

Recuperar el silencio

Millones de personas oyen sonidos inexistentes para el resto de los mortales. Los acúfenos que les acompañan se originan en su propio cerebro. Aunque no se conoce por ahora una cura definitiva, la estimulación cerebral y la terapia sonora parecen mejorar los síntomas

TOBIAS KLEINJUNG Y BERTHOLD LANGGUTH

«**L**o que más me tortura es el estruendo interior, prácticamente ininterrumpido, que retumba en mi cabeza y que, en ocasiones, aumenta hasta convertirse en un estrépito semejante al de una tormenta furiosa. Este rugido penetra como un murmullo de voces, que empieza a modo de falsos cuchicheos y va en aumento hasta convertirse en un terrible griterío, como si se hubiesen desencadenado en mí las furias y todos los espíritus malignos». De esta forma describía el compositor bohemio Bedřich Smetana (1824-1884) su dolencia: los acúfenos o *tinnitus*. En el cuarteto para cuerda *Escenas de mi vida* consiguió traducir el sufrimiento en música: en el movimiento final, el primer violín interpreta durante varios compases un chirriante Mi agudo por encima de un siniestro trémolo en las cuerdas.

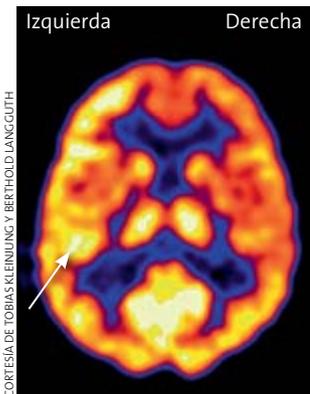
Lo mismo que Smetana antaño, en la actualidad unos tres millones personas en Alemania perciben estos ruidos inexplicables. Una cifra similar se registra en otros países de la Europa occidental y en Estados Unidos. Oyen silbidos, zumbidos, cuchicheos, pitidos, tintineos, rugidos, estrépitos o golpes que no se originan en el exterior. Tanto es así que algunos pacientes han llamado al técnico de la calefacción o de la televisión con la esperanza de que arreglara la supuesta fuente del inaguantable ruido.

No todos los casos son iguales. En algunos sujetos, los acúfenos desaparecen de forma espontá-

nea; otros se acostumbran al constante zumbido. De todos modos, la calidad de vida disminuye en una de cada cuatro personas. Con frecuencia se suman al problema trastornos del sueño, estados de angustia o depresión. Asimismo, los ruidos internos pueden repercutir en la vida profesional, hasta incluso provocar una incapacidad laboral. No pocas veces, los pacientes muy aquejados se sienten incomprendidos por la familia y los amigos, por lo que se retraen cada vez más. Aunque por ahora se desconoce un método definitivo para combatir los acúfenos, los avances neurocientíficos en torno a las causas del fenómeno aportan nuevos conocimientos para posibles tratamientos.

Durante largo tiempo se partió de la idea de que los zumbidos se originaban en el oído interno. Según la opinión predominante, un aumento de la actividad de las células ciliadas allí alojadas se transmitía a través del nervio auditivo hasta el cerebro, dando lugar a la molesta sensación acústica. En los casos graves, los cirujanos llegaban incluso a seccionar el nervio auditivo, con nefastas consecuencias: los pacientes quedaban sordos del lado operado y los acúfenos persistían.

Si el problema no depende del oído interno, ¿dónde se aloja entonces? Gracias a la experimentación con animales y las técnicas de neuroimagen se sabe en la actualidad que la causa reside en otro lugar: en el cerebro [véase «Zumbido de oídos», por Gerald Langner y E. Wallhäusser; MENTE Y CEREBRO n.º 5, 2003]. Sin embargo, no debe



LA CABEZA TAMBIÉN OYE
Esta imagen por tomografía de emisión de positrones corresponde a un paciente de 61 años con acúfenos en el lado derecho. Muestra un aumento de la actividad neuronal en el centro auditivo del lóbulo temporal izquierdo (flecha) incluso cuando el ambiente está en completo silencio.



DREAMTIME / ANDRÉS RODRÍGUEZ

¿ALIVIO PARA EL RUIDO INTERIOR?

