

Daños por humedad y moho en nuestro hogar

*Mamá: ¡Salpiqué un poco de agua en el suelo mientras me bañaba!
¿Empezará a crecer moho en el baño?*



Hanna Leppänen y Martin Täubel

Instituto Finlandés de Salud y Bienestar, Departamento de Seguridad Sanitaria,
Kuopio, Finlandia

Daños por humedad y moho en nuestro hogar

Sinopsis

Un ambiente interior confortable con un aire de alta calidad es importante para la buena salud y el bienestar de los ocupantes de los edificios. Las personas pasan alrededor del 90% de su tiempo en ambientes interiores, los niños pequeños y los ancianos a menudo incluso más, y por lo tanto gran parte de nuestra exposición a contaminantes ambientales en el aire se produce en interiores. Por supuesto, no todos los contenidos del aire son contaminantes y no toda la exposición es mala: es importante recordar que los ambientes interiores contienen muchos microbios, por ejemplo, que no son dañinos. De hecho, cierta exposición a microbios incluso promueve la buena salud, especialmente durante la primera infancia, donde el sistema inmunológico en desarrollo necesita encuentros microbianos para estar bien entrenado y preparado para mantener una buena salud más adelante en la vida. El microbioma interior generalmente proviene principalmente del aire exterior, el suelo y la vegetación, así como de los ocupantes humanos y no humanos del edificio. Esta "microbiota interior normal*", en particular cuando proviene del exterior, puede tener efectos positivos en la salud humana, a diferencia de los microbios que crecen en los materiales de construcción debido a problemas de humedad.

Por el contrario, el crecimiento microbiano en las superficies y estructuras de los edificios se considera una condición anormal que siempre debe evitarse en primer lugar mediante una buena construcción, operación y mantenimiento del edificio. El crecimiento microbiano y los daños en las superficies exteriores o interiores de los edificios deben eliminarse y repararse a fondo por personal calificado, cuando aparecen.

La principal razón detrás del crecimiento microbiano es esencialmente la humectación o, en otras palabras, el aumento del contenido de agua, de materiales normalmente secos, lo que luego proporciona condiciones favorables para la actividad metabólica, la germinación y la proliferación de microbios. Todas las células están compuestas principalmente de agua, hasta el 90% del material celular, por lo que todos los organismos necesitan agua para crecer. Las superficies secas no permiten un crecimiento significativo de microbios, por lo que secamos alimentos como pasas, frijoles, harina, etc. para permitir que se conserven durante largos períodos de tiempo sin que los deterioren los microbios, a quienes también les encantaría usarlos como alimento.

Un marco de educación en microbiología centrado en la niñez

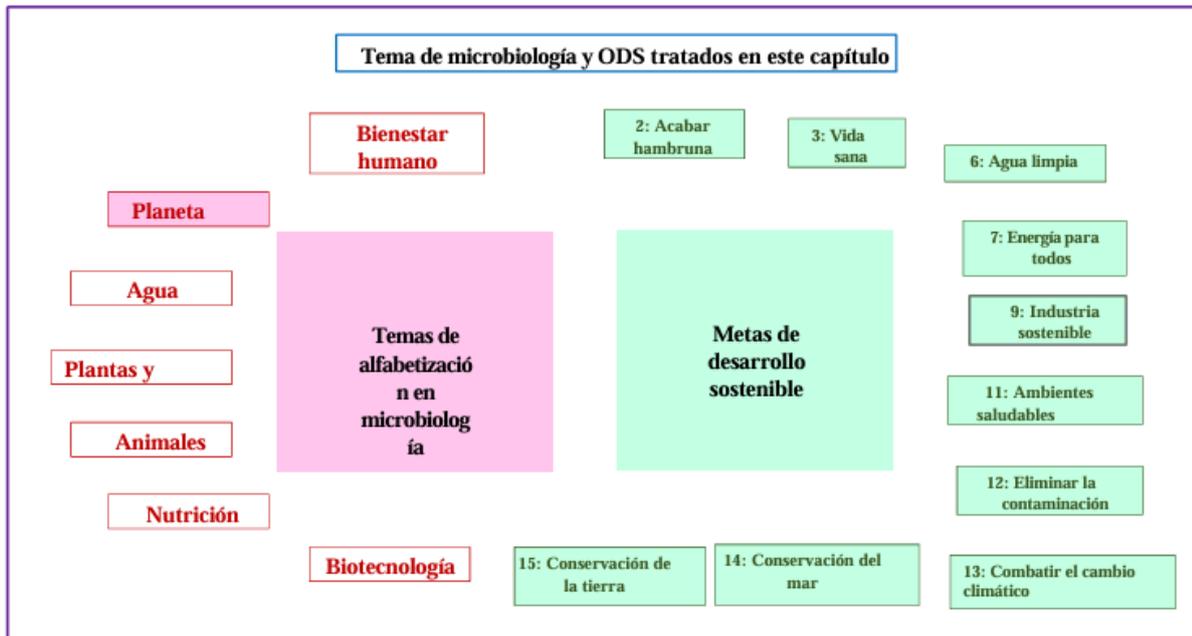
Los ambientes húmedos permiten el crecimiento de microbios y organismos que se alimentan de microbios y, cuando se distribuyen en espacios interiores, las esporas, células y fragmentos de células, y los metabolitos microbianos y también otros organismos como las amebas y los ácaros del polvo doméstico pueden contribuir a la contaminación biológica en interiores. Además, existe un componente químico en los problemas de humedad en los edificios, ya que los materiales de la superficie, cuando se enfrentan a un exceso de humedad durante períodos prolongados de tiempo, pueden liberar sustancias químicas volátiles (compuestos orgánicos volátiles o COV) en el aire interior, lo que también puede causar efectos adversos para la salud.

