

## OÍDO, AVANCES TECNOLÓGICOS Y ÉTICA

---

---

*José Manuel Tamarit Conejeros<sup>a</sup>, Pilar Nieto Curiel<sup>b</sup>, Marta Forcada Barona<sup>c</sup>,  
Virginia Murcia Puchades<sup>a</sup> y José Dalmau Galofre<sup>a</sup>*

Fechas de recepción y aceptación: 11 de mayo de 2010, 24 de mayo de 2010

*Resumen:* En los seres humanos, el sentido de la audición permite desarrollar el lenguaje oral, que se constituye como un medio eficaz de comunicación y transmisión de conocimientos.

Por otra parte, los actuales avances tecnológicos aplicados al campo de la medicina han supuesto en las últimas décadas un avance importante en el diagnóstico y tratamiento de muchas patologías.

Enlazando estos conceptos de oído y tecnología, confluimos en el tema de análisis fundamental de este artículo, que no es otro que la “ayuda” que supone la tecnología cuando el ser humano tiene problemas de audición. Se tratan las bases anatómo-fisiológicas del sistema auditivo, así como algunas de las patologías que causan hipoacusia. Asimismo, se analiza la importancia del implante coclear y algunos aspectos éticos que rodean a su aplicación.

*Palabras clave:* audición; tecnología; implante coclear.

*Abstract:* In humans the sense of hearing will allow us to develop oral language, which was established as an effective means of knowledge transmission and communication.

<sup>a</sup> Médico otorrinolaringólogo en el Servicio de ORL. Hospital Universitario Dr. Peset de Valencia.

Correspondencia: José Manuel Tamarit Conejeros. C/ Velázquez, 1, bloque A, esc. 3, pta. 3, 46960, Aldaia (Valencia). *E-mail:* manutamaritet@hotmail.com

<sup>b</sup> Foniatra en el Servicio de ORL. Hospital Universitario Dr. Peset de Valencia.

<sup>c</sup> Logopeda en el Servicio de ORL. Hospital Universitario Dr. Peset de Valencia.



On the other hand, current technological advances applied to medical field have assumed in the last decades a significant advance in the diagnosis and treatment of many pathologies.

Linking these concepts of hearing and technology, we converge on the principal idea of this article, which is the “contribution” of technology when human hearing is impaired. We treat the anatomy-physiology bases of the auditory system and some hearing diseases. Also we analyze the importance of cochlear implants and some ethic aspects about this matter.

*Keywords:* hearing; technology; cochlear implant.

## LA IMPORTANCIA DEL SENTIDO DE LA AUDICIÓN

Los seres humanos disponemos de cinco órganos de los sentidos que nos permiten captar estímulos de aquello que nos rodea y, de este modo, interactuar con el exterior. Cada uno de estos órganos de los sentidos (gusto, olfato, tacto, vista y oído) desarrolla funciones importantes y complejas y, en ciertas situaciones, están interconectados.

De todos los órganos de los sentidos, el oído es uno de los más importantes. Constituye el órgano sensorial más frecuentemente afectado por distintas enfermedades, y es primordial en el desarrollo del lenguaje oral en los seres humanos.

Si entendemos el concepto de lenguaje como un “conjunto de signos regido por unas determinadas reglas que permite, o hace posible, la comunicación a un determinado grupo social”, existen muchos tipos de lenguaje. Una clasificación simplista nos permite diferenciar los lenguajes oral, escrito, gestual, artístico, matemático, etc.

El lenguaje oral es el rasgo que diferencia el lenguaje del ser humano del de los animales. Por medio de la palabra dirigimos y organizamos nuestras acciones. A través del lenguaje regulamos y estructuramos nuestra personalidad y nos identificamos como grupo social.

El lenguaje hablado del ser humano refleja en su evolución una sofisticación simbólica basada en signos sonoros que se constituyen como fundamento de la comunicación. Por otro lado, la perfección en la utilización de signos gráficos ha dado lugar al lenguaje escrito, y la lectoescritura se ha constituido como el segundo medio de comunicación.

Los otros modos de comunicación, que podríamos considerar lenguajes alternativos, aunque secundarios, son importantes ya que contribuyen a la extraordinaria riqueza de posibilidades de interrelación que posee el ser humano. La concatenación con ritmo y armonía de signos sonoros constituye la música, y el tratamiento sensitivo de los signos gráficos y cromáticos crea la comunicación a través de la pintura, por ejemplo.

Estos lenguajes alternativos, de indudable interés social, cultural y antropológico, adquieren una especial importancia cuando los sistemas fundamentales de comunicación



están interrumpidos. Un ejemplo plausible de esto se da en los sordos profundos, para los que la mímica, la lectura, la pintura o la danza adquieren connotaciones singulares.

En este punto podemos entender la importancia primordial del sentido de la audición, ya que sin este sentido aparecen dificultades en la adquisición y el desarrollo del lenguaje oral, y en consecuencia se dificulta notablemente la comunicación oral.