En ocasiones, el zumbido de oídos puede tratarse de forma agradable: con música.

prescindirse por completo del oído: en la mayoría de los casos existe una alteración auditiva. Las frecuencias que peor percibe el afectado se corresponden, por regla general, con las de los acúfenos. Del mismo modo que ocurre con el dolor fantasma, propio de las personas que han sufrido una amputación [véase «Miembros fantasma», por R. Melzack; INVESTIGACIÓN Y CIENCIA, junio de 1992], los acúfenos aparecen cuando el cerebro del paciente intenta compensar la disminución en la entrada de información (en este caso, sonora).

Conexión errónea

Tal fenómeno cerebral se ha constatado en animales. Tras una pérdida de la audición, los individuos presentan un aumento de la actividad nerviosa en la vía auditiva central. Al parecer, ello compensa la escasa oferta de estímulos al oído. Tanto los animales como las personas perciben ese incremento de la actividad como un ruido, a pesar de que no exista una señal acústica que lo provoque. La base de esta conexión errónea radica en la plasticidad del sistema nervioso central, capaz de adecuarse de modo flexible a la variedad de exigencias o lesio-

nes. Pese a que esta flexibilidad facilita los procesos de aprendizaje, también puede acarrear consecuencias negativas, tales como el dolor fantasma.

Los médicos investigan las diferencias neuronales entre los pacientes con acúfenos y las personas sanas (de control) a través de la tomografía por resonancia magnética funcional (TRMf) o por emisión de positrones (TEP). Dichas técnicas de neuroimagen miden, respectivamente, la vascularización y los cambios metabólicos en el cerebro. Según revelan las imágenes, no solo se encuentra más activa la corteza auditiva en el lóbulo temporal de los afectados: incluso la vía auditiva central acusa una actividad alterada. Esta vía incluye importantes puntos de conexión sensorial: los centros auditivos del tronco encefálico, la placa cuadrigémina en el mesencéfalo y el tálamo en el diencefalo.

Métodos electrofisiológicos, entre ellos, la electroencefalografía (EEG) o la magnetoencefalografía (MEG), permiten obtener información más refinada a partir de un perfil exacto en tiempo real de la actividad neuronal en la corteza auditiva. De este modo se demuestra que las fibras neuronales se activan de forma sincrónica, igual que sucede en la audición de una fuente sonora real. No obstante,

EN SÍNTESIS

Ruido sin origen

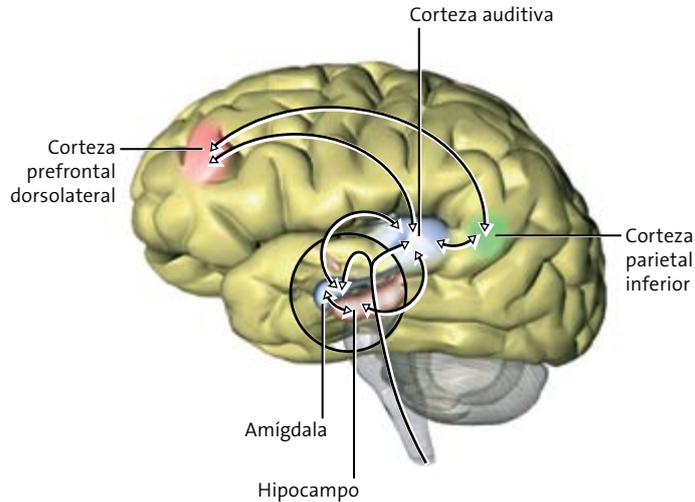
1 Los ruidos que producen los acúfenos se deben a conexiones erróneas en el cerebro que pueden originarse por lesiones en el oído.

2 Con potentes campos magnéticos pueden mejorar los síntomas.

3 También reducen la molestia un sonido con una frecuencia parecida a la de los acúfenos o la neuromodulación a través de una música modificada para tal fin.

ÁREAS NEURONALES DE CONEXIÓN

Diversas regiones cerebrales participan en la percepción de sonidos tanto reales como supuestos. La corteza auditiva en el lóbulo temporal procesa las señales que le llegan del oído. Sin embargo, solo cuando se activa de forma simultánea la red neuronal responsable de la atención, formada por la corteza prefrontal dorsolateral y una parte de la corteza parietal, las señales acústicas se hacen conscientes. Áreas profundas del cerebro, como la amígdala y el hipocampo, asocian los sonidos a emociones y los almacenan en la memoria.



