

## Historia de las prótesis auditivas

**Juan Carlos Olmo Cordero**  
**Audiólogo<sup>1</sup>**

### Agradecimiento.

Al profesor y audiólogo José Raúl Sánchez Cerdas por la valiosa colaboración en la recopilación de datos históricos de la audiolología en nuestro país.

Al ingeniero Ernesto Acosta por su valioso aporte en la corrección del borrador de este trabajo.

### Introducción

Para algunos jóvenes profesionales en el campo de la audiolología probablemente escuchar sobre prótesis como las audigafas o las de bolsillo o cajita puede sonar a cuento con moraleja incluida. Sin embargo, a mi criterio la única forma de entender el presente es conocer el pasado y en el campo de las prótesis auditivas, el pasado tiene un eco importante en nuestros días.

La historia de los audífonos debe dividirse en 5 eras: la acústica, la del carbón, la de los bulbos, la de los transistores y la era digital.

No se hará una revisión histórica en este artículo del desarrollo de los métodos prescriptivos, que si bien es cierto, va de la mano con el desarrollo de las prótesis, como comúnmente se dice en nuestro país, "eso es harina de otro costal".

Se pretende entonces, hacer un breve repaso sobre los avances tecnológicos de las prótesis auditivas y un análisis del desarrollo y la comercialización de estos equipos en nuestro país

Entre los libros encontramos la primera referencia escrita sobre la utilización de un aparato para la corrección auditiva. El libro fue escrito por el ensayista y filósofo inglés Francis Bacon en el año 1664 titulado *Sylva Sylvarum* y fue editado en Frankfurt am Main por la editorial Schonwetter. En el se describe: "... existe en España un aparato para usar en el oído, capaz de ayudar a aquellos que oyen poco."<sup>2</sup>

Era	Fechas aproximadas
Era Acústica	Desde la mano acopada hasta 1700
Era del Carbón	De 1700 hasta 1940
Era de los Bulbos	Desde 1930 hasta 1950
Era de los Transistores	De 1950 hasta 1980
Era Digital	1990 a nuestros días



## La Era Acústica o Pre-eléctrica

Comienza cuando alguien acopó su mano tras la oreja, esto produce un aumento de 5 a 10 decibelios de ganancia en las frecuencias medias y altas, recolectando sonidos de un área mayor de lo que podría el oído por si mismo. Esto también protege el oído de sonidos que vienen de atrás, lo cual funciona como un efectivo sistema de reducción de ruido, favoreciendo los sonidos que vienen frente a la persona.



Corneta

Una ayuda más efectiva fue desarrollada a partir de 1673, las trompetas y cornetas, que con su forma ancha en la entrada y angosta al final, amplifican el sonido debido a la reducción gradual del área (a menor área, mayor presión sonora). Muchos de estos artilugios fueron disimulados en sillas, sillones y demás.

El tubo de escucha (speaking tube) consistía en una corneta unida a un largo tubo flexible que terminaba en una especie de auricular. Tenía la ventaja de mejorar la relación señal ruido de manera que el usuario escuchaba más claro y más fuerte.



Speaking Tube

## La Era del Carbón.

Un audífono de carbón tiene una composición muy simple. Consistía en un micrófono de carbono, una batería de 3 a 6 voltios y un receptor o parlante magnético, todos conectados en serie.

El micrófono de carbono contiene partículas de carbón. Cuando el sonido alcanza el diafragma, el movimiento del diafragma presiona las partículas de carbón, cambiando la resistencia eléctrica del micrófono. Esto causa una resistencia fluctuante provocando que también la corriente eléctrica fluctúe de la misma manera y cuando esta pasa una bobina dentro del parlante, esto crea un campo magnético variable dentro del mismo. Este campo magnético empuja y hala, haciendo que el diafragma del receptor entre y salga en sincronía con el sonido entrante. El nivel sonoro fuera del receptor es sin embargo, 20 o 30 decibelios mayor que la entrada al micrófono.

En 1876, las investigaciones de Graham Bell, deseando ayudar a su esposa sorda, desembocan en la invención del teléfono.<sup>3</sup>

En 1900, el Dr. Ferdinand ALT de la clínica Politzer de Viena, pone a punto el primer amplificador para sordos (ganancia 10 a 15 dB, banda pasante de 1000 a 1800 Hz).