La capacidad de utilizar el lenguaje hablado como medio de comunicación no se hereda; es una función que se aprende. Se aprende por imitación de sonidos y al comprender que determinados sonidos hacen referencia a determinadas cosas. Para imitar los sonidos y para codificarlos con el significado correcto es imprescindible una audición normal. La imitación y la determinación de significados no pueden ejercitarse cuando existe hipoacusia, de tal modo que una sordera moderada o severa bilateral conducirá, indefectiblemente, a un retraso en el desarrollo del lenguaje. Así pues, una sordera profunda imposibilitará completamente su adquisición.

Un niño con problemas auditivos graves no tratados es un niño que no adquiere el lenguaje oral y que debemos incluir dentro del ámbito denominado sordomudez. El lenguaje gestual que se utiliza no tiene ni la riqueza fonética ni las posibilidades de desarrollo que el lenguaje oral, que nos permite la transmisión de conocimientos de forma mucho más eficiente.

## LOS TRASTORNOS DEL LENGUAJE

Dentro de los trastornos del lenguaje hablado podemos distinguir dos tipos: los trastornos de la palabra y los trastornos del lenguaje propiamente dichos (1).

Los trastornos de la palabra son fundamentalmente tres. Tenemos la disartria, que es la mayor o menor dificultad en la articulación de la palabra. La disfemia o tartamudez hace referencia al defecto de elocución caracterizado por la repetición de sílabas o palabras, o por paros espasmódicos que interrumpen la fluidez verbal. Y, por último, la dislalia, que es el trastorno en la articulación de los fonemas por alteraciones funcionales de los órganos periféricos del habla.

De las tres, sólo algunas formas de esta última pueden tener un origen auditivo. Hablamos entonces de la dislalia audiógena.

Por otro lado, los trastornos del lenguaje son aquellos que impiden en mayor o menor grado la expresión coherente del discurso.

De todos ellos, para el tema que nos ocupa nos interesan aquellos que guardan relación con la pérdida de audición. Para ello es importante tener en cuenta que las hipoacusias infantiles de poca intensidad no producen ninguna alteración de la palabra o del lenguaje, que las de grado medio pueden dar lugar a dislalias y que las más intensas pueden llegar a provocar incluso mutismo.



Como decíamos, las personas aprendemos a hablar por imitación del lenguaje de nuestros semejantes. Por lo tanto, si un niño tiene un déficit auditivo que le impide oír el mensaje hablado con todos sus matices, la imitación será imperfecta, es decir, dislálida.

Generalmente, en las dislalias audiógenas se encuentra más alterada la emisión de las consonantes que la de las vocales, ya que es más frecuente que la pérdida se centre en las frecuencias más agudas del área auditiva de la palabra, lugar de asiento de muchos armónicos consonánticos.

Como cada fonema tiene una banda de frecuencias específicas, cuando una de éstas se encuentre alterada, el fonema correspondiente no se oye o se oye distorsionado, lo que da lugar a que las palabras que lo contengan se oigan mal y, en consecuencia, a que se pronuncien de forma deficiente.

Otro punto que hay que tener en cuenta es que si la hipoacusia no es congénita, sino que se produce al final del período crítico de aprendizaje del lenguaje, cuando éste está ya bastante consolidado, se produce un fenómeno dislítico conocido como cofolalia. Clínicamente, este fenómeno se caracteriza porque el niño que ya pronunciaba bien las palabras comienza a confundir ciertos fonemas y, por lo tanto, empieza a pronunciarlos mal, con lo que sufre una regresión en el lenguaje.

#### LOS DÉFICITS AUDITIVOS COMO CAUSA DE LA PATOLOGÍA DEL LENGUAJE

Como apuntábamos anteriormente, la hipoacusia capaz de impedir el aprendizaje del lenguaje o sordomudez debe ser intensa. De hecho, debe cumplir los siguientes requisitos (1 y 2):

- Ser bilateral. La audición unilateral es suficiente para aprender el lenguaje.
- Ser profunda. Ello corresponde a unos umbrales de audición superiores a 60 dB. Las de menor intensidad darán lugar a dislalias. Este criterio debe ser reinterpretado si la hipoacusia se corrige con audífono, lo más frecuente hoy en día. En ese caso, la hipoacusia produce sordomudez si el umbral logrado con el audífono no es suficiente para captar con buena discriminación verbal el lenguaje emitido a 50-60 dB.
- Que afecte a frecuencias conversacionales. Si se limita a otras se aprenderá el lenguaje sin dificultad.
- Que sea precoz. Es decir, que sea congénita o que se presente durante los primeros seis años de vida. Bien es cierto que a los 4 o 5 años de vida el niño ya habla, pero si sufre una hipoacusia profunda, el lenguaje puede sufrir una regresión, ya que aún no está fijado en los centros cerebrales correspondientes.



