

Un artículo de Caroline Winter.

Para hacer un edificio más saludable, deja de desinfectar todo.

Mejora la ventilación, incluso esparce algunos gérmenes buenos. Si deseas que la gente sea saludable y productiva, cuida el microbioma.

Hace cuatro años, un estudiante de doctorado en arquitectura le pidió a Luke Leung que lo ayudara a pensar en un tema para su tesis. Leung, un ingeniero cuyos proyectos incluyen el edificio más alto del mundo, el Burj Khalifa en Dubai.

En el mundo occidental, los humanos pasan el 90% de su tiempo en interiores. El estadounidense promedio pasa incluso más que eso, un 93%, dentro de edificios o automóviles. Durante años, los científicos han hecho sonar la alarma de que nuestra desconexión con el aire libre está relacionada con una serie de problemas de salud crónicos, que incluyen alergias, asma, depresión, síndrome del intestino irritable y obesidad. Más recientemente, expertos en varios campos han comenzado a estudiar por qué los edificios, incluso aquellos diseñados para estar lo más libres de gérmenes posible, son focos de enfermedades, no digamos ya de Covid-19.

"Hubo un estudio de más de 7.300 casos en China, y ¿adivinen cuántas personas contrajeron la enfermedad al aire libre?" pregunta Leung. "Sólo dos." Las primeras pruebas posteriores a las protestas de Black Lives Matter en Minnesota también sugirieron que la transmisión del SARS-CoV-2 al exterior es rara, incluso cuando miles de personas se reúnen, hablan, gritan y cantan, al menos cuando la mayoría de esas personas usan mascarillas. De los más de 13.000 manifestantes examinados, solo el 1,8% dieron positivo. Otros estados mostraron resultados similares. Leung dice que una "falta de alineación con la naturaleza" en el diseño de edificios es en parte culpable de nuestro padecimiento de enfermedades crónicas y de la pandemia actual. La relativa falta de flujo de aire y luz solar es un problema obvio; La temperatura, la humedad y la contaminación del aire interior también influyen. Pero hay otro factor menos discutido: el microbioma del entorno construido, que engloba billones de microbios, incluidas bacterias, hongos y virus.

Hasta hace unos 15 años, muy pocos científicos, e incluso menos arquitectos, diseñadores e ingenieros, prestaban atención a los microbios de interior, con la excepción de afloramientos problemáticos como el moho negro y la legionella, la bacteria que causa la enfermedad del legionario. Eso cambió después de los ataques con ántrax de 2001, cuando se enviaron por correo cartas con bacterias mortales a los políticos y las oficinas de los medios de comunicación, matando a 5 personas e infectando a 17 más. Los expertos de la Fundación Alfred P. Sloan, una organización sin ánimo de lucro, comenzaron a contemplar el papel que podrían desempeñar los edificios en la mitigación de las amenazas de bioterrorismo. Al darse cuenta de que no sabíamos casi nada sobre los microbios que existen en interiores, la fundación invirtió decenas de millones de dólares en investigación. Pronto, los científicos descubrieron ecologías ricas de poblaciones de microbios de interior en rápida evolución. Fundamentalmente, la

mayoría tenía poca superposición con las poblaciones al aire libre, incluidas las especies saludables con las que los humanos co-evolucionaron durante millones de años.

Ahora, con una pandemia mundial, estos investigadores están repentinamente en demanda. "Nuestro calendario está bastante lleno", dice Kevin van den Wymelenberg, director del Centro de Biología y Medio Ambiente Construido de la Universidad de Oregon. Solía recibir dos o tres consultas por semana, pidiendo consejos sobre cómo mejorar la salud de un edificio. Ahora recibe 20 al día. "Son todos, desde hospitales hasta grandes carteras de bienes raíces comerciales, hogares de ancianos y distritos escolares, hasta amigos personales que dirigen una peluquería y están tratando de decidir si deben o no soplar el pelo de sus clientes".