Los problemas de humedad y moho están asociados con diferentes síntomas respiratorios a través de efectos irritantes en el sistema respiratorio y las membranas mucosas, incluyendo sibilancias, tos, bronquitis, rinitis, infecciones respiratorias y, lo que es más importante, exacerbación del asma y desarrollo de nuevos casos de asma. La ubicación, la gravedad y la extensión del daño por humedad o moho parecen ser cruciales para causar efectos adversos para la salud. Por ejemplo, un pequeño daño por humedad en un sótano, donde se pasa poco tiempo y sin conexiones de aire a las habitaciones, probablemente tendrá un impacto menos negativo para la salud que un daño por humedad extenso en la sala de estar de una casa.

Es probable que el cambio climático aumente los daños por humedad en los edificios en algunas zonas del mundo, provocados, por ejemplo, por precipitaciones más intensas y frecuentes (por ejemplo, lluvias impulsadas por el viento) y, especialmente, por un aumento en la incidencia de fenómenos meteorológicos extremos, incluidas las inundaciones. Además, los esfuerzos por crear edificios más eficientes energéticamente tienen el potencial de aumentar los problemas de humedad al añadir capas de aislamiento y hacer que los edificios sean más herméticos. Esto es un problema principalmente cuando las renovaciones energéticas no se realizan de manera adecuada y tienen como objetivo exclusivo los beneficios energéticos.

La microbiología y el contexto social

La microbiología: el microbioma interior*; crecimiento microbiano (germinación y proliferación) y actividad metabólica; metabolitos secundarios microbianos; micotoxinas; compuestos orgánicos volátiles microbianos (MVOCs); disponibilidad de agua y sustrato de crecimiento microbiano; exposición por inhalación a microbios y sus metabolitos. *Cuestiones de sostenibilidad:* salud humana; vivienda; cambio climático; eficiencia energética en edificios; desigualdad.



Daños por humedad y moho en nuestro hogar: la Microbiología

1. *¿Qué es el daño por humedad?* Los daños por humedad* en los edificios pueden ser causados por fallas en las estructuras, como filtraciones en los techos o en las tuberías de agua, por acumulación y condensación de humedad en las superficies debido a una ventilación deficiente, como consecuencia de un aislamiento inadecuado o por el comportamiento de los ocupantes, como el uso descuidado del agua. Los daños por humedad también pueden producirse por inundaciones, lluvias intensas o por la subida del agua desde el suelo hacia las estructuras de los edificios por capilaridad.

Todos estos son mecanismos por los cuales el exceso de agua se vuelve disponible a través de la humectación de los materiales de construcción (superficies exteriores, construcciones interiores, capas de aislamiento, etc.). Esta disponibilidad de exceso de agua proporciona condiciones favorables para la proliferación microbiana y es lo que vincula el daño por humedad con el crecimiento microbiano. El agua suele ser el factor limitante para que los microbios proliferen y ejerzan actividad metabólica en las superficies de los edificios; esencialmente, cualquier material de construcción, incluida la materia orgánica que se acumula en dicho material, proporcionará el sustrato para permitir que los microbios crezcan. A diferencia de la existencia de microbios en espacios interiores como tales, es decir, la existencia de un microbioma interior, el crecimiento microbiano en superficies y estructuras de edificios se considera una condición anormal. El daño por humedad en los edificios generalmente, pero no siempre, está relacionado con un aumento en los niveles de exposición microbiana en el ambiente interior y con cambios en la composición de la microbiota, la ecología microbiana de un edificio. La aparición de hongos específicos y taxones bacterianos, como *Aspergillus versicolor*, *Eurotium*, *Staurosporium* y las actinobacterias se han asociado con daños por humedad.