Así pues, cuando se reúnan estos criterios, es decir, cuando nos encontremos ante una hipoacusia bilateral profunda prelocutiva, se producirá una falta de adquisición del lenguaje hablado, término que se conoce como sordomudez, y que definimos como una situación patológica en la que no se desarrolla el lenguaje a causa de una grave hipoacusia o cofosis que ha impedido el aprendizaje por imitación de sonidos.

Clásicamente, y tras la revolución conceptual que supuso la aparición de la obra *Syntactic Structures* (Chomsky, 1958) (3), algunos autores propugnaron la existencia de un modelo de lenguaje universal biológicamente programado. Es decir, que la capacidad para el lenguaje se encontraba preestablecida en el cerebro humano y que estaba destinada a emerger a medida que el cerebro madurara con el crecimiento.

Actualmente, se piensa que ambas concepciones son ciertas y compatibles: existe una capacidad preestablecida para el lenguaje con unas áreas cerebrales predestinadas a asumirlo (áreas de Broca y Wernicke), pero se necesita el aprendizaje por imitación para que se desarrolle de esta capacidad.

## LOS AVANCES TECNOLÓGICOS

A continuación, vamos a analizar determinados aspectos relacionados con la tecnología.

Nos encontramos inmersos en la sociedad moderna del conocimiento y del progreso. Los avances tecnológicos crecen de forma exponencial, dejando atrás y transformando a las sociedades tradicionales. Estamos dando pasos de gigante en relación con épocas pasadas y en campos como la química, la física y la propia medicina se producen decisivos avances científicos y tecnológicos.

Estos avances tecnológicos han hecho variar radicalmente la relación entre el hombre y la naturaleza, así como la interacción entre los seres vivos. Hay una frase de Albert Camus que hace referencia a este hecho y que recuerda que “el siglo XVII fue el siglo de las matemáticas, el XVIII el de las ciencias físicas y el XIX el de la biología. Nuestro siglo XX es el siglo del miedo” (4). En realidad, Camus vivió dos guerras mundiales y dos hechos históricos que no podemos olvidar, los lamentables ataques nucleares de Hiroshima y Nagashaki en agosto de 1945. Hoy en día, las cosas han cambiado y las armas, no sólo nucleares sino también biológicas, son un peligro potencial que amenaza seriamente la integridad del planeta y, por ende, la de nuestra especie.

Si estos avances tecnológicos son buenos o perjudiciales es algo difícil de predecir. En cualquier caso, nos hallamos inmersos en la sociedad de estos tiempos, lo que nos hace cómplices de la situación y nos obliga a estar atentos a lo que ocurre y a lo que pueda ocurrir a nuestro alrededor, que será con lo que se encontrarán nuestros hijos y las generaciones venideras.



El historiador, filósofo, sociólogo y urbanista americano Lewis Mumford (1895-1990) es autor de diversos estudios y ensayos sobre la historia urbana y la influencia de las utopías y la tecnología sobre la vida humana. Su filosofía de la tecnología (5) se centra en el compromiso y la responsabilidad en la utilización de la tecnología. Destaca la importancia de la tecnología, respetando la naturaleza del hombre y del ambiente, y de cómo ésta debe implicar una mejora. Es decir, no ver las máquinas como las protagonistas ni como una fuente de poder, sino la capacidad del ser humano para utilizarlas como una ayuda y un complemento de sus capacidades.

## OÍDO Y TECNOLOGÍA

En este punto podemos enlazar los dos conceptos que hemos introducido previamente: el oído y los avances tecnológicos. Hemos destacado previamente la importancia del órgano de la audición en el desarrollo del lenguaje oral y la comunicación. También hemos hablado de la tecnología como “ayuda” al ser humano en sus capacidades.

Así pues, la conjunción de ambos aspectos nos lleva al tema de análisis primordial del este artículo, que no es otro que la ayuda o el apoyo de la tecnología para el ser humano cuando éste tiene problemas de audición. El grado máximo de este déficit nos lleva a hablar de los niños sordos profundos, aquellos que desde su nacimiento no son capaces de oír y, por tanto, de desarrollar el lenguaje oral, es decir, se convierten en sordomudos, con todas las limitaciones que ello conlleva y que ya hemos comentado anteriormente.

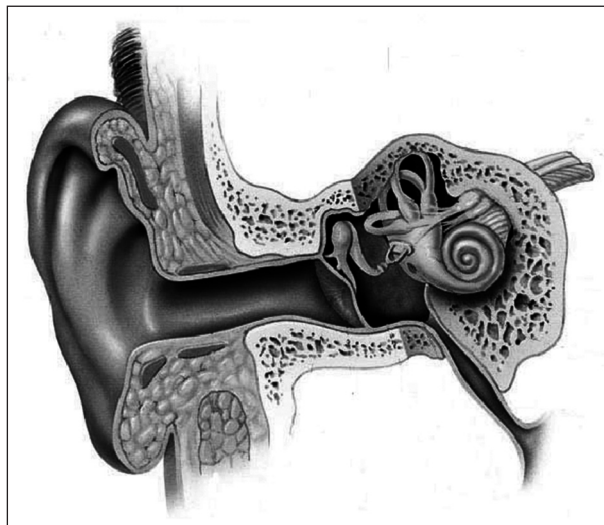
## RECUERDO ANÁTOMO-FISIOLÓGICO DEL SISTEMA AUDITIVO

Las enfermedades que pueden afectar al sistema auditivo y que pueden producir disminución de la audición en mayor o menor grado son múltiples. La percepción y codificación de los sonidos forma parte de lo que conocemos como anátomo-fisiología del sistema auditivo.