Por supuesto, la pregunta más urgente relacionada con los microbios es dónde encontrar el SARS-CoV-2 y cómo eliminarlo. Más allá de eso, también hay preguntas a largo plazo. ¿Cómo podemos promover poblaciones de microbios en interiores que no nos enfermen crónicamente ni alberguen patógenos mortales? ¿Podemos realmente cultivar microbios beneficiosos en nuestros edificios de la misma manera que un agricultor cultiva un campo? Los expertos, incluido Van den Wymelenberg, confían en que todo esto es posible. "Realmente creo que nuestros operadores de edificios del futuro y nuestros diseñadores estarán pensando en cómo dar forma al microbioma", dice.

El término "microbioma" se usa con mayor frecuencia para referirse a la población de microbios que habitan nuestro cuerpo, muchos de los cuales ayudan a producir vitaminas, hormonas y otras sustancias químicas vitales para nuestro sistema inmunológico, metabolismo, estado de ánimo y mucho más. En la persona típica, las células microbianas son tan numerosas como las que contienen ADN humano y pesan alrededor de 2 libras. En las últimas décadas, nuestros microbiomas personales se han visto alterados por factores como los malos hábitos alimenticios, el aumento de los partos por cesárea, la prescripción excesiva de antibióticos, el uso excesivo de desinfectantes y otros combatientes de gérmenes y la disminución del contacto con microbios beneficiosos en los animales y en la naturaleza. Según un estudio de 2015, los microbiomas de los estadounidenses son aproximadamente la mitad de diversos que los de los Yanomami, una remota tribu amazónica.

Como nuestros cuerpos, los edificios que habitamos también están llenos de microbios. "Inhala profundamente", escribe Rob Dunn, profesor de ecología aplicada en la Universidad Estatal de Carolina del Norte, en su libro de 2018 *Never Home Alone*. "Con cada respiración, llevas oxígeno profundamente a los alvéolos de tus pulmones, junto con cientos o miles de especies. Siéntate. En cada lugar donde te sientas, estás rodeado por un circo flotante de miles de especies". Dunn dice que se han encontrado más especies de bacterias en los hogares que especies de aves y mamíferos en la Tierra. En 2015, los investigadores encontraron que el aire interior contiene concentraciones casi iguales de bacterias y virus. (Casi todos los virus son inofensivos y algunos pueden ser beneficiosos). Con el tiempo, estos microbios se han adaptado para sobrevivir, e incluso prosperar, en todas partes, desde nuestras fundas de almohada y cepillos de dientes hasta los climas más extremos de nuestros lavavajillas, cabezales de ducha, hornos y congeladores.

Muchos derivan de humanos o probablemente se alimentan de desechos humanos. Al igual que Pigpen de la tira cómica *Peanuts*, cada uno de nosotros tiene una nube de microbios que sale de nuestro cuerpo a un ritmo de aproximadamente 37 millones de bacterias y 8 millones de partículas de hongos por hora; la diferencia es que nuestras

plumas son invisibles a simple vista. En interior, el impacto es mensurable. Un estudio señala que se necesitan menos de 24 horas para que un huésped del hotel colonice una habitación con sus microbios personales, borrando todo rastro de huéspedes anteriores y haciendo que el espacio sea microbianamente idéntico a su hogar.

Teniendo en cuenta nuestras emanaciones perpetuas, es fácil imaginar cómo podría propagarse el coronavirus dentro de una habitación. Un solo estornudo descarga aproximadamente 30.000 gotas llenas de microbios que viajan a una velocidad de hasta 200 mph. Una tos libera alrededor de 3.000 gotitas, que alcanzan velocidades de 50 mph. Una simple exhalación produce de 50 a 5.000 gotas. Sabemos que una persona infectada libera hasta 33 partículas virales por minuto con solo respirar y alrededor de 200 millones por estornudo. Mientras tanto, **la exposición a unos pocos cientos de partículas de SARS-CoV-2 puede ser suficiente para causar una infección.**