2. *No es solo moho lo que crece allí.* "Daños por humedad*", "humedad en el edificio*" y "Moho en interiores" son términos que a menudo se utilizan indistintamente. Esto ilustra bien hasta qué punto los problemas de humedad en los edificios están vinculados en primer lugar a la aparición y el crecimiento de hongos. La razón de esta suposición es que

los hongos* son el crecimiento macroscópico visible en los materiales de construcción húmedos, mucho más que el crecimiento bacteriano, que a menudo permanece microscópico. Esta visibilidad ha acreditado a los hongos también como el principal candidato para ser los impulsores de los efectos adversos para la salud asociados con el daño por agua. Hoy sabemos muy bien que las bacterias, al igual que los hongos, están presentes y proliferan en los materiales de construcción húmedos. En concreto, se sabe que ciertos grupos bacterianos que son capaces de formar esporas y soportar largos períodos de escasa disponibilidad de nutrientes y agua, por ejemplo, las “actinobacterias” o “actinomicetos”, pero también muchos otros grupos bacterianos, forman parte de la respuesta y el crecimiento microbianos, siempre que el agua esté disponible en un sustrato de construcción. A menudo, el daño microbiano en un edificio se reconoce a través de un olor a humedad, a menudo denominado olor a moho. De hecho, son los miembros de un grupo específico de bacterias (actinomicetos), además de los hongos, los que producen algunos de los compuestos químicos que luego reconocemos en el hogar como olor a moho (uno de estos compuestos se llama geosmina). Los estudios toxicológicos con especies bacterianas y fúngicas aisladas de edificios dañados por la humedad han demostrado que los grupos bacterianos pueden mostrar una potencia igual o incluso mayor para provocar respuestas inmunotoxicológicas e inflamatorias en líneas celulares modelo, lo que sugiere firmemente una relevancia para la salud también de las bacterias en este contexto. Más allá de los hongos y las bacterias, los aumentos de la humedad relativa y la disponibilidad de agua en espacios interiores también pueden respaldar la aparición y los niveles de amebas y ácaros del polvo doméstico, lo que también es de posible relevancia para la salud.

3. *El daño causado por la humedad puede enfermarte, pero ¿cómo?* La respuesta corta a esta pregunta es: La ciencia no lo sabe muy bien. Si bien los efectos sobre la salud asociados con los edificios dañados por la humedad están bien establecidos y reconocidos, los mecanismos subyacentes a estos resultados adversos para la salud son poco comprendidos. Parte del desafío es que los agentes causantes de los daños a la salud asociados con la humedad no han sido identificados hasta ahora. Se ha postulado que las esporas de hongos y bacterias, los componentes celulares como los glucanos y las endotoxinas, y los productos metabólicos, como los compuestos orgánicos volátiles microbianos (MVOC*) y los metabolitos secundarios no volátiles, como las micotoxinas fúngicas*, están involucrados en la contribución a los resultados adversos para la salud, pero los resultados de diferentes estudios de observación son inconsistentes. El respaldo más sólido a la relevancia para la salud de las bacterias y los hongos asociados con el daño por humedad en los edificios proviene de estudios toxicológicos que muestran una variedad de respuestas inflamatorias e inmunotóxicas después de la exposición a microorganismos aislados de edificios húmedos.

La ocupación de edificios dañados por la humedad se ha asociado sistemáticamente con consecuencias adversas para la salud, en particular síntomas respiratorios, infecciones respiratorias y exacerbación y desarrollo del asma. Cada vez hay más pruebas de que la ubicación dentro del edificio (incluidas las conexiones de aire con el lugar del daño), la gravedad y la extensión del daño por humedad pueden ser cruciales para causar efectos adversos para la salud. Al evaluar el efecto sobre la salud, se debe considerar la probabilidad, la frecuencia y la duración de la exposición al daño por humedad. Evitar la exposición, eliminar el daño y corregir la fuente del problema son acciones cruciales.

También es importante reconocer que existe un pequeño grupo de personas que sufren los llamados síntomas de "hipersensibilidad". Estas personas experimentan síntomas del sistema nervioso central (por ejemplo, mareos, fatiga y síntomas

respiratorios) en entornos donde la exposición a microbios puede ser normal o baja. El estrés y el miedo a una exposición anormal, como los daños por humedad en el hogar o en el entorno laboral pueden aumentar la exacerbación de los síntomas, aunque no se los pueda relacionar directamente con una exposición ambiental. Estos fenómenos se han descrito también en el contexto de otras exposiciones ambientales y pueden explicarse mediante mecanismos psicofisiológicos, incluida la inflamación inducida por el estrés.