Con el fin de alcanzar una mayor ganancia, se inventó el amplificador de carbón. Si un micrófono y un receptor pueden aumentar el nivel sonoro, es lógico que un segundo par de estos componentes (pero con solo un diafragma en común) pueda incrementarlo más. La primera prótesis de carbón se llamó Akoulallion y apareció en 1899. El primer modelo que podía llevarse puesto se llamó Akouphone y Acousticon, que aparecieron en 1902. Las prótesis de carbón permanecieron hasta 1940, pero fueron satisfactorias solamente para personas con pérdida auditiva de grado medio a moderado.

Prótesis de carbón



Durante la era del carbón, apareció la idea de amplificar distintas frecuencias con distintas ganancias. Esto se logró seleccionando combinaciones distintas de micrófonos, receptores y amplificadores. Aparecieron acopladores inicialmente de 0,5 cc de volumen para realizar mediciones de micrófono de condensador de alta fidelidad.

## La Era de Bulbos

El amplificador electrónico de bulbos fue inventado en 1907 y aplicado a los audífonos en 1920. Los bulbos permitieron el uso de un micrófono de menor voltaje en la señal de salida.

Combinando varios bulbos, pueden hacerse amplificadores muy potentes (70 dB de ganancia y 130 dB SPL de salida). Esto incrementó el rango de pérdidas auditivas que podrían ser corregidas. También hubo mejoría en el manejo de la respuesta frecuencial y la distorsión.



Prótesis de Bulbos

El mayor problema con los bulbos era su gran tamaño, el cual fue reduciéndose paulatinamente, sin embargo, también estos aparatos requería de 2 baterías para hacerlos funcionar. Una batería de bajo voltaje era necesaria para calentar los filamentos de los tubos y una de alto voltaje para darle poder a los circuitos del amplificador.

Los audífonos de bulbos se hicieron prácticos durante la década de 1930 a 1940, pero no fue sino a 1944 cuando la batería, el micrófono y el amplificador fueron lo suficientemente pequeños para construir un audífono en una sola pieza, el cual podría llevarse en el cuerpo unido al oído mediante un cable.

La ventilación del molde, los micrófonos magnéticos y la amplificación con compresión se desarrollaron también durante la era de los bulbos.

La compresión sorprendentemente fue olvidada por décadas y no fue hasta 1980 donde se convirtió en la forma dominante de amplificación avanzada de los audífonos.

## La Era del Transistor.

El transistor se hizo disponible comercialmente en 1952. El bajo consumo de corriente, el menor tamaño de los transistores en relación con los bulbos permitió que el audífono transistorizado sustituyera al del bulbos en tan solo dos años, a su vez pudo ser colocado en la cabeza, concretamente detrás de la oreja o integrados en las gafas.



La ubicación cefálica trajo ventajas como la eliminación del ruido producido por el roce del micrófono con la ropa, el cuerpo ya no tuvo más efectos adversos en el balance de los sonidos provenientes de distintas fuentes y finalmente el audífono realmente binaural fue posible.



Durante las siguientes décadas el retroauricular se mantuvo en primer lugar de las adaptaciones. Hasta 1980 en Estados Unidos e incluso 1990 en Europa.

Con los siguientes decrementos en el tamaño de los componentes empezaron a aparecer los aparatos Intra Auriculares.

En 1964 el circuito integrado se aplicó en los audífonos. Esto significó que múltiples transistores y resistencias podían combinarse en un componente único que tenía un tamaño similar a cualquier transistor que reemplazaba.



El micrófono piezoeléctrico (tiene una estructura de cristal que genera un voltaje al ejercerse presión sobre él), fue combinado con un tipo de transistor conocido como transistor de efecto de campo (FET), unos años después emergían los micrófonos direccionales utilizando la misma tecnología.

En 1971, la tecnología del micrófono fue mejorada con la aparición del micrófono Electreto-FET, este produjo respuestas frecuenciales más amplias en un menor tamaño.

En 1980, los audífonos se hicieron lo suficientemente pequeños para ser colocados dentro del canal auditivo.

En 1990, aparece el CIC o audífono invisible con algunas ventajas acústicas, entre ellas la disminución de ruido producido por el viento (wind noise).