En el exterior, nuestras plumas invisibles casi siempre se dispersan rápidamente, lo cual es muy bueno en el caso de los portadores Covid. "Cualquier virus que se libera al aire se diluye rápidamente, se mueve por las corrientes de viento y se esparce por un espacio aparentemente infinito", dice Linsey Marr, experta en transmisión de enfermedades infecciosas y profesora de ingeniería civil y ambiental en Virginia Tech. "Es casi como poner una gota de tinte en el océano en lugar de ponerla en un vaso de agua". La luz solar también inactiva los virus en tan solo cinco minutos, ocho minutos en el caso del SARS-CoV-2. **Un estudio del Departamento de Seguridad Nacional descubrió que el coronavirus puede permanecer en el interior en la oscuridad durante horas.**

Frente a un virus invisible y potencialmente mortal, el impulso comprensible ha sido sacar un poco de Clorox e ir a la batalla. Pero el bombardeo indiscriminado de lejía podría ser contraproducente. Por un lado, los esfuerzos mal dirigidos pueden ser una enorme pérdida de tiempo y dinero. La ciudad de Nueva York, por ejemplo, anunció en la primavera que, por primera vez, cerraría el sistema de metro durante las primeras horas de la mañana para limpiar a fondo todos los trenes. "¡Es todo teatro!" dice Jack Gilbert, profesor e investigador de microbiomas en la Universidad de California en San Diego. "Se blanquea el metro, la lejía se seca y se vuelve inactiva. Si solo una persona que tiene Covid-19 interactúa con esa superficie, las cuatro horas de limpieza no tienen ningún efecto ". **Y debido a que ahora sabemos que el SARS-CoV-2 se transmite con mayor frecuencia a través del aire, los esfuerzos de limpieza parecen aún más inútiles.**

Un riesgo más serio es que los intentos de esterilizar nuestro entorno pueden matar bacterias críticas para la salud humana o, peor aún, promover inadvertidamente la supervivencia y evolución de insectos más peligrosos, incluidas las superbacterias resistentes a los antibióticos. "Deberíamos estar preocupados", dice Rob Knight, director fundador del Centro de Innovación del Microbioma y profesor de pediatría en UCSD. "Si estamos eliminando con entusiasmo todas las bacterias que naturalmente estarían allí, es posible que estemos creando hogares para las bacterias y tal vez incluso los virus que son más difíciles de eliminar".

Ninguna cantidad de productos químicos eliminará todo, y lo que queda atrás a menudo es indeseable. Los microbiólogos han limpiado la Estación Espacial Internacional para averiguar qué sucede dentro de una cámara cerrada, supuestamente estéril, en la que cada alimento y equipo ha sido desinfectado dentro de una instalación especialmente diseñada de la NASA. Al final resultó que, los microbios estaban en todas partes, casi todos de origen humano. Entre las más comunes se encuentran las bacterias asociadas con las heces, los pies y las axilas, por lo que quizás se ha descrito que la ISS huele a una mezcla de plásticos, basura y olor corporal.

Aquí en la Tierra, la higiene adecuada es eficaz para minimizar la exposición a patógenos como los que causan intoxicación alimentaria y faringitis estreptocócica, pero tendemos a volvernos extremos, utilizando productos químicos agresivos cuando el agua y el jabón podrían hacer el trabajo. Durante años, se han agregado antimicrobianos a todo: pintura para paredes, esponjas de cocina, ropa interior, brillo de labios.

"Es solo una especulación, pero podríamos ver a una generación de niños con más afecciones relacionadas con el sistema inmunológico"

Con la esperanza de eliminar el SARS-CoV-2 directamente del aire, algunos administradores de edificios están instalando las llamadas unidades de ionización bipolar, aunque es posible que no funcionen contra Covid y, a veces, generen gases nocivos como el ozono irritante para los pulmones. En cuanto a los agentes de limpieza antimicrobianos y los recubrimientos de superficies que se aplican generosamente en oficinas y otros espacios públicos, es posible que estemos introduciendo grandes cantidades de sustancias químicas potencialmente venenosas poco conocidas en nuestra vida diaria, además de acelerar la evolución de superbacterias desastrosas.

"Cuanto más usamos los mismos antimicrobianos en diferentes contextos, más oportunidades tienen estos microbios de desarrollar resistencia", dice Erica Hartmann, profesora de ingeniería en la Universidad Northwestern que se especializa en microbiología y química de interiores. "Si están desarrollando resistencia al antimicrobiano en sí, no es una buena noticia. Pero si también desarrollan resistencia a antibióticos clínicamente relevantes, de los cuales tenemos muy pocos, esa es una preocupación aún mayor, y hay evidencia de que ambas cosas suceden".