GEBIRN UND GEIST / MEGANINA

ello no se limita a la corteza auditiva, según averiguaron en 2009 Winfried Schlee y sus colaboradores de la Universidad de Constanza. Mediante MEG hallaron que el aumento de la actividad neuronal sincrónica se asociaba a una activación de amplias áreas cerebrales importantes en la regulación de la atención, las emociones y el estrés. A estas se sumaban diversas regiones clave del sistema límbico; en especial la amígdala, centro de control de las emociones.

Estimulación del cerebro

Así pues, los acúfenos descansan sobre las alteraciones de actividad en una compleja red, la cual no solo incluye el sistema auditivo central y periférico, sino también ciertas áreas del encéfalo que no se encuentran directamente relacionadas con la percepción de los sonidos.

De esa manera, las señales acústicas se hacen conscientes cuando las procesan áreas cerebrales superiores, tales como la corteza dorsolateral prefrontal del lóbulo frontal y el lóbulo temporal. La participación de estas áreas no auditivas se asemeja al patrón de actividad cerebral en el caso de dolores crónicos. No es casual que muchos pacientes experimenten el zumbido de oídos como una sensación muy desagradable.

La complejidad de los procesos que provocan la instauración de los acúfenos dificulta su tratamiento. Hasta hace pocos años se carecía de medios para combatir la raíz de la dolencia. Por ello, la mayoría de los tratamientos médicos se han centrado en ayudar a los pacientes a habi-

tuarse al ruido. A través de la terapia conductista se les enseña a distraer su atención de forma que acepten con mayor facilidad el ruido fantasma y no lo sientan como una carga pesada. Asimismo, el uso selectivo de otros ruidos para la supresión parcial de los acúfenos puede contribuir al alivio del problema.

Aunque hasta el momento no se dispone de medicamentos eficaces contra los acúfenos, existen fármacos para tratar los síntomas acompañantes, tales como los trastornos del sueño o la depresión.

Con todo, mediante la estimulación magnética transcraneal (EMT) puede influenciarse de forma directa sobre el zumbido de oídos. A través de la calota craneal se aplica un campo magnético de 1,5 a 2 teslas (unas 40.000 veces más potente que el campo magnético de la Tierra), lo que desencadena un potencial de acción en las neuronas superficiales de la corteza cerebral próximas. A partir de esta técnica, Anthony Barker, de la Universidad de Sheffield, consiguió por primera vez en 1985 provocar el movimiento de un brazo al estimular áreas cerebrales motoras. Hoy la EMT se ha convertido en un destacado instrumento dentro de la investigación neurológica. Si se aplica durante unos días de manera regular de 20 a 40 minutos, puede producir una alteración de la actividad neuronal a largo plazo, lo cual posibilita su aplicación terapéutica.

La corteza cerebral auditiva de los afectados de acúfenos muestra una actividad patológicamente aumentada. Esto nos llevó a aplicar la EMT de

Webs

www.tinnituszentrum-regensburg.de/

Centro para el tinnitus de la Universidad de Ratisbona

www.tinnitus-liga.de/index.php

Liga alemana contra el tinnitus

acufenos.org

Asociación de personas afectadas por tinnitus

forma específica en esta zona con la intención de paliar las molestias de nuestros pacientes en el Centro de Tinnitus de la Universidad de Ratisbona. En varios estudios demostramos que en casi la mitad de estas personas disminuían las molestias, al menos de forma temporal.

El resultado depende, en este caso, de diversos parámetros de la EMT: frecuencia e intensidad utilizadas, forma y orientación de la bobina magnética y número de sesiones practicadas, entre otros. Un tratamiento combinado de la estimulación magnética transcranial de la corteza auditiva y de áreas cerebrales frontales, responsables de la cognición y de las emociones, mejoró la situación de algunos pacientes.

A pesar de los resultados terapéuticos prometedores, el desarrollo de estos métodos se encuentra todavía en pañales. Necesitamos más estudios para seguir optimizando los parámetros de la EMT y mejorar así el efecto clínico.