4. *Muchos edificios tienen algún daño, pero menos edificios tienen daños que podrían ponerte en peligro. enfermo.* Es muy normal que se produzcan daños, como fugas de agua, durante la vida útil de un edificio. Si el problema se detecta de inmediato, se seca y, si es necesario, se repara, el daño por humedad se resuelve y no habrá ningún problema de salud posterior. También es habitual que en aquellas partes de los edificios que tienen una carga de humedad alta, por ejemplo, los baños, puedan aparecer, por ejemplo, pequeñas manchas de moho en las juntas de silicona, pero el área del daño es tan pequeña que no causará ningún problema de salud. Se podría argumentar que incluso es raro que un pequeño daño por humedad o microbios desaparezca por completo en un edificio tras una inspección exhaustiva del edificio. Algunos daños pueden ocurrir en partes de la casa que rara vez se ocupan y que no tienen conexiones de aire a las principales estancias dentro del edificio, por lo que es menos probable que causen daños a la salud. Como se mencionó anteriormente, dónde el daño está localizado, duración de exposición, ¿Qué tan grave es el daño? y la extensión del daño son factores que influyen en la evaluación de los riesgos para la salud asociados a los daños causados por la humedad. Por ejemplo, el riesgo de asma y sibilancias en la primera infancia parece aumentar con la gravedad del daño causado por la humedad y cuando se detecta moho visible en las principales áreas de la vivienda. Los daños causados por la humedad en los baños u otros espacios interiores no parecen tener ese efecto. Sin embargo, también los daños que tienen menos probabilidades de causar efectos nocivos para la salud debido a su ubicación o extensión deben ser remediados siempre que sea posible.

5. *Donde hay agua, los microbios pueden vivir y crecer.* Literalmente cualquier material en los edificios. El material en el que vivimos y trabajamos puede servir como sustrato y superficie más o menos favorable para la proliferación y el crecimiento de microorganismos. Los determinantes básicos de tales procesos son la estructura de la superficie del material, el contenido de nutrientes y la actividad del agua. Se podría decir que la receta es: “Tome cualquier material de construcción (como medio rico en nutrientes), mantenga la temperatura entre +5 y 35 °C (la temperatura óptima es de +20 a 25 °C), y luego simplemente agregue agua Y obtendrá crecimiento microbiano, lo que resultará en daño microbiano en ese material”. Los materiales más susceptibles al crecimiento microbiano son aquellos con una composición orgánica natural, como la madera y el papel. Por otro lado, los microbios también pueden prosperar en el polvo doméstico, en las paredes de hormigón o ladrillo, o en las superficies de acero y vidrio; incluso cuando los materiales en sí mismos son menos favorables para el crecimiento microbiano, la materia orgánica acumulada en dicha superficie hará el truco y servirá como sustrato. Por lo tanto, el tipo de material no es muy importante siempre que haya suficiente humedad. El estrés por humedad a largo plazo que exceda la tolerancia de un material a la humedad puede causar humedad y, posteriormente, problemas microbianos. Por lo general, esto no sucede con los casos de estrés hídrico temporal y de corta duración (que se secan

en un par de días). Por lo tanto, la respuesta a la pregunta de si el agua derramada sobre el piso de baldosas del baño causa o no problemas de moho es clara: no causa ningún daño, siempre que se seque más o menos de inmediato. [Sin embargo, si nos ceñimos al ejemplo de los baños: es difícil comprender que la gente añada alfombras gruesas y esponjosas que pueden retener mucha humedad durante períodos prolongados en espacios de edificios donde el agua se maneja normalmente con menos cuidado y las condiciones de humedad suelen ser altas... ¡no es una gran idea!].

6. Cambio climático y problemas de humedad en los edificios. El cambio climático es relevante para daños por humedad en los edificios por razones obvias y menos obvias. En ciertas áreas del mundo habrá más precipitaciones, vientos más fuertes y, en consecuencia, lluvias impulsadas por el viento, lo que aumentará el estrés por humedad en las superficies exteriores de los edificios. Los fenómenos meteorológicos extremos, incluidas las inundaciones, se prevé que aumenten aún más la incidencia y la gravedad de los daños por humedad, lo que naturalmente aumentará los incidentes de daños graves por humedad en el parque de edificios. Estos cambios variarán regionalmente y deben reconocerse en el diseño estructural de los edificios también geográficamente. En términos más generales, un clima cambiante enfrenta al parque de edificios existente a condiciones climáticas para las que no ha sido diseñado, y esto es cierto en grandes partes del mundo. Los esfuerzos para mitigar el cambio climático incluyen aumentar la eficiencia energética en los edificios para reducir las emisiones de CO₂. En el caso de los edificios existentes, esto suele significar añadir capas de aislamiento y hacer que los edificios sean más herméticos. Para que estos cambios en los edificios sean sostenibles, deben equilibrar los objetivos de eficiencia energética y la calidad del aire interior, los problemas de humedad y la salud de los ocupantes del edificio. Hay ejemplos en la historia más reciente que han demostrado que cuando la reducción de los costos de calefacción y ventilación es el factor principal, es probable que los problemas de humedad y microbios en los edificios se agraven.