Eliminar las bacterias buenas junto con las malas también se ha relacionado con problemas de salud crónicos. Una serie de estudios que se cita a menudo, iniciada en 1998, examinó la relación entre la limpieza y las enfermedades en la región fronteriza entre Finlandia y Rusia de Karelia, donde las personas comparten una genética similar. En el lado finlandés más rico y más limpio, las personas tenían hasta 13 veces más probabilidades de sufrir trastornos inflamatorios que en el lado ruso, donde la mayoría vive en casas rurales, cría animales y cultiva sus propios jardines.

Nuestra cruzada anti-gérmenes de la era pandémica puede no tener un gran impacto en los microbiomas ya formados de los adultos. Pero los bebés y los niños pequeños, que necesitan exponerse a una amplia variedad de microbios para entrenar su sistema inmunológico en desarrollo, podrían verse más afectados. "Es solo una especulación, pero pudimos ver un problema en el que esta generación de niños tiene más afecciones inmunológicas", dice Knight, "especialmente en lugares donde las personas han tenido que permanecer en cuarentena en interiores, donde los niños no pueden salir a la calle como mucho."

Leung de SOM comenzó a pensar en la microbiología de los edificios años antes de la pandemia. No es algo que tiende a mencionar a los posibles clientes. "Si le dices a un cliente, 'Hablemos de microbios', ellos dirán, '¡Fuera de aquí, siguiente!'", Dice. "Tenemos que abordarlo con cuidado".

Más allá de utilizar materiales orgánicos y maximizar el acceso a la luz natural y los espacios al aire libre, Leung dice que se puede hacer mucho para que los edificios sean más saludables a nivel microbiano. Para un aire más seguro, elogia el uso de filtros diseñados para eliminar el SARS-CoV-2 y otros patógenos y contaminantes, pero

advierte contra la tecnología de ionización bipolar y dice que el aire no debe esterilizarse durante períodos prolongados. Siempre que sea posible, Leung sugiere implementar sistemas de ventilación que llenen las oficinas de aire exterior con diversidad microbiana. Entre sus proyectos actuales se encuentra la torre WeBank de 31 pisos en Shenzhen, que una vez completada en 2022 extraerá aire a través de los árboles plantados en los balcones antes de que se canalice al interior. "A veces también abrimos edificios por la noche", dice Leung, señalando que el aire exterior se mide primero en busca de contaminantes. "Durante el día, la gente quiere aire acondicionado, pero cuando se van, puede recargar el edificio con microbios del exterior".

La ventilación adecuada es particularmente importante en los edificios energéticamente eficientes que, como las naves espaciales, están diseñados para aislarse del mundo exterior. Además de proporcionar oxígeno fresco y eliminar la acumulación de dióxido de carbono que adormece el cerebro, el buen flujo de aire y la filtración reducen la exposición a una larga lista de productos químicos en su mayoría no regulados y no monitoreados que se encuentran en interiores. Estos incluyen carcinógenos conocidos y disruptores endocrinos, que residen en alfombras, computadoras, polvo que flota libremente, sillas de oficina, pintura y más. La contaminación exterior también se filtra dentro de los edificios y queda atrapada, especialmente durante las horas en que los sistemas de ventilación están apagados. Todo esto significa que el aire interior es a menudo mucho peor que el aire exterior, y los niveles de algunos contaminantes aumentan hasta 10 veces o más.

Para las empresas, una mejor calidad del aire por sí sola se traduce en un estimado de \$ 6.500 a \$ 7.500 de productividad anual adicional por empleado, principalmente como resultado de una mejor vigilia y agudeza, dicen Joseph Allen y John Macomber, profesores de Harvard que publicaron en abril el libro *Healthy Buildings*. Por el contrario, señalan, un estudio de más de 3.000 trabajadores en 40 edificios encontró que el 57% de todas las bajas por enfermedad se atribuían al mal aire. Es inquietante que Allen y Macomber también escriban que hasta el 90% de las escuelas estadounidenses no cumplen con los requisitos mínimos de ventilación, y que esos estándares ya están muy por debajo de los óptimos.