La actividad neuronal alterada que causa los acúfenos puede influenciarse también mediante neuroretroalimentación (*neurofeedback*). A través de EEG se mide la actividad cerebral; las alteraciones patológicas se reproducen en una pantalla mediante formas gráficas fáciles de reconocer. El paciente recibe de esta manera una retroalimentación directa sobre su actividad cerebral, con lo que puede aprender a normalizar la actividad neuronal que subyace a los acúfenos.

Con frecuencia, los acúfenos aparecen en el curso de una pérdida en la capacidad auditiva (hipoacusia), por lo que no sorprende que los pacientes puedan mejorar con el uso de audífonos. Según informaba en 2008 un equipo liderado por Paul Van de Heyning, de la Clínica Universitaria de Amberes, pacientes con acúfenos e hipoacusia unilateral se beneficiaron de un implante coclear a modo de prótesis auditiva.

El grupo en torno a Christo Pantev, de la Universidad de Münster, desarrolló en fecha reciente otro método de estimulación acústica: la estimulación acústica de frecuencias vecinas a las de los acúfenos. Sus pacientes no padecían una importante pérdida de la capacidad auditiva, no obstante, percibían en uno de los oídos un desagradable silbido constante de una frecuencia inferior a los ocho kilohercios.

A lo largo de un año, los investigadores invitaron a ocho de los pacientes a oír durante una o dos horas diarias su música preferida. Previamente filtraron las franjas de frecuencia de las canciones en torno a una octava del tono de los acúfenos. Se pensaba que la presentación de tonos próximos a los acúfenos tendría un efecto inhibitorio en la actividad de las neuronas que subyace a estos zumbidos molestos. Una música adecuada contribuiría a tornar reversible esta reorganización neuroplástica de la corteza cerebral auditiva.

EN BREVE

Los acúfenos o *tinnitus* refieren un trastorno en el que los pacientes oyen ruidos sin que exista una fuente externa que los produzca. Los médicos distinguen entre acúfenos objetivos y subjetivos. En el primer caso, la raíz del problema se encuentra en el organismo del paciente (ruido producido por la corriente sanguínea, entre otras causas). Más frecuentes son los acúfenos subjetivos: no existe ninguna fuente sonora ni externa ni interna. Se trata de una «percepción fantasma». Los acúfenos comprenden sonidos muy diversos, pueden presentarse de forma recurrente o permanente así como unilateral o bilateral, o bien percibirse en el centro de la cabeza.



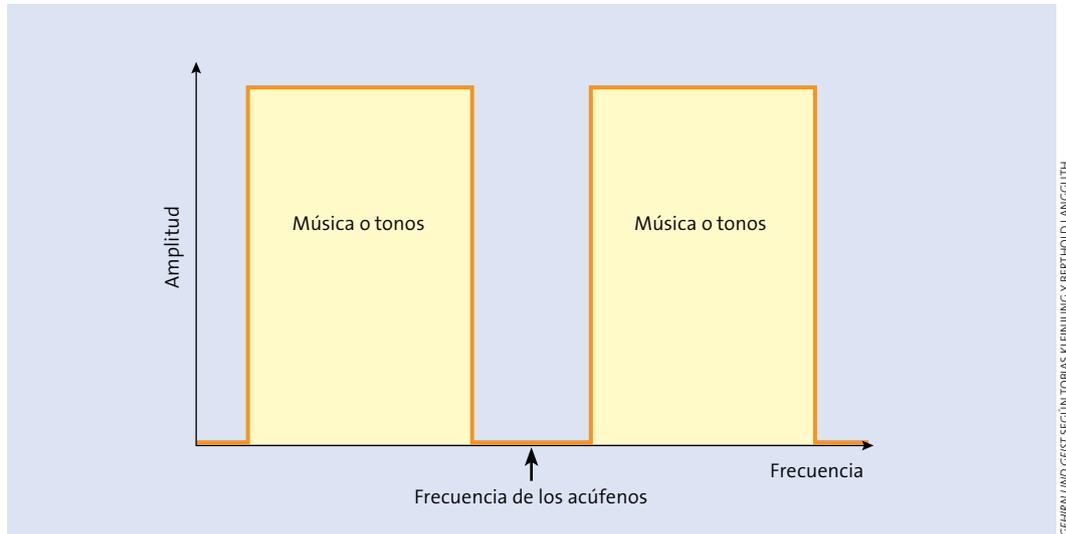
CORTESIÁ DE TOBIAS KLEINJUNG Y BERTHOLD LANGGUTH

MAGNETISMO SANADOR

Una bobina metálica en el lóbulo temporal izquierdo de la paciente origina un potente campo magnético que actúa sobre la actividad neuronal de la corteza auditiva. De esta forma, los médicos reducen las molestias de los acúfenos.

