

Cuáles son los “modos ocultos” en el oído humano que redefinen cómo escuchamos

Un equipo de físicos de la **Universidad de Yale**, en EEUU, descubrió un conjunto desconocido de modos mecánicos en la **cóclea que influyen en la manera en que el oído amplifica el sonido**, tolera el ruido y distingue frecuencias.

Este hallazgo, [publicado](#) en la revista PRX Life, podría mejorar la comprensión de la audición de baja frecuencia y redefinir los mecanismos de la percepción auditiva humana.

La cóclea, un órgano en forma de espiral ubicado en el oído interno, convierte el sonido en señales eléctricas que el cerebro puede interpretar. La percepción auditiva humana es capaz de detectar sonidos con una precisión extraordinaria, abarcando un rango de **frecuencias de tres órdenes de magnitud y un rango de potencia de más de un billón de veces**.



Investigadores de Yale descubrieron nuevos modos mecánicos en la cóclea que influyen en cómo el oído amplifica el sonido y distingue frecuencias (Freepik)

El sonido genera ondas superficiales a lo largo de la membrana basilar, **una estructura clave en la transmisión de vibraciones dentro de la cóclea**. Para lograr la sensibilidad del oído a los sonidos débiles, la energía disipada en la cóclea debe ser compensada por procesos activos en las células ciliadas.

Estas células desempeñan un papel dual: **identifican las**

frecuencias de sonido y funcionan como amplificadores mecánicos, contrarrestando la fricción para potenciar la propagación de las ondas sonoras.

“Cada tono puro suena en un punto a lo largo de este órgano espiral. Las células ciliadas en ese lugar le dicen al cerebro qué tono estás escuchando”, explicó **Asheesh Momi**, investigador de Yale y primer autor del estudio.

Un nuevo conjunto de modos en la cóclea



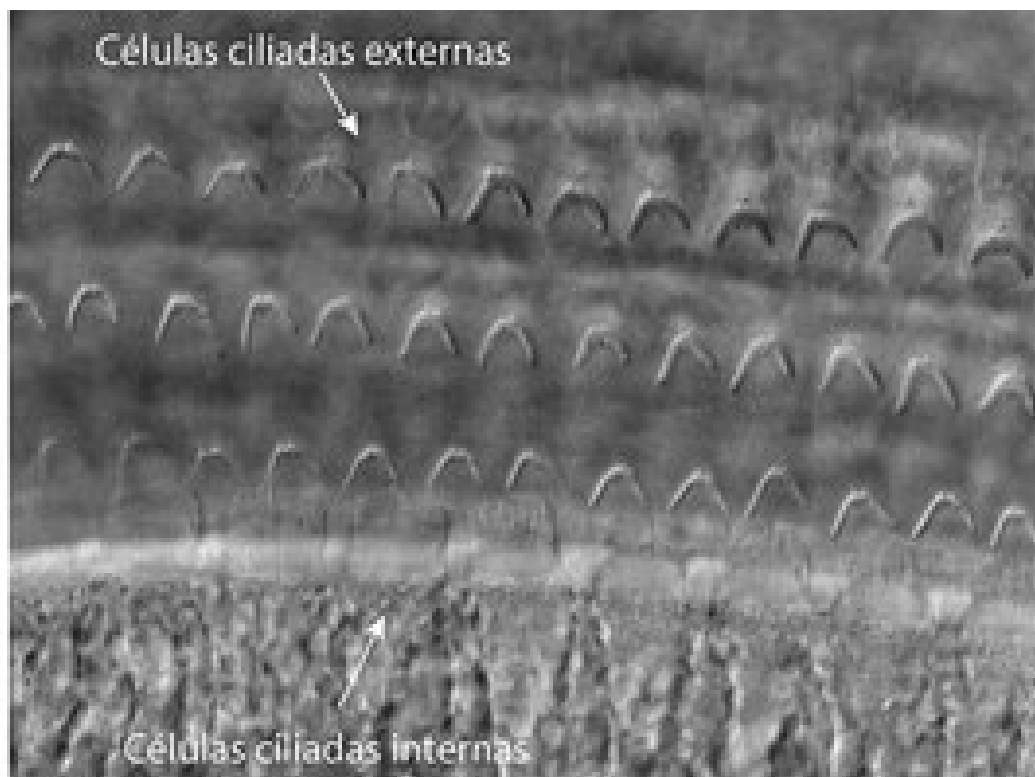
La cóclea convierte el sonido en señales eléctricas permitiendo detectar frecuencias con una precisión extraordinaria en un amplio rango de intensidades