## Algunos avances de la era de los transistores fueron

- ) Baterías de Aire Zinc. Disminuyó a la mitad el tamaño de la pila por la misma capacidad eléctrica.
- ) Mejoramiento del filtrado. Respuesta frecuencial más flexible y procesamiento del sonido multicanal.
- ) Potenciómetros miniaturizados
- ) Amplificador clase D. Menor consumo de pila, menor distorsión.
- ) Mejor comprensión de la acústica de los moldes y conchas.
- ) Disminución de los problemas de oclusión y retroalimentación.
- ) Utilización de dos micrófonos. (Direccionalidad).

## Los Audífonos Híbridos<sup>4</sup>

Utilizan una combinación de tecnología Analógica y digital. La primera patente para tecnología híbrida fue dada en 1977 y el primer chip digital integrado en un audífono analógico apareció en 1986.

La aplicación de controles y memoria digital, sustituyó el uso de potenciómetros y aumentó las posibilidades del clínico para realizar ajustes finos.



Audífono Digitalmente programable con control remoto (híbrido).



DeForest Universal Audiophone, 1928



Acousticon Model 56, 1928

## La Era Digital (1984-88, 1996-Presente)

Los audífonos digitales utilizan un chip de procesamiento digital de la señal (DSP) que estuvo disponible en 1982. Un prototipo experimental de audífono de bolsillo digital fue desarrollado poco tiempo después.



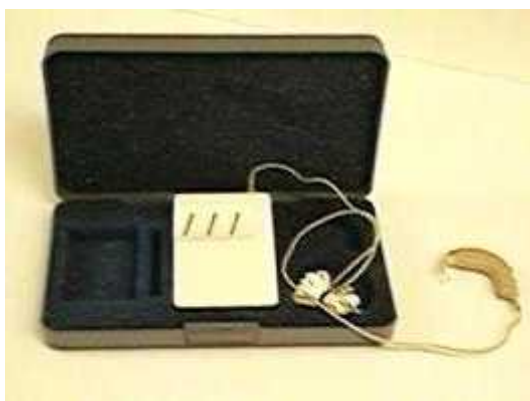
Circuito modular, incluye chip.

La verdadera revolución vino cuando la forma de la onda sonora en si misma fue convertida en series numéricas y manipulada utilizando circuitos digitales

La investigación del procesamiento digital comenzó en 1960 en los laboratorios Bell<sup>5</sup>. Debido a la lentitud de los computadores de entonces, sin embargo, no se podía realizar los cálculos necesarios lo suficientemente rápido. Fue hasta 1970 cuando los ordenadores fueron suficientemente rápidos para sincronizar la salida (con un pequeño retraso) y la entrada.

En 1980, el consumo de pila y el tamaño disminuyeron lo necesario para hacer la prótesis portátil.

El proyecto Phoenix se estableció en 1984 y se comercializó la primera prótesis con tecnología DSP (Nicolet "phoenix" en 1987. Desafortunadamente, era de gran tamaño (combinaba un dispositivo similar a la prótesis de bolsillo y otro parecido al retroauricular). Este aparato era además de un alto valor económico por lo que no tuvo mucho éxito.



**Nicolet "Phoenix"**

Poco después en abril de 1996, aparecieron los primeros audífonos completamente digitales con una capacidad de realizar 40 millones de cálculos por Segundo. La actual era digital promete la máxima flexibilidad para llenar las expectativas particulares de la población con deficiencia auditiva.

Aportes de la Era Digital:

- ) Incremento en la flexibilidad, forma de respuesta frecuencial y el control de las características de la compresión.
- ) Manejo automático de la ganancia y la respuesta de frecuencia, dependiendo de cuánta señal y ruidos que estime el audífono están presentes en cada región frecuencial.

- ) Manejo inteligente de las variaciones en la ganancia para los sonidos provenientes de distintas direcciones, por lo tanto, reducción del ruido interferente.
- ) Incremento en la ganancia sin la presencia de retroalimentación.
- ) Reducción del tamaño y el consumo de pila en relación con el audífono analógico.