Básicamente, los estímulos sonoros son captados por el pabellón auditivo y conducidos a través del conducto auditivo externo hasta la membrana timpánica. El oído medio, constituido por dicha membrana timpánica y una cadena de huesecillos (martillo, yunque y estribo), permite la transmisión o conducción y la amplificación de la onda sonora hasta que llega al oído interno. El órgano de Corti será el encargado de transformar la energía mecánica en energía eléctrica (potenciales de acción), a través de unas células especializadas denominadas células ciliadas (figura 1) (6).



FIGURA 1. Anatomía del oído. Tomado de *Sobotta. Atlas de Anatomía Humana* (6).



Hasta este punto, podemos decir que nos encontramos en la entrada del sistema auditivo, ya que las señales eléctricas generadas en las células ciliadas han de viajar por la vía auditiva hasta los lóbulos temporales de la corteza cerebral. Estas vías y el procesamiento central de la audición son complejos y al mismo tiempo poco conocidos. De todas formas, debemos entender que constituye una parte fundamental, ya que sin codificación central de los estímulos y sus interconexiones con el sistema límbico y otras estructuras centrales no es posible experimentar la percepción auditiva ni las sensaciones que nos evocan determinados sonidos.

La complejidad del sistema auditivo provoca que sean múltiples las patologías que pueden afectarlo. Muchas de estas entidades nosológicas, en manos de los otorrinolaringólogos se pueden resolver hasta el *restitutio ad integrum* sin dejar secuelas. Los frecuentes tapones de cera, las otitis externas o medias o las perforaciones timpánicas son algunas de estas patologías que se suelen tratar médica o quirúrgicamente con éxito.

Debemos destacar una de las aportaciones tecnológicas más importantes en el campo de la otología, como ha sido la introducción del microscopio óptico en la práctica diaria. Ello permitió conocer con más exactitud una anatomía de dimensiones microscópicas y podríamos decir que, actualmente, casi la totalidad de la cirugía otológica se realiza

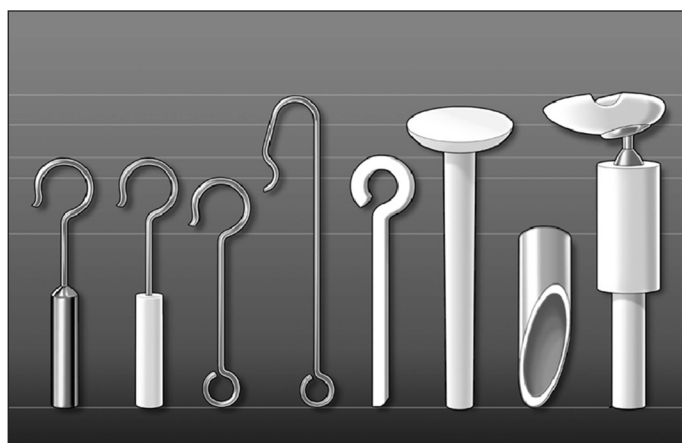


bajo visión microscópica. Sin este gran descubrimiento no podríamos tratar muchas patologías imposibles de abordar con visión no amplificada.

#### ENFERMEDADES DEL OÍDO EXTERNO Y MEDIO

La primera patología concreta que vamos a tratar con relación a déficits auditivos y medios tecnológicos son los problemas de la cadena osicular. La otosclerosis, como paradigma de estas enfermedades, es una enfermedad que provoca una disminución de la audición en edades medias de la vida y que en muchas ocasiones afecta a los dos oídos, lo que se puede solucionar quirúrgicamente con una serie de prótesis diseñadas especialmente para sustituir el estribo afectado. Son muchas las prótesis que la industria nos ofrece para sustituir el estribo o reparar otros defectos del resto de la cadena osicular (figura 2) (7).

FIGURA 2. Diferentes tipos de prótesis empleadas en reconstrucciones de cadena osicular. Tomado de "DVD Otosclerosis" (7).