7. ¿Qué puedo hacer y qué no debo hacer si encuentro daños por humedad o moho visible en ¿mi casa? Si observa daños por humedad (por ejemplo, una fuga, marcas de humedad, signos de moho u olor a moho) en la casa, es hora de buscar ayuda profesional para identificar la fuente del problema y decidir la solución necesaria. El propietario del edificio es responsable de garantizar que el daño se inspeccione y repare adecuadamente. Es muy importante localizar el daño causado por el agua y los sitios de crecimiento microbiano sospechoso en el material de construcción y eliminarlo adecuadamente. No tiene sentido pintar sobre las áreas problemáticas o aplicar biocidas como única respuesta al problema de la humedad. Los biocidas, incluida la ozonización, no eliminan permanentemente el crecimiento microbiano en las superficies del edificio y del interior; de hecho, pueden hacer que el crecimiento microbiano sea más dañino al afectar el metabolismo microbiano. Si hay una fuente de humedad subyacente que no se soluciona, el crecimiento microbiano reaparecerá, incluso si las superficies se limpian a fondo. Los biocidas también pueden ser perjudiciales para diferentes tipos de materiales y para la salud humana. Estas sustancias no son una solución a los problemas de humedad y moho y solo se pueden utilizar en situaciones especiales, por ejemplo, después de daños en las aguas residuales, que deben ser manejados por profesionales que cumplan con las

precauciones de seguridad para evitar efectos nocivos para la salud. Los purificadores de aire portátiles a veces pueden ser útiles para reducir las exposiciones nocivas en situaciones en las que las personas tienen que esperar a que se inicie una remediación o antes de mudarse del edificio dañado, o durante las actividades de remediación, cuando la separación del lugar de remediación de otras viviendas se realiza correctamente. Sin embargo, es importante recordar que los purificadores de aire no actúan sobre la fuente del problema de humedad y no son una solución permanente. En situaciones normales, las formas más efectivas de mejorar el aire interior son reducir o eliminar las fuentes de contaminantes y ventilar con aire exterior limpio. Los purificadores de aire no reemplazan la necesidad de controlar los contaminantes y ventilar.

La eliminación de los problemas de humedad y el crecimiento microbiano pueden agravar la aerosolización y la resuspensión de las exposiciones relacionadas con los daños, por lo que se requiere un equipo de protección personal adecuado. Los ocupantes del edificio no deben estar presentes durante la eliminación siempre que sea posible, en particular cuando no sea posible dividir y separar eficazmente el lugar de eliminación de otras áreas ocupadas.

8. *¿Cómo puedo prevenir los daños por humedad y el crecimiento microbiano en mi hogar?* Es importante cuidar bien la casa, mantenerla en buen estado siguiendo los intervalos de mantenimiento general y mantenerla limpia y seca. La limpieza generalmente tiene un efecto positivo en la calidad del aire interior, ya que reduce la carga de polvo en las superficies y, por lo tanto, la exposición a partículas, alérgenos y productos químicos. Utilice una aspiradora (preferiblemente con filtro HEPA), paños y agua y, si es necesario, algunos agentes de limpieza generales; no se necesitan desinfectantes para limpiar casas normales. Evite el uso descuidado del agua. Por ejemplo, colgar la ropa mojada en habitaciones que no están bien ventiladas provocará la acumulación de humedad en las estructuras del edificio y puede provocar el crecimiento de microbios. Asegúrese de que la ventilación de su casa funcione correctamente y sea eficiente. En las casas con ventilación mecánica, los filtros del sistema de ventilación deben cambiarse o limpiarse regularmente de 2 a 4 veces al año, dependiendo del entorno circundante y los niveles de contaminantes exteriores. Aumente la eficacia de la ventilación cuando tenga una gran carga de humedad, por ejemplo, al ducharse, cocinar o secar la ropa dentro de la casa. También es una buena costumbre secar el suelo y las paredes del baño después de la ducha para reducir la acumulación de agua estancada. Asegúrese de que el agua de lluvia se dirija lejos de la casa. Las canaletas y los conductos de desagüe deben limpiarse si contienen hojas u otros materiales, y deben revisarse regularmente para detectar fugas o congestiones. Asegúrese de que el agua no se acumule cerca de las estructuras del edificio, sino que se dirija lejos del edificio. El techo debe inspeccionarse y mantenerse regularmente para evitar o descubrir tejas rotas, agujeros o grietas que permitan que el agua penetre a través del techo. El tiempo y el dinero invertidos en un mantenimiento minucioso del edificio están bien invertidos, ya que ayudarán a prevenir daños por humedad en su hogar, que luego a menudo pueden ser costosos de reparar.