## **La Historia de las prótesis auditivas en Costa Rica.<sup>6</sup>**

En nuestro país, antes del año 1955, las personas que necesitaban una prótesis auditiva, debían adquirirla en el exterior. Tal fue el caso del Señor Johny Aguilar, quien era portador de una hipoacusia neurosensorial bilateral de grado severo y que viajó a los Estados Unidos para adquirir sus audífonos.

En una visita al país del español Manuel Saavedra, propietario de la empresa American Overseas Trading Corporation, distribuidora de audífonos en Estados Unidos, encontró por casualidad al Señor Aguilar y ambos convinieron en iniciar un negocio de comercialización de prótesis auditivas en el Almacén La Familia, que era propiedad del señor Aguilar. Entre 1955 y 1960, el Almacén La Familia, con la marca Maico y la Óptica Rivera con la marca Zenith, fueron las únicas empresas distribuidoras de audífonos en Costa Rica.

Hubo incursiones ocasionales de médicos ORL y de empresas extranjeras que atendían en algunos hoteles del país, anunciándose en la prensa escrita con premura. Incluso algunas se establecieron temporalmente, por ejemplo, se tienen noticias de un canadiense que vendió prótesis auditivas por más de dos años en un local cercano a donde hoy es INTACO.

Cuando el Sr. Johny Aguilar vendió el almacén La Familia, conservó la distribución de audífonos y ubicó su negocio 50 metros al norte de la catedral (en donde se dedicó a los bienes raíces y a la venta de audífonos).

Este panorama se mantuvo hasta 1970, cuando la Botica San José inició la venta de audífonos y de equipo audiológico, especialmente audiómetros. Además, se tiene conocimiento de que la señora Eva Rojas, madre del médico ORL Mario Chartier, se dedicó a la comercialización de audífonos en esta década también. También se tiene noticia de que algunos otorrinolaringólogos incursionaron en la comercialización de las prótesis auditivas como el Dr. Eduardo Lizano Aguilar con la marca Beltone y más adelante el Dr. Jacobo Guzowski.

En 1969, la primera institución pública que comenzó a otorgar prótesis auditivas fue el Hospital Nacional de Niños, que en esa época pertenecía a la Junta de Protección Social de San José, que compró un lote de audífonos para un grupo de niños no asegurados y de escasos recursos, a través de una partida específica de la Asamblea Legislativa.



Para 1975, la Caja Costarricense de Seguro Social inició las compras por licitación pública para dotar de audífonos a los pacientes asegurados a un precio económico. El paciente debía ser sometido a un estudio socioeconómico previo. Esta modalidad se mantuvo hasta 1990, cuando la CCSS publicó el nuevo Reglamento de Prótesis y Accesorios que actualmente se conoce como Instructivo de Prótesis y Accesorios, mediante el cual la CCSS determina un monto de ayuda que se revisa periódicamente. Este Instructivo rige en la actualidad.

En 1970, el Audiólogo José Raúl Sánchez incursionó en el mercado con la distribución de prótesis, pero en 1973, debió cerrar el negocio con el fin de realizar estudios de Postgrado en Inglaterra. A su regreso en 1975, reabrió el consultorio en la Clínica Pediátrica, en el costado oeste del Hospital de Niños (que es la oficina más estable que existe en activo en Costa Rica). Luego de esta manera, nacería lo que hoy es la empresa Laboratorios J. R. Sánchez S.A.

En las décadas de los 80 y 90, abrieron sus puertas otras empresas, como fueron Clínica Dinamarca, Siemens Hearing Instruments de Costa Rica y Cualitek S.A. que se mantienen activas y otras como Electroacústica del Señor Henry Gómez, La Casa del Audífono del norteamericano Merrit Conway, Audioprot del Doctor Cordero Yanarella, Electromédica del señor Genaro Segura y Laboratorio Audiométrico Internacional del Audiólogo Alfredo Zeledón, que desaparecieron. Por esta época también, aunque con poca trascendencia, se inauguró un proyecto de una entidad de beneficencia Norteamericana conocida como Partners of the Americas (compañeros de las Américas), la cual donó algunos aparatos a niños de escasos recursos. Entre las últimas empresas en abrir el servicio de prótesis auditivas se encuentran ASEMBIS y OIRÁ.