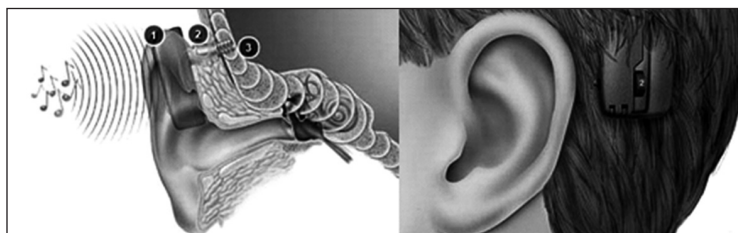


En los niveles del oído externo y medio nos podemos encontrar con otras patologías frecuentes que dificultan una buena recepción y conducción de las ondas sonoras. Por ejemplo, las malformaciones y atresias del pabellón auricular, muchas veces asociadas a estenosis o estrecheces del conducto auditivo externo. Otras enfermedades requieren médicos especialistas para realizar "limpiezas" o "vaciamientos" con extirpación del contenido del oído medio para resolver patologías de esta localización.



Una de las opciones que la ciencia y la tecnología nos ponen al alcance desde hace unas décadas son las denominadas prótesis osteointegradas. Éstas nos permiten eludir un oído externo y/o medio patológico para hacer llegar las ondas sonoras a través de una conducción vía ósea al oído interno sano del paciente (figura 3). Los resultados audiológicos y de satisfacción que nos transmiten los pacientes con este tipo de prótesis son realmente espectaculares.

FIGURA 3. Esquema del funcionamiento de un implante osteointegrado y aspecto del procesador de sonido. Tomado de [www.cochlear.es](http://www.cochlear.es).



#### ENFERMEDADES DEL OÍDO INTERNO

Las patologías que afectan al oído externo y al oído medio, por localización y accesibilidad, son en cierta medida abordables, con una intención curativa médica o quirúrgicamente.

Otra cuestión se plantea cuando los déficits auditivos tienen su causa en el oído interno, en el órgano de Corti. Estas hipoacusias, denominadas de percepción o sensoriales, nos plantean actualmente una problemática muy diferente respecto al grupo de patologías que hemos visto antes. Además, debemos considerar que con la longevidad estos problemas de audición son los más prevalentes en la población general.

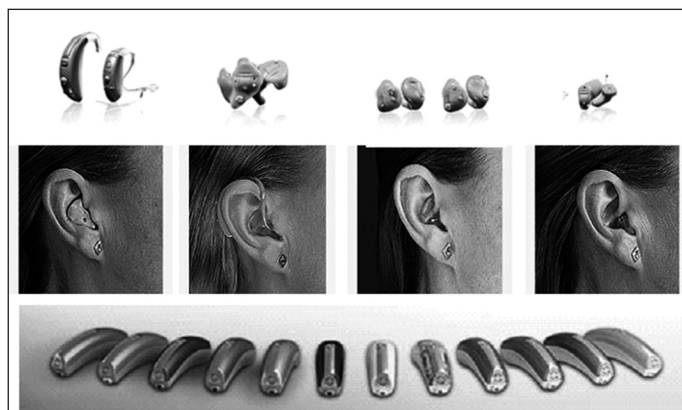
Como sabemos, las células nerviosas del hombre no tienen capacidad de regeneración, y ante una lesión de éstas es difícil esperar una regeneración fisiológica espontánea o inducida completa. El ejemplo más claro de esto son las lesiones medulares, que tan frecuentemente azotan a la población, debido a los accidentes de tráfico (entre otras causas), y ante las que nos mostramos en cierta medida indefensos desde el punto de vista médico.

En el oído sucede exactamente lo mismo. En el momento actual, las células ciliadas no tienen sustituto, y ningún agente o fármaco las puede hacer “resucitar” una vez dejan de ejercer su función. En este punto, la tecnología nos aporta de nuevo una buena solución



basada en la premisa de que “si no somos capaces de curar la sordera, si no podemos mejorar el umbral de audición de los sordos, tendremos que amplificar los sonidos hasta que su intensidad alcance el umbral de audición del paciente”. Introducimos aquí las llamadas audioprótesis convencionales o audífonos, mal conocidos popularmente como “sonotones” (figura 4). El avance en los últimos años ha sido espectacular en este sentido, con una tendencia permanente a minimizar, con el objetivo de evitar el estigma que provoca ser portador de una prótesis auditiva externa visible, sin perder la amplificación y potencia adecuadas de ésta. En los últimos tiempos estamos incluso asistiendo a la aparición de audífonos más atrevidos y modernos, que combinan diferentes colores según el estilo y las tendencias de la temporada y, por qué no, para cada día.

FIGURA 4. Distintos tipos de audífonos de diferentes tamaños y nuevos modelos con distintos colores. Tomado de [www.widex.es](http://www.widex.es).



## LOS IMPLANTES COCLEARES

Como vemos, en las últimas décadas la oferta tecnológica nos está aportando grandes posibilidades en el campo de la otorrinolaringología y en el de la medicina en general.

No obstante, la principal revolución en el mundo de la otología en los últimos años ha sido la aparición de unos dispositivos denominados implantes cocleares, que podríamos considerar el verdadero “trasplante del oído”, en el sentido de que sustituyen su función cuando está gravemente alterada.