9. *Poniendo las cosas en perspectiva: el crecimiento microbiano en las*

superficies de los edificios es anormal. situación; ¡pero los microbios en espacios interiores están bien y son buenos! Ya lo hemos mencionado antes, pero queremos insistir en este punto, ya que existen algunas creencias falsas sobre los microbios en los espacios interiores. La presencia de microbios (bacterias y hongos) en los espacios interiores es normal, aceptable y buena. Hay pruebas fehacientes de que la existencia y la composición adecuada de un microbioma interior pueden tener un potencial beneficioso para la salud. Cuando los microbios comienzan a crecer en las superficies exteriores e interiores de los edificios, esto es una indicación y una consecuencia de daños por humedad en los edificios; dicha condición es anormal y debe prevenirse o corregirse, si está presente. Este capítulo ha proporcionado amplia información sobre ese tema. Aquí, unas pocas palabras sobre los factores que contribuyen a dar forma a un microbioma interior normal.

El suelo y la vegetación son las principales fuentes de microbios en el aire exterior y, como consecuencia, existe una gran variación en la composición del aire exterior en diversos climas y regiones geográficas. El aire exterior actúa como una de las principales fuentes de contenido microbiano de los ambientes interiores y, por lo tanto, los factores geográficos y climáticos tienen una gran influencia en las concentraciones y comunidades microbianas en interiores. La principal vía de transferencia del aire exterior al interior suele ser la ventilación, ya sea a través de sistemas de ventilación mecánica o a través de ventanas y puertas abiertas, pero el aire también se infiltra a través de fugas en la envoltura del edificio. Tener mascotas, plantas en macetas o alfombras afecta a los niveles microbianos en interiores. Las mascotas no solo eliminan microbios, sino que también transportan microbios del exterior al interior en sus patas y cuerpos, como lo hacemos nosotros en nuestra ropa, zapatos y cabello. La muda humana es una de las principales fuentes de microbios en los edificios, especialmente de bacterias. Además de la ocupación humana, el comportamiento y las actividades de los ocupantes también son fuentes importantes de microbios. Por ejemplo, la manipulación de leña y otros materiales orgánicos, la presencia de contenedores de residuos orgánicos en el interior de la vivienda y la baja frecuencia de vaciado de los mismos aumentan los niveles microbianos en los ambientes interiores. La resuspensión de polvo es más pronunciada en lugares donde se produce actividad humana, como suelos y otros niveles bajos.

Relevancia para los Objetivos de Desarrollo Sostenible y los Grandes Desafíos

- **Objetivo 3. Garantizar una vida sana y una vivienda saludable para todas las edades.** Mejorar la salud mediante la buena calidad de la vivienda, prevenir enfermedades.
- **Objetivo 10. Reducir la desigualdad dentro y entre los países.** Vivienda inadecuada, incluido los daños por humedad afectan más duramente a las poblaciones con bajo nivel socioeconómico y medios financieros limitados para adquirir y mantener una vivienda saludable.
- **Objetivo 11. Lograr que las ciudades y los asentamientos humanos sean inclusivos, seguros, resilientes y sostenibles.** Este objetivo incluye la creación y el mantenimiento de un parque de

Un marco de educación en microbiología centrado en la niñez

edificios saludable y la mitigación de los riesgos para la salud asociados con la vida, incluidos los daños por humedad en los edificios.

- **Objetivo 13. Adoptar medidas urgentes para combatir el cambio climático y sus efectos.** Reconocer el cambio climático en el diseño estructural de los edificios para garantizar que los edificios sean aptos para resistir y funcionar bien en un clima cambiante. El objetivo es reducir el CO₂emisiones al hacer que los edificios sean más eficientes energéticamente y al mismo tiempo equilibrar las medidas de eficiencia energética con una buena calidad del aire interior y la salud de los ocupantes.

Posibles implicaciones para las decisiones

Un marco de educación en microbiología centrado en la niñez

1. Individual

i. Revisión periódica y mantenimiento minucioso del edificio. Atención a Problemas de humedad y remediar los daños causados por la humedad de inmediato y con la ayuda de expertos.

b. Políticas comunitarias

i. Economía de la atención sanitaria: costos asociados a la posible humedad y el moho Daños, por ejemplo, síntomas respiratorios, infecciones y exacerbación y desarrollo del asma. Estos costos se pueden reducir con una acción rápida para remediar los daños causados por la humedad y el moho y una buena calidad de los edificios.