Finalmente, la era de los Implantes Cocleares inició en nuestro país, cuando en el Hospital México, el día 15 de setiembre del año 2002, la niña María José Calderón, recibió un implante coclear marca Clarion, distribuida por la empresa Laboratorios J.R. Sánchez S.A.

### **Algunos datos para reflexionar son:**

La iniciativa privada prevaleció sobre la pública en materia de prótesis auditivas.

La venta y distribución de audífonos estuvo en manos de vendedores y personas ajenas al campo de la audiología, pero actualmente esto ha venido cambiando, según el público ha exigido mayor profesionalismo.

Los médicos Otorrinolaringólogos no han tenido una participación preponderante en la venta, distribución e incluso adaptación de las prótesis auditivas.

Las primeras personas que recibieron audífonos donados por una institución pública en nuestro país, fueron niños de escasos recursos.

La pasividad de los audiólogos ha permitido que personas ajenas a la disciplina (empirismo) asuman funciones tan importantes como la adaptación protésica.

No existe una legislación en materia de adaptación de prótesis auditivas.

## **GLOSARIO<sup>7</sup>**

**Analógico:** Característica de los circuitos que emplean señales eléctricas variables (voltajes y corrientes con las mismas características que las fuentes que las crearon)

**Bobina:** Cilindro de hilo conductor devanado con diversas aplicaciones en electricidad.

**Bulbo:** Conjunto de placas dispuestas dentro de un tubo al vacío que pueden amplificar una señal eléctrica.

**Chip:** Pequeña sección de material semiconductor, generalmente silicio, que forma el sustrato sobre el que se fabrican uno o varios circuitos integrados. Es capaz de memorizar datos o gestionar información.

**Circuito Impreso:** Placa aislante de material plástico recubierta parcialmente de una capa de estaño en aleación. Esta capa dibuja sobre la placa un contorno que corresponde a las conexiones entre los componentes del circuito.

**Circuito Integrado** Circuito Integrado: Salidos de la investigación espacial y gracias a proezas tecnológicas, el circuito integrado agrupa él solo un número considerable de componentes electrónicos.

**Circuito lógico:** Dispositivo electrónico cuyo funcionamiento materializa relaciones lógicas.

**Circuito Magnético:** Región del espacio capaz de contener un flujo magnético de inducción.

**Circuito:** Conjunto de elementos eléctricos o electrónicos conectados entre sí.

**Condensador:** Dispositivo utilizado para almacenar una carga eléctrica y a partir de esto se opone a los cambios de voltaje y puede por lo tanto filtrar señales eléctricas.

**Conductividad:** Propiedad de un cuerpo de facilitar la propagación del calor, la electricidad, etc. A través de su propia masa.

**Diafragma:** parte del receptor

**Digital:** Característica de los circuitos que emplean señales eléctricas binarias (ceros y unos) para realizar una función determinada.

**Micrófono Piezoeléctrico:** micrófono constituido de un material (cuarzo por ejemplo), que responde a las deformaciones mecánicas producidas por el sonido.

**Transistor de efecto de cambio:** Dispositivo utilizado como preamplificador en circuitos de audio.

**Transistor:** Dispositivo constituido por tres capas de semiconductores.

# REFERENCIAS

- 
- <sup>1</sup> Audiólogo y Audioprotesista. UCR, UACA, Gerente Audiológico de Laboratorios J.R. Sánchez S.A. 2004.
  - <sup>2</sup> [www.auditio.com](http://www.auditio.com), Noticias de auditio. Lunes 5 de agosto del 2002.
  - <sup>3</sup> Técnica y Reparación de los Aparatos de Corrección Auditiva. León Dodelé. Edición mayo 1989. Bruselas. Bélgica.
  - <sup>4</sup> [www.dept.kent.edu/hearingaidmuseum/development.html](http://www.dept.kent.edu/hearingaidmuseum/development.html)
  - <sup>5</sup> Hearing Aids. Dillon, Harvey. Thieme, New Cork, EEUU, 2001.
  - <sup>6</sup> Entrevista al Audiólogo José Raúl Sánchez Cerdas, Audioprotesista, Laboratorios J.R. Sánchez S.A., 8 de enero del 2004.
  - <sup>7</sup> Material suministrado por el Ingeniero Ernesto Acosta, Laboratorio de Electrónica, Laboratorios J. R. Sánchez S.A. 2004