En Londres, Los Ángeles, Mumbai y otras ciudades contaminadas, el aire exterior debe filtrarse en gran medida antes de bombearlo al interior, y es probable que los microbios exteriores más beneficiosos no sobrevivan. Pero en áreas más limpias y verdes, simplemente abrir las ventanas ha demostrado ser efectivo. "Después de tomar antibióticos, se supone que debes comer yogur para reponer los probióticos", dice Mark Fretz, un colega de Van den Wymelenberg en la Universidad de Oregon, donde es profesor asistente de investigación en el Instituto de Salud en el Ambiente Construido. "Para sus edificios, el yogur es básicamente abrir su ventana".

En 2012, los investigadores compararon los microbiomas de una habitación de hospital en Portland, Oregón, con ventanas operables con una en la que las ventanas estaban selladas permanentemente. "Fue muy difícil encontrar un hospital que incluso tuviera una ventana que se pudiera abrir", dice Fretz. Resultó que abrir la ventana resultó en mucha más diversidad microbiana en toda la habitación, incluidas las especies que se encuentran en plantas y hojas. En particular, también hubo una probabilidad significativamente menor de encontrar patógenos. (Nota al margen: las plantas en macetas también siembran espacios interiores con valiosos microbios naturales, y mejoran considerablemente la felicidad humana, la salud física y mental, e incluso el pensamiento original, pero apenas mejoran la calidad del aire).

Otro medio de lograr un aire más saludable es la humidificación, actualmente una rareza extrema en América del Norte, como lo sabe cualquier empleado de oficina que haya pasado por una temporada de invierno seca y sobrecalentada. "La mayoría de nuestros edificios comerciales en Estados Unidos no están humidificados", dice Leung. "Y es por eso que la pandemia podría empeorar este invierno". La humedad suficiente en el aire no solo permite que el sistema inmunológico humano funcione de la mejor manera, sino que también hace que las partículas virales caigan al suelo y mueran más rápidamente. Según algunos cálculos, los virus en el aire seco pueden sobrevivir seis veces más que los de los edificios con una humedad relativa de alrededor del 40%.

Por supuesto, la construcción de intervenciones por sí sola no puede eliminar el riesgo de contagio del SARS-CoV-2, por lo que es mejor mantener el distanciamiento social y el uso de máscaras. Mientras tanto, los científicos de las universidades y las empresas emergentes se apresuran a desarrollar sensores microbianos para filtros de aire, superficies de edificios, aguas residuales e incluso aire interior. "Tenemos herramientas para ayudarnos a ver lo invisible", dice Van den Wymelenberg. Por ahora, esas herramientas de detección están en su infancia, y dependen del arduo proceso de recolectar muestras repetidamente y transportarlas a los laboratorios para su análisis. "No hay razón para que esto no funcione. Ya estamos manipulando fuertemente el microbioma en nuestros edificios, pero no deliberadamente "

Gilbert tiene planes ambiciosos para intervenciones microbianas en edificios. Formado como ecólogo microbiano y con experiencia trabajando en suelos, plantas y sistemas marinos, inicialmente se mostró escéptico cuando se enteró de que la Fundación Sloan estaba promoviendo algo llamado Microbiología del entorno construido. "Pensé que era una broma", dice Gilbert. "Lo admito, pensé que no puede haber mucha microbiología en el entorno construido, entonces, ¿por qué alguien estaría interesado?"

Luego, en el invierno de 2012, recibió la visita de Paula Olsiewski, directora de programas de la Fundación Sloan. En ese momento era profesor en la Universidad de Chicago, y cuando terminó la reunión, una tormenta de nieve había caído sobre la ciudad. "Me ofrecí a llevarla de regreso a su hotel porque tenía un auto que podía soportar la nieve", recuerda Gilbert. "Pero estaba nevando tanto que el viaje en coche duró dos horas y media, y en ese tiempo ella me convenció".