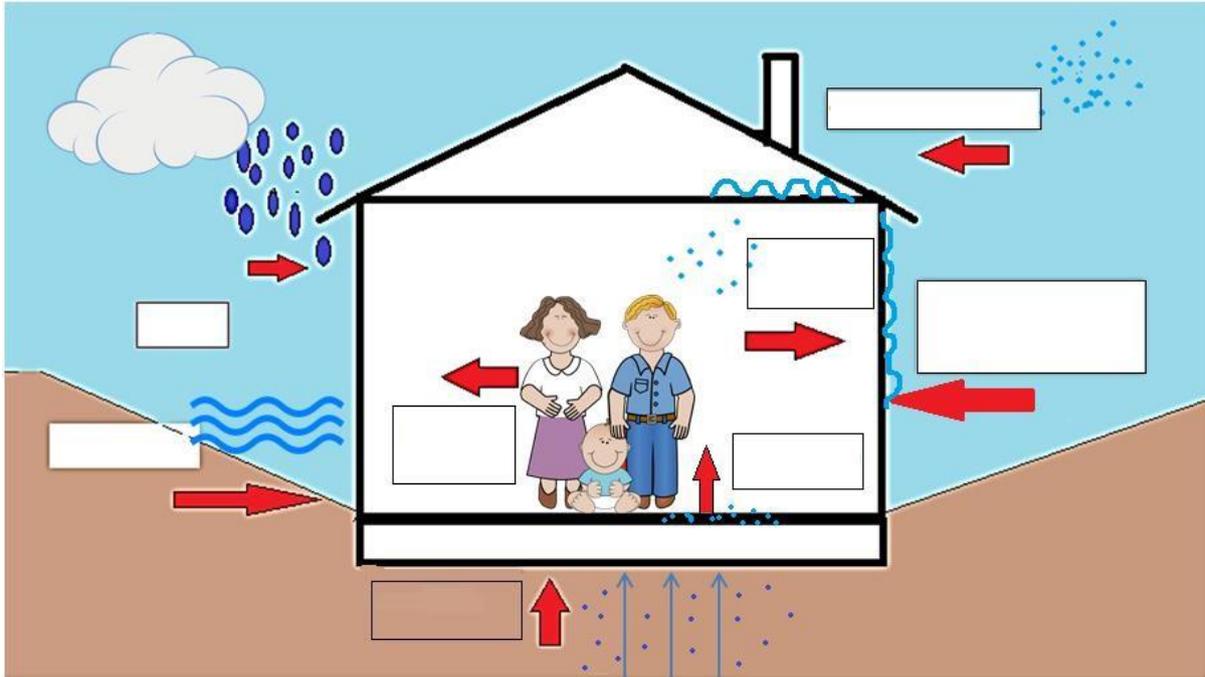
c. Políticas nacionales relacionadas con los daños causados por la humedad y el moho

- i. Prevenir los daños causados por la humedad y el moho mediante normas de construcción y una buena calidad del diseño estructural de edificios.
- ii. Tener en cuenta el cambio climático en la normativa de construcción.
- iii. Economía nacional: costos asociados con la remediación de la humedad y el moho, edificios dañados, economía de la atención sanitaria.