Hasta ahora, se conocía un conjunto de modos de audición dentro de la cóclea, que se consideraban responsables de la transmisión y amplificación del sonido. Sin embargo, **el equipo de Yale descubrió una segunda serie de modos mecánicos con características distintas.**

Según los investigadores, la membrana basilar admite dos tipos de modos auditivos:

1. **Modos localizados**: se activan en puntos específicos y están en gran parte desacoplados entre sí. Estos pueden ser amplificados de forma independiente por las células ciliadas mediante un mecanismo de retroalimentación.
2. **Modos extendidos colectivos**: en estos, una gran porción de la membrana basilar reacciona en conjunto a un sonido, lo

que impone restricciones sobre cómo las células ciliadas responden a los estímulos y regulan la energía en el sistema auditivo.



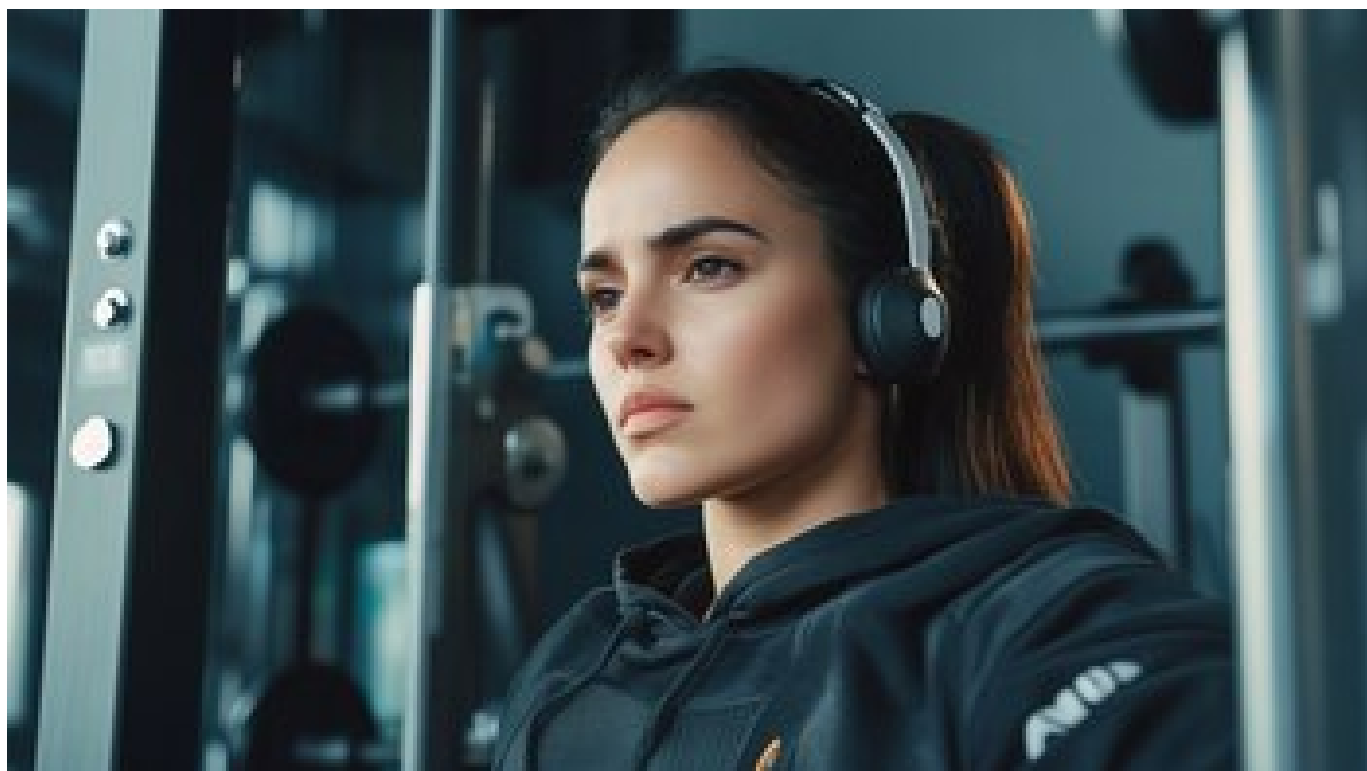
Las células ciliadas del oído no solo detectan las frecuencias del sonido sino que también amplifican las ondas para mejorar la percepción auditiva