Ahora a la vanguardia de la investigación de microbiomas, humanos y ambientales, a Gilbert incluso se le permitió tomar muestras del microbioma del presidente Obama en 2016 (no se le permite revelar los resultados). Cuando la pandemia golpeó, Gilbert rápidamente redirigió gran parte de su financiación de investigación hacia el estudio del SARS-CoV-2. Él tiene un proyecto junto con el laboratorio de Knight para ver cómo el virus viaja a través de los hospitales, donde reside con mayor frecuencia, y si se suma a las bacterias nefastas, como lo hace a menudo el virus de la influenza.

También tiene un segundo estudio más contradictorio en curso: en un hospital de California no revelado, Gilbert está investigando si la adición de bacterias bacilos inofensivas en instalaciones médicas reduce la prevalencia de patógenos, incluidas bacterias y virus resistentes a múltiples fármacos. "Si no tiene nada en una superficie recién desinfectada y tose las bacterias cargadas de virus sobre la mesa, sobrevivirá allí", dice Gilbert. "Pero si hay una abundancia suficientemente alta de bacilos, entonces el bacilo competirá y excluirá a otros patógenos que aterrizan en la superficie". Se han realizado estudios similares en el pasado, con hallazgos alentadores, pero el de Gilbert es más riguroso.

La idea de poner bacterias a trabajar limpiando no es tan descabellada como podría parecer. En la década de 1940, una empresa danesa llamada Novozymes comenzó a vender microbios ambientales para descontaminar las aguas residuales. En las décadas de 1980 y 1990, también firmó un contrato con el gobierno de Estados Unidos en un proyecto de biorremediación a gran escala para ayudar a limpiar el derrame del petrolero Exxon Valdez. Casi al mismo tiempo, Novozymes envió investigadores en busca de insectos que pudieran ayudar a limpiar tanques sépticos domésticos, trampas de grasa en restaurantes, manchas de mascotas y mucho más. Entre sus mejores hallazgos se encuentran las bacterias que cortan la grasa y los olores, descubiertas en las parrillas al aire libre de los parques de Virginia y la cocina de un restaurante de Florida.

Hoy en día, Novozymes vale alrededor de \$ 16 mil millones y sus microbios son ingredientes clave en docenas de marcas de cuidado del hogar. Estos incluyen productos como el limpiador multisuperficies con probiótico microcósmico de la tía Fannie y el tónico limpiador probiótico de contracultivo. "Limpiamos la forma en que la naturaleza lo ha estado limpiando durante 4 mil millones de años ... con probióticos", se lee en el sitio web de Counter Culture. La idea es desplegar un ejército de microbios que devoran la suciedad, los escombros y la materia orgánica, degradando también las cosas que quedan en las grietas y hendiduras. El año pasado, incluso Reckitt Benckiser LLC presentó un limpiador probiótico llamado Veo, que según la compañía "ayudará a contribuir al equilibrio del microbioma doméstico".

Yendo un paso más allá, los científicos están estudiando si se pueden introducir microbios ambientales saludables en los hogares urbanos para reducir la prevalencia de enfermedades inflamatorias. En Finlandia, un grupo sembró los felpudos de los habitantes de la ciudad con aproximadamente 30 gramos (1 onza) de suelo forestal para que los residentes pudieran arrastrar los microbios al interior. El experimento de seis meses mostró que las alfombras cambiaron el aire interior para incluir más microbios al aire libre. A continuación, los investigadores quieren realizar un estudio a gran escala para ver si las alfombras impactadas por el suelo forestal pueden mejorar el sistema inmunológico de los bebés y niños pequeños. (Otro grupo finlandés está pasando por alto las alfombras y simplemente untando a los bebés con una preparación de tierra para averiguar si hay beneficios para la salud).

Hasta ahora nadie sabe exactamente qué microbios exteriores son beneficiosos o cuánta exposición es la mejor. Aún así, varias empresas emergentes están comercializando aerosoles de bacterias para hogares y negocios. TakeAir, con sede en Bélgica, anuncia un "enriquecedor del aire" que dispersa los microbios derivados del suelo y del océano a través de los sistemas de ventilación existentes para crear "una biosfera 100% natural y protectora para los usuarios de su edificio". Los clientes incluyen una cadena belga de gimnasios y un proyecto de viviendas en Amberes. Otro líder, Betterair en Israel, vende "el primer probiótico orgánico de aire y superficie del mundo", un microbio independiente que se vende por \$ 400. (Los cartuchos de recarga cuestan \$ 99).