HUECO DECISIVO

En el curso del tratamiento con terapia sonora, los pacientes oyen música o tonos en los que se han filtrado determinadas frecuencias por encima y por debajo de la auténtica tonalidad del acúfeno. Ello reduce la actividad espontánea de la corteza auditiva para las mismas frecuencias.



GÉHRN UND GEST SEGÜN TOBIAS KLEINJUNG Y BERTHOLD LANGGUTH

En efecto, en 2010, los investigadores informaron de que, tras la musicoterapia, la intensidad de los acúfenos había disminuido en los ocho probandos. Por el contrario, los otros tantos sujetos de control, que habían escuchado durante el mismo período de tiempo canciones sin una banda de frecuencias alejada del tono de los acúfenos que padecían, no mostraron ninguna mejoría.

Música terapéutica

Exploraciones llevadas a cabo con MEG confirman la eficacia de la terapia musical personalizada: en los pacientes tratados, la corteza cerebral auditiva reacciona a las frecuencias de los acúfenos de forma más débil que antes del tratamiento. Ello parece demostrar que las piezas musicales modificadas según las necesidades de cada individuo reducen al menos las conexiones cerebrales patológicas. Pantev y sus colaboradores esperan que su musicoterapia suponga una alternativa eficaz y, al mismo tiempo, agradable para los procedimientos terapéuticos habituales del *tinnitus* crónico.

El equipo de Peter Tass, del Centro de Investigación Jülich, experimenta otra variedad de estímulo acústico personalizado. Estos investigadores han desarrollado un algoritmo de estimulación siguiendo el principio del reinicio coordinado (*coordinated reset*): las vías nerviosas hipersincrónicas y sobreactivadas se modifican mediante estímulos irregulares y ajustados individualmente, de manera que provocan un «caos sano». De esta forma se pretende llevarlas, específicamente y de manera consecutiva, a su condición ordinaria para que transmitan sus señales.

Como en el caso de la musicoterapia de Múnster, una premisa para ese tratamiento es que el zumbido de oídos presente una frecuencia comprendida entre los 200 y los 10.000 hertzios. El neuroestimulador para los acúfenos de Jülich emite, a través de auriculares provistos de unos altavoces con una potencia en los límites la audición, unas frecuencias por encima y por debajo del tono de los acúfenos perfectamente calculadas.

Los primeros resultados de esas pruebas, realizadas en 2010 en 63 pacientes, hablaban a favor de la eficacia del método. Al final del tratamiento, los pacientes afirmaron que el molesto ruido no solo les resultaba más débil, sino que también sonaba más grave, lo que aliviaba la desagradable sensación. En un futuro se verá si este estimulador se impone en la práctica clínica.

De momento conocemos bastante bien el mecanismo de producción de los acúfenos. Además, la colaboración de científicos de diversas disciplinas ha llevado a unos planteamientos terapéuticos novedosos que, al menos, reducen las molestias del paciente. Sin embargo, la desaparición total de los molestos zumbidos, chirridos o rugidos de oídos sigue siendo el objetivo principal de los investigadores.



Tobias Kleinjung es otorrinolaringólogo en el Hospital Universitario de Zúrich. Junto con el neurólogo y psiquiatra Berthold Langguth dirige el Centro Interdisciplinar para el Tinnitus de la Universidad de Ratisbona.

Para saber más
 Transcranial magnetic stimulation (TMS) for treatment of chronic tinnitus: Clinical effects. T. Kleinjung et al. en *Progress in Brain Research*, vol. 166, págs. 359-367, 2007.
 Neural activity underlying tinnitus generation: Results from PET and fMRI. C. P. Lanting et al. en *Hearing Research*, vol. 255, págs. 1-13, 2009.
 Listening to tailor-made notched music reduces tinnitus loudness and tinnitus-related auditory cortex activity. H. Okamoto et al. en *Proceedings of the National Academy of Sciences*, vol. 107, págs. 1207-1210, 2010.