Este descubrimiento plantea preguntas fundamentales sobre el funcionamiento del oído interno. **“Nos propusimos comprender cómo el oído puede sintonizarse para detectar sonidos débiles** sin volverse inestable y responder incluso en ausencia de sonidos externos”, precisó **Benjamin Machta**, profesor adjunto de física en Yale y coautor del estudio.

“Pero al llegar al fondo de esto nos topamos con un nuevo conjunto de modos mecánicos de baja frecuencia que probablemente admite la cóclea”, añadió.

El descubrimiento podría aportar **nuevos conocimientos sobre la audición de baja frecuencia, un campo que aún presenta interrogantes para la ciencia.**

“Dado que estos modos recién descubiertos exhiben frecuencias bajas, creemos que nuestros hallazgos también **podrían contribuir a una mejor comprensión de la audición de baja frecuencia,** que sigue siendo un área activa de investigación”, dijo **Isabella Graf**, exinvestigadora de Yale y coautora del estudio.



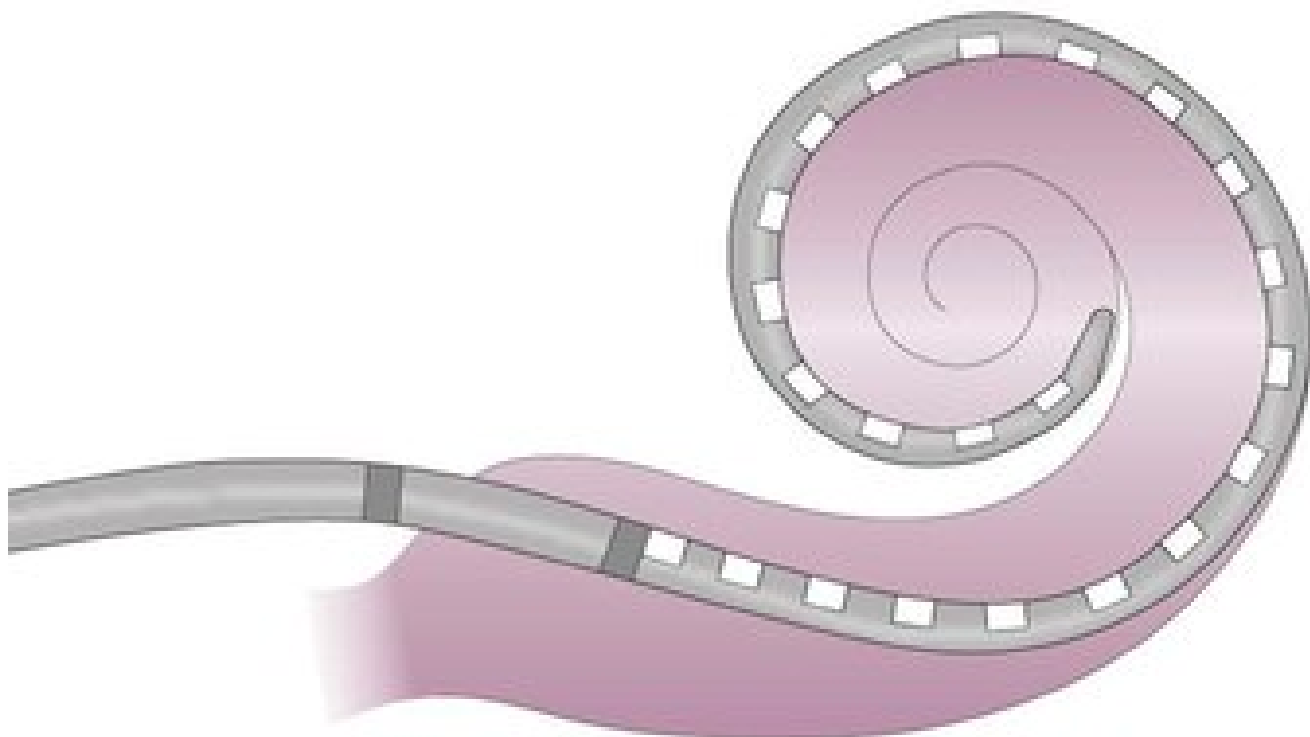
La interacción entre los modos localizados y los extendidos en la cóclea ayuda a regular la amplificación del sonido sin generar inestabilidad en el oído (Imagen Ilustrativa Infobae)
El equipo aplicó modelos matemáticos avanzados a una maqueta genérica de la cóclea para analizar la dinámica de la membrana basilar. En particular, examinaron cómo las **células ciliadas pueden amplificar sonidos sin generar inestabilidad en el sistema auditivo.**