Este tipo de dispositivos nos permiten estimular acústicamente a pacientes que, por su grado severo o profundo de hipoacusia, no son capaces de obtener ningún beneficio

con los audífonos convencionales, de los que hemos hablado previamente (8). Esta situación se da en aquellos casos en los que el grado de sordera es tan elevado que no se puede mejorar ni con los más voluminosos y potentes amplificadores.

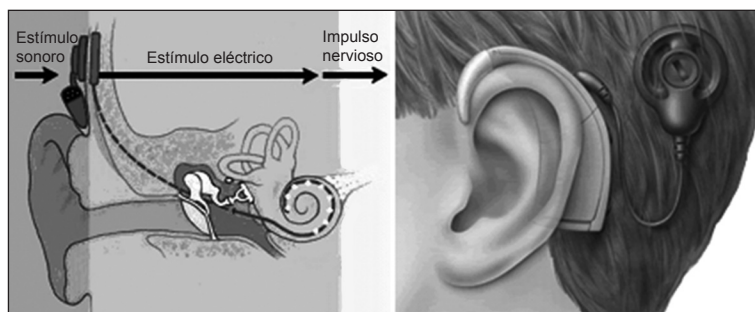
Los implantes cocleares han marcado claramente un antes y un después en el mundo de la otología. En la era previa al uso y la generalización de los implantes cocleares, los niños nacidos con hipoacusias severas o profundas bilaterales o, lo que es lo mismo, los niños que antes del desarrollo del lenguaje no recibían estímulos acústicos adecuados se convertían en sordomudos.

En los párrafos iniciales del texto vimos que la privación de estímulos acústicos provoca una falta en el funcionamiento y desarrollo de la vía auditiva y de la corteza cerebral receptora, lo cual deriva en la incapacidad para desarrollar el lenguaje oral. En otras palabras, el niño que no oye es incapaz de hablar, ya que a su cerebro no llega ningún estímulo que de alguna forma le permita procesar los signos por los que se rige una lengua en concreto.

Gracias al desarrollo de los implantes cocleares ha llegado el momento en que podemos dejar de hablar de personas y familias sordomudas y facilitar y garantizar a nuestros hijos una de las capacidades diferenciadoras de la especie humana: la adquisición y el desarrollo del lenguaje oral como método de comunicación y transmisión de conocimientos.

El implante coclear es un dispositivo que se coloca quirúrgicamente dentro de la cóclea en niños (también en adultos), en casos concretos y según unas indicaciones y unos criterios de selección específicos. Su funcionamiento se basa en la estimulación eléctrica más allá de las células ciliadas que no funcionan para dar la señal al siguiente escalón en la vía auditiva (fundamentalmente, el ganglio espiral de Corti) y permitir el paso de señales acústicas hacia las estructuras cerebrales superiores, *bypasseando* la zona lesionada (figura 5).

FIGURA 5. Esquema del funcionamiento de un implante coclear y aspecto del procesador externo. Tomado de [www.radioenciclopedia.cu](http://www.radioenciclopedia.cu) (imagen izquierda) y <http://platinum-cica.blogspot.com/> (imagen derecha).



Para entenderlo de una forma simplificada y sencilla, podemos establecer el símil con un puente como única vía que permite el paso por encima de un gran río entre dos montañas escarpadas. Si el puente (que serían las células ciliadas) se cae, los vehículos (señales acústicas) no podrán atravesar el río. Debido a ello, con el paso del tiempo, la montaña a la que no llegan los vehículos ni la actividad humana se irá convirtiendo en un hábitat deteriorado, en el que desaparecerán las carreteras, que serán sustituidas por yerbajos, matojos y suciedad.

Esto es exactamente lo que sucede en los niños en los que precozmente no se estimula la vía auditiva. El espacio cerebral dedicado a la audición se verá sustituido por otras neuronas dedicadas a otras funciones (los yerbajos y matojos de los que hablábamos), y pasado un tiempo será difícil, y en ocasiones imposible, rehabilitar esas vías. Así pues, el implante coclear no es más que un nuevo puente que permite que los vehículos (las señales acústicas) lleguen a la otra parte del río y mantengan la carretera limpia y llena de vida. Ésta es la base del funcionamiento que se produce gracias a los implantes cocleares y que permite la llegada de vehículos y la formación de unas autopistas excelentes hasta el cerebro en aquellos pacientes que nunca han estado estimulados. También es un método de rehabilitación auditiva útil en aquellos individuos que en su día tenían una buena audición y por los motivos que fuere la pierden, para volver a permitir la llegada de estímulos.

Con ello, este nuevo viaducto permitirá a nuestros hijos desarrollar el lenguaje oral, darles la posibilidad de gozar de la música, utilizar el teléfono móvil y, en algunos casos, llegar a la universidad. En definitiva, se trata de poder desarrollarse y relacionarse, incluso a veces prácticamente como cualquier persona normoyente.

## EL CONCEPTO DE PLASTICIDAD NEURONAL

Hemos tratado dos puntos muy importantes que hay que tener en cuenta en el desarrollo y la patología del lenguaje, que son la dominancia y la plasticidad neuronal o neuroplasticidad. Para el lenguaje, como para otras funciones, el hemisferio cerebral izquierdo domina en el 95% de los diestros y en el 50% de los zurdos.

