management and Practice*. 2017;23(2):210-18.

Otras publicaciones de la serie Administración Local

Herramientas

- 1 Planificación urbana integral, aprendiendo de europa
- 2 Guía para la evaluación de la acción internacional de los gobiernos locales.