La clave está en la interacción entre los modos localizados y los modos extendidos colectivos. Mientras los primeros pueden amplificarse de manera independiente, los segundos requieren un equilibrio preciso para evitar que el sistema se vuelva inestable.

Los modos localizados alcanzan un pico agudo en su posición resonante y están en gran parte desacoplados. Como resultado, **pueden ser amplificados casi independientemente entre sí por las células ciliadas** locales a través de una retroalimentación que recuerda a la criticidad autoorganizada.

Sin embargo, esta amplificación puede desestabilizar los modos extendidos colectivos; Evitar estas inestabilidades limita los posibles mecanismos moleculares de retroalimentación activa en las células ciliadas.

“Nuestro trabajo arroja luz sobre cómo y en qué condiciones las células ciliadas individuales pueden crear colectivamente una cóclea crítica”, concluyeron los expertos.



El hallazgo podría mejorar la comprensión de la audición de baja frecuencia un área que aún presenta interrogantes en la investigación científica

Hacia una nueva comprensión de la audición humana

El hallazgo no solo contribuye al conocimiento de la biología del oído humano, sino que también podría abrir nuevas vías para mejorar tecnologías auditivas y desarrollar tratamientos para trastornos de la audición. **“Nuestro trabajo arroja luz sobre cómo y en qué condiciones las células ciliadas individuales pueden crear colectivamente una cóclea crítica”**, concluyeron los investigadores.

En los últimos años, el equipo de Yale ha utilizado modelos matemáticos para estudiar distintos sistemas biológicos. Su investigación sobre la audición se suma a estudios previos sobre la sensibilidad de las víboras a la temperatura y la interacción de las fases de la materia dentro de las membranas celulares.

Michael Abbott, de Yale, y **Julian Rubinfien**, de Harvard, también son coautores del estudio, que fue apoyado por los Institutos Nacionales de Salud (IH), un premio Simons Investigator y la Fundación Alemana de Investigación.

El descubrimiento de estos “modos ocultos” en el oído humano podría representar un avance significativo en la comprensión de los mecanismos de la audición y sus aplicaciones futuras en la ciencia y la tecnología auditiva.

Con información de Infobae