El cerebro del niño posee una gran capacidad para que sus neuronas se adapten funcionalmente a determinadas alteraciones estructurales o fisiológicas, sin importar la causa originaria. Esta capacidad de adaptarse a estos cambios se denomina plasticidad neuronal, y tiene importantes aplicaciones en el aprendizaje y en el lenguaje. Es mayor en los primeros años de vida; disminuye progresivamente con la edad (9).

De hecho, se ha observado que cuando se lesionan las áreas del lenguaje, el niño sufre una afasia, pero transitoria, pues reaparece otra vez espontáneamente el lenguaje perdido. Tras el daño cerebral se habilita una nueva zona del hemisferio izquierdo, o incluso se



trasfiere la función desde el hemisferio izquierdo al derecho, con cambio de dominancia, y se crea un área del lenguaje con una recuperación completa de la función.

Recientemente, Hickok y cols. (2001) (10) comprobaron, por medio de la RM funcional, que en los sordos se produce un sensible aumento del metabolismo en el área de Wernicke cuando interpretan el lenguaje de signos mediante la vista. Esto indica que a los sordos que carecen de lenguaje oral y usan los signos para comunicarse les llegan a las áreas del lenguaje aferencias por medio de la vista, gracias a la plasticidad neuronal. Al no desarrollarse la vía auditiva se conforman nuevas vías que desde las áreas visuales alcanzan el área de Wernicke.

Clásicamente, se ha considerado que la fase crítica para el aprendizaje del lenguaje en el hombre va desde el nacimiento hasta los seis años, puesto que durante este período de vida las vías, los núcleos y las áreas implicados en éste se encuentran en pleno desarrollo. Si durante esta fase esencial se padece un déficit auditivo, se producirá concomitantemente un trastorno del lenguaje más o menos importante, según el grado de pérdida auditiva. Actualmente, se ha comprobado que en niños sordos el período crítico es más estrecho. La plasticidad neuronal para el desarrollo del lenguaje comienza a declinar a partir de los tres años. Así pues, la ausencia de un adecuado aporte de estímulos y de experiencias tiene importantes consecuencias funcionales futuras.

En relación con la plasticidad neuronal tenemos la privación auditiva, expresada como el tiempo de duración de la hipoacusia. En la población infantil, cuanto menor sea la edad de implantación mayor será la plasticidad neuronal en ese período de vida. Sólo cuando la implantación y la estimulación auditiva se producen dentro de los seis primeros años de vida, es posible alcanzar un reconocimiento del lenguaje oral en un contexto totalmente abierto. Este período crítico se corresponde con el momento en el que el sistema nervioso central, en sus áreas de representación auditiva, tiene mayor capacidad para variar su patrón de desarrollo, según los estímulos acústicos provenientes del mundo exterior. Dentro de este grupo etario, los mejores resultados se dan en el grupo de implantados más joven (de 0 a 3 años), lo que refuerza el concepto de la capacidad de estos niños para integrarse plena y satisfactoriamente en un entorno oralista. Se corrobora así la existencia de un período crítico auditivo, que básicamente se extiende durante los seis primeros años de vida, con una época de excelente plasticidad durante los tres primeros años (11).

## LOS IMPLANTES DE TRONCO DE ENCÉFALO

Dejando atrás los implantes cocleares y las implicaciones éticas de su uso, la tecnología nos permite tratar patologías más allá de la cóclea, entre el ganglio espiral y los núcleos cocleares situados en el tronco encefálico. Hablamos sobre todo de pacientes que sufren



una enfermedad denominada neurofibromatosis tipo II o las lesiones traumáticas bilaterales del nervio acústico. Por fortuna, son patologías poco frecuentes, pero se pueden beneficiar de los implantes auditivos de tronco cerebral.

Conceptualmente, estas prótesis son similares a los implantes cocleares, a excepción de que el diseño de los electrodos y la técnica quirúrgica para su colocación tienen como objetivo los núcleos cocleares del tronco encefálico (en lugar de la cóclea). Pese a que los resultados son satisfactorios en los pocos pacientes intervenidos en todo el mundo, en el momento actual este dispositivo está muy lejos de conseguir los resultados que se obtienen con los implantes cocleares. Es posible que las innovaciones tecnológicas permitan mejoras en un futuro no demasiado lejano en este aspecto.

Hemos visto y tratado lesiones y enfermedades que desde el pabellón auditivo hasta el nervio coclear son abordables gracias al desarrollo de los avances científicos y tecnológicos con la medicina. Más allá del nervio coclear, es decir, en el tronco cerebral y las vías que ascienden hasta la corteza cerebral, no hay ningún tipo de patología que pueda producir sordera bilateral y que sea compatible con la vida. Por tanto, podemos decir que en el momento actual los avances tecnológicos nos permiten abordar con más o menos éxito todas las estaciones anatómicas que se pueden ver afectadas.