Es solo cuestión de tiempo antes de que estas tecnologías se comprendan mejor y se generalicen más. "Hay una investigación absolutamente fascinante por hacer", dice Gilbert. "Quizás quiero diseñar un bacilo para que tenga propiedades que puedan estimular el sistema inmunológico de las personas en una habitación". Van den Wymelenberg también tiene esperanzas: "No hay razón para que esto no funcione", dice. "Ya estamos manipulando mucho los microbios en nuestros edificios, pero no deliberadamente".

Un martes por la tarde de junio, Leung atiende mi llamada mientras enseña a conducir a su hijo de 18 años. Cuando se le pregunta sobre los potenciadores de aire probióticos, se ríe. "En realidad, dice mucho sobre los seres humanos", dice. "Hemos creado edificios tan estériles que ahora tenemos que comprar la naturaleza y rociarla de nuevo. Así de tontos somos".

Quizás la pandemia sirva como una llamada de atención. "Esta es nuestra oportunidad de corregir nuestros errores de los últimos 200 años", dice, hablando de restaurar nuestra relación con la tierra, las plantas y los animales. No será fácil. Durante los próximos 40 años, la cantidad total de pies cuadrados interiores se duplicará aproximadamente en todo el mundo, informa la periodista científica Emily Anthes en su libro *The Great Indoors*. Dados los horrores de Covid, muchas empresas y administradores de edificios también harán todo lo posible para desinfectar los ambientes interiores como nunca antes, lo que quizás cause consecuencias no deseadas.

Mientras tanto, la crisis climática está agravando los posibles riesgos para la salud, ya que las inundaciones, los incendios forestales y los desastres provocados por el hombre destruyen el mundo natural, exponiéndonos a nuevas enfermedades peligrosas y aniquilando los microbios que probablemente necesitamos para prevenir enfermedades crónicas generalizadas (sin mencionar las que podemos necesitar como medicamentos). Leung dice que el aire urbano a menudo ya no tiene bacterias naturales saludables. "En el invierno, cuando las hojas de los árboles se van, ¿sabes qué es lo principal que encuentras en el aire urbano?" él pide. "Microbios de heces de animales".

Aún así, la pandemia puede estar cambiando nuestra perspectiva sobre la vida en interiores e incluso alterando físicamente nuestros microbiomas. Aunque algunas personas limpian demasiado, comen más comida chatarra y beben más alcohol, las recetas de antibióticos han disminuido notablemente con respecto al año pasado, según los Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades. Una explicación es una disminución en las enfermedades no covid como resultado del distanciamiento social.

Y aunque las personas no se mezclan tanto ni comparten microbios, lo que puede ser beneficioso cuando los patógenos no están involucrados, aquellos que tienen la suerte de vivir donde no se les exige que se escondan en el interior, pasan más tiempo en la naturaleza. "Quiero decir, veo vecinos afuera que ni siquiera sabía que existían, y están trabajando en tierra que fingen ser un jardín", dice un experto en microbiomas. A medida que las empresas permiten que los empleados trabajen desde casa, muchos también están abandonando la vida urbana por entornos más ecológicos.

Pero el invierno está sobre nosotros y la pandemia está surgiendo una vez más a medida que más personas se mudan al interior. Si no ajustamos nuestro estilo de vida y comenzamos a hacer que nuestros edificios sean más saludables desde el punto de vista microbiano ahora, dice Leung, nos golpeará aún más. "Si cree que esta pandemia es mala, espere otros 50 años cuando tengamos una población mucho mayor y costos de atención médica mucho más altos".

En un futuro no muy lejano, advierte, tres factores interrelacionados afectarán cada vez más nuestro bienestar: el cambio climático, los problemas de salud crónicos y más pandemias. "Vamos a tener que diseñar para eso", dice Leung. "Y será importante volver a unir a los seres humanos y la naturaleza".