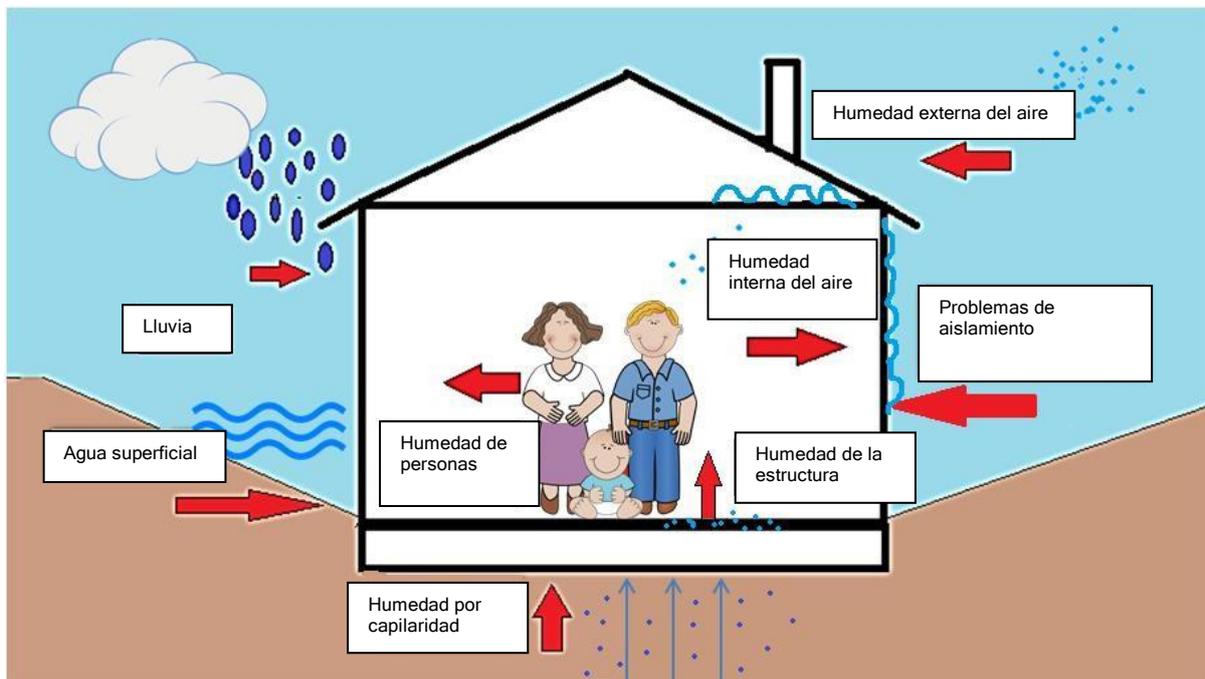
Participación de los alumnos

1. Discuta en clase sobre la diferencia entre situaciones microbianas normales en un hogar y la condición anormal de crecimiento microbiano después del daño por humedad.
2. Realice una “inspección general” de su casa prestando atención a las posibles ubicaciones y las fuentes de problemas de humedad. Hable con su familia sobre lo que puede hacer para evitar daños por humedad en su hogar.
3. Escribe en los recuadros de la imagen cuáles son los posibles factores que provocan estrés por humedad en el edificio.

Un marco de educación en microbiología centrado en la niñez



Respuestas correctas:



La base de evidencia, lecturas adicionales y ayudas didácticas

Instituto de Medicina (IOM) (2004) *Los espacios interiores húmedos y la salud*, Washington, DC, Prensa de la Academia Nacional.

OMS (2009) *Humedad y moho: directrices de la OMS para la calidad del aire interior*, Ginebra, Organización Mundial de la Salud.

Mendell, MJ, Mirer, AG, Cheung, K., Tong, M. y Douwes, J. (2011) Efectos de la humedad, el moho y los agentes relacionados con la humedad en la salud respiratoria y alérgica: una revisión de la evidencia epidemiológica. *Perspectiva de salud ambiental*, 119, 748–756.

Nevalainen A, Täubel M, Hyvärinen A. Hongos de interior: compañeros y contaminantes. *Aire interior*. 2015;25(2):125-156.

Glosario

Resaltado con “*” en el texto en el primer uso

Humedad en la construcción: definida por la OMS como cualquier resultado visible, medible o percibido del exceso de humedad que causa problemas en los edificios, como moho, fugas o degradación del material, olor a moho o exceso de humedad medido directamente (en términos de humedad relativa o contenido de humedad) o crecimiento microbiano (OMS 2009).

Hongos: Son microorganismos eucariotas, heterótrofos que pueden presentarse como levaduras, mohos o como una combinación de ambas formas.

Moho interior: También conocido como moho, es un crecimiento de hongos que se desarrolla en materiales húmedos. A menudo, la observación de moho en interiores puede incluir no solo crecimiento de hongos sino también de bacterias, pero normalmente es el crecimiento macroscópico de hongos el que se observa más fácilmente a simple vista.

Compuestos orgánicos volátiles microbianos (MVOC): Son una variedad de compuestos que se forman como metabolitos secundarios en el metabolismo de hongos y bacterias. Pertenecen a diferentes clases químicas, como alcoholes, alquenos o terpenos, y suelen ser compuestos pequeños con baja masa molecular, alta presión de vapor y bajo punto de ebullición, lo que facilita la evaporación y difusión en fase gaseosa.

Microbioma: puede definirse como una comunidad microbiana característica que ocupa un hábitat razonablemente bien definido y que tiene propiedades fisicoquímicas distintivas, que incluyen no solo los microorganismos en ese espacio, sino también su “teatro de actividad”, que involucra el espectro de moléculas producidas por los microorganismos. Según esta definición, también los elementos genéticos móviles, como los fagos, los virus y el ADN extracelular, se incluirían en el término microbioma, pero no en el término microbiota. Dicho esto, existen numerosas definiciones más o menos variables de lo que podría denominarse “microbioma”.

Microbiota: Generalmente se define como el conjunto de microorganismos vivos presentes en un entorno definido. Dado que los fagos, virus, plásmidos, priones, viroides y ADN libre no suelen considerarse microorganismos vivos, no pertenecen a la microbiota según la definición estricta.

Daños por humedad: La OMS define la humedad como cualquier resultado visible, medible o percibido causado por el exceso de humedad (por ejemplo, a través de fugas de agua, condensación, etc.) que indique problemas de clima interior o problemas de durabilidad en los conjuntos de edificios (OMS 2009). A menudo y probablemente se utiliza correctamente como sinónimo de “problema de humedad” o “daño por agua”, pero este término es diferente de lo que llamamos “moho en interiores” o “humedad”.

Moho: Los mohos son hongos multicelulares que se presentan en filamentos largos conocidos como hifas y que crecen por

extensión apical, a diferencia de las levaduras, que son hongos microscópicos y unicelulares que se reproducen por gemación.

Micotoxina: tiene su origen en el griego mykes, es decir "hongo" y toxini, es decir "toxina", y se refieren a un metabolito secundario tóxico producido por organismos del reino de los hongos que es capaz de causar enfermedades y/o muerte en humanos u otros animales.