## CONCLUSIONES

Las exigencias y las expectativas de la sociedad actual son cada vez mayores. En el campo que nos aborda, cada vez se tiende más a minimizar los dispositivos, a mejorar sus características (hemos pasado de procesadores analógicos a digitales), a hacerlos incluso “invisibles” o totalmente implantables, y quién sabe si en el futuro serán todavía mejores y para utilizarlos no será necesario pasar por largas y minuciosas cirugías, no exentas de complicaciones. Seguro que así será en un futuro no muy lejano.

Y es que muchas veces la realidad supera la ficción. Sólo tenemos que recordar aquella película de hace unas décadas en la que el protagonista aparecía simulando hablar a través de un teléfono móvil de dimensiones extraordinarias. No hace tantos años de eso. Si Graham Bell pudiera levantar cabeza hoy, quedaría anonadado.

Muchos críticos hablan de si realmente esto es evolución o involución, pues queda patente que todos estos avances pueden llevarnos a la autodestrucción del planeta. Lo que es evidente es que en el campo de la otología (y en la medicina en general) debemos ver estos avances como una ayuda, una circunstancia que abre un abanico de posibilidades para que prácticamente toda persona con cierto grado de hipoacusia sea tratada, especialmente para esos niños que la naturaleza no les permite oír.



Hoy, en la mayoría de los casos, no hay motivo alguno para privar a un individuo de la característica más diferenciadora de nuestra especie, que no es otra que el lenguaje oral, el mejor instrumento de transmisión de conocimientos.

Y si no somos capaces de ofrecer y aceptar determinadas ayudas auditivas tan importantes en el desarrollo individual, ¿qué ocurre con los déficit visuales?, ¿acaso renunciamos al uso de gafas, lentes de contacto o incluso a las intraoculares, colocadas quirúrgicamente?

No deberíamos permitir que un individuo carente de audición carezca de ese sistema de alarma tan importante, que no pueda desarrollar el lenguaje oral, no pueda tener la posibilidad de disfrutar de la música y gozar de las emociones que a través de las aferencias auditivas nos llegan a la mayoría de los humanos.

Debemos saber que los avances tecnológicos nos permiten afrontar la época de la supervivencia de los más fuertes genéticamente, de transmitir descendencia en las generaciones futuras. En cierta medida, “luchamos” contra la teoría de la evolución de las especies, que a finales del siglo XIX anunciaba Darwin en su obra *El origen de las especies*. La selección natural y la explicación lógica que unifican las observaciones de la diversidad de la vida, tan sometida a debates científicos y religiosos, fue definitivamente aceptada tras el redescubrimiento de la herencia mendeliana, ya en un siglo XX bastante avanzado.

Actualmente, debemos aceptar, pero al mismo tiempo superar y vencer, en la medida de lo posible, lo que la naturaleza nos impone. Y ello gracias al beneficio mutuo o a la simbiosis entre tecnología y ciencia.

## BIBLIOGRAFÍA

1. Rossi M, Labela T. Audición y lenguaje. El niño sordo. En Libro virtual de formación ORL. Sociedad Española de Otorrinolaringología y Patología-CérvicoFacial, 2009.
2. Gil-Garcedo LM, Vallejo LA, Gil-Garcedo E. La hipoacusia en el niño. Sordomudez. En: Otorlogía, 2.<sup>a</sup> ed. Gil-Garcedo LM. Panamericana: Madrid, 2004.
3. Perelló J, Tortosa F. Sordera profunda bilateral prelocutiva, 4.<sup>a</sup> ed. Barcelona: Masson, 1992.
4. Camus A. El siglo del miedo. En Moral y Política. Losada: Buenos Aires, 1978.
5. Mitcham C, Mackey R. Filosofía y teconología. Encuentro: Madrid, 2004.
6. Sobotta J, Pabst R, Putz RV. Sobotta Atlas de Anatomía Humana, 22.<sup>a</sup> ed. Madrid: Panamericana, 2006.
7. Dalmau J, García-Ibáñez E, García-Ibáñez L et al. DVD Otosclerosis. En Biblioteca Multimedia Técnicas Quirúrgicas ORL. Adalia: Madrid, 2009.



8. Manrique MJ, Huarte A. *Implantes cocleares*. Masson: Barcelona, 2002.
9. Hernández-Muela S, Mulkas F, Mattos L. Plasticidad Neuronal Funcional. *Rev Neurol* 2004; 38 (Supl. 1):S58-68.
10. Humphries C, Willard K, Buchsbaum B, Hickok G. Role of anterior temporal cortex in auditory sentence comprehension: an fMRI study. *Neuroreport* 2001; 2(8): 1749-52.
11. Manrique M, Cervera-Paz FJ, Huarte A et al. Cerebral auditory plasticity and cochlear implants. *Int J Pediatr Otorhinolaryngol* 1999; 49 (Suppl 1): S193-7.

