

SISTEMAS DE FRECUENCIA MODULADA EN EL AULA

GUÍA PARA EDUCADORES



JUAN CARLOS CALVO PRIETO
MARIANA MAGGIO DE MAGGI
FRANZ ZENKER CASTRO

PHONAK
programa infantil

Programa
infantil
Phonak

Durante estos últimos años hemos asistido a numerosos avances en las tecnologías de la comunicación inimaginables para el público en general, como el tratamiento digital de sonido e imagen, comunicación inalámbrica, miniaturización, etc.

Hoy en día el uso cotidiano de esta tecnología se vive como una necesidad. Sin embargo, a pesar de la disponibilidad de estos avances tecnológicos aplicados en los dispositivos de ayuda auditiva para niños sordos e hipoacúsicos, el uso de los mismos sigue siendo limitado. Esta restricción se debe en gran medida al desconocimiento por parte de la comunidad profesional acerca de los beneficios que pueden aportar estos sistemas, como así también a los prejuicios creados por las dificultades en la utilización en el pasado, ampliamente superados en nuestros días.

Durante mucho tiempo se ha prestado atención a la inclusión de los niños sordos en el aula ordinaria considerando variables tales como el tipo de equipamiento del niño, la cantidad de alumnos, la realización de adaptaciones curriculares y la ubicación preferencial, pero no se ha tenido en cuenta en la misma medida la calidad del estímulo auditivo relacionada con las características acústicas del ambiente.

Este manual pretende hacer una revisión de las necesidades acústicas de los niños con pérdidas auditivas, de las características de los sistemas de FM actuales y las ventajas de su utilización en el ámbito escolar.

**SISTEMAS DE
FRECUENCIA MODULADA
EN EL AULA**
GUÍA PARA EDUCADORES

JUAN CARLOS CALVO PRIETO
MARIANA MAGGIO DE MAGGI
FRANZ ZENKER CASTRO

PHONAK

life is on

Programa
infantil
Phonak

SEGUNDA EDICIÓN

Noviembre 2009

IDEA ORIGINAL

Programa Infantil Phonak

© POR LA EDICIÓN, Programa Infantil Phonak

© POR EL TEXTO, Juan Carlos Calvo Prieto, Mariana Maggio De Maggi y Franz Zenker Castro, autores, redactores y compiladores.

PROCEDENCIA DE LAS ILUSTRACIONES

Archivo Phonak, Programa Infantil Phonak

DISEÑO Y COMPOSICIÓN ELECTRÓNICA

Quátrico Códice, S.L.

www.qccreativos.com

EDICIÓN AL CUIDADO DE:

Carolina Salamanca Prado

IMPRESO POR

Graphic-print S.L.

Pol. Ind. L'Alberca

C/ Benimantell, 13-27

03530 La Nucía - Alicante

SISTEMAS DE FRECUENCIA MODULADA EN EL AULA

GUÍA PARA EDUCADORES

¿Por qué este manual?

Este manual pretende hacer una revisión de las necesidades acústicas de los niños con pérdidas auditivas, de las características de los sistemas de FM actuales y de las ventajas de su utilización en el ámbito escolar.

¿Por qué es importante la audición en el ámbito escolar?

Las aulas de educación ordinaria son esencialmente ambientes auditivo-verbales. En el 45% del horario escolar, los niños están involucrados en actividades en las que predomina la expresión oral de los profesores y compañeros. La información se recibe mayoritariamente de forma auditiva. La audición es esencial para el aprendizaje en el ámbito educativo.

¿Cuál es la relación de la percepción auditiva con el aprendizaje?

El aprendizaje escolar se basa en gran medida en la percepción auditiva. Para los niños en período de adquisición del lenguaje, una audición óptima resulta crítica. Los niños necesitan unas condiciones de audibilidad mejores que las del adulto para conseguir un mismo nivel de comprensión verbal. Los niños con deficiencias auditivas poseen una mayor incapacidad debido al defecto auditivo que padecen.

¿Por qué es importante la calidad del estímulo auditivo?

Oír bien va a depender de la calidad del sonido que escuchamos. La comprensión del mensaje hablado no puede darse si las competencias auditivas que están en la base de la audición están comprometidas. Por ejemplo, si un niño tiene dificultades en la discriminación auditiva y

se expone en un aula acústicamente poco favorable la comprensión completa del mensaje no va a ser posible.

• Por qué un aula escolar puede ser acústicamente inapropiada?

Es una realidad que las aulas escolares son ambientes acústicamente pobres. Los factores principales que afectan la acústica del aula son:

- **Problemas de diseño:** Forma generalmente cuadrada o rectangular. Materiales altamente reflectantes como paredes lisas, vidrios, pisos de granito o cerámica, muebles laminados, etc. Dimensión del aula no apropiada.
- **Problemas estructurales:** Ruido invasivo proveniente de aulas adyacentes y otros ambientes como patios o pasillos. Ruido proveniente del exterior como el ruido del tráfico, industrias o transeúntes. Ruido interno generado por los propios alumnos como el movimiento de sillas, útiles escolares o murmullo.

• Cuáles son las consecuencias de un ambiente acústico inapropiado?

La principal consecuencia es un deterioro en la inteligibilidad del mensaje oral que va a afectar a la comunicación interpersonal y a la asimilación de contenidos. Esto lleva a un bajo rendimiento académico y a un déficit de atención de los alumnos en general, y de los niños con deficiencias auditivas en particular. Desde el punto de vista del docente se va a producir una fatiga vocal, ya que para superar el ruido de fondo deberá levantar la voz, causando problemas de disfonías y trastornos asociados con el estrés laboral como jaquecas y depresión.

• Qué es la inteligibilidad?

La inteligibilidad se define como el porcentaje de palabras correctamente interpretadas por el oyente y que idealmente debe ser superior al 80%. En el aula

escolar, la inteligibilidad debería ser del 90%. La inteligibilidad depende del Tiempo de Reverberación y del Nivel de Ruido de Fondo.

¿Qué es el Tiempo de Reverberación?

En todos los espacios cerrados, el sonido es una combinación del sonido directo producido por el emisor y del sonido reverberante fruto del rebote del sonido con paredes u otros obstáculos. Este efecto se mide a través del Tiempo de Reverberación (TR). Si el TR es muy prolongado se producen cacofonías que disminuyen la inteligibilidad. El TR depende del tamaño de la habitación, de los materiales de construcción y del mobiliario que reflejan u absorben el sonido. Todos los ambientes tienen reverberación lo que sucede es que hay un tiempo óptimo para los distintos ambientes. A mayor reverberación menor inteligibilidad.



¿Qué es el Nivel de Ruido de Fondo?

El Nivel de Ruido de Fondo (NRF) es cualquier ruido o sonido no deseado, proveniente del interior del aula o del exterior, que interfiera con el mensaje principal. En el caso ideal de contar con un buen aislamiento, la mayor fuente de ruido constante en el aula son los mismos niños.

¿Cuál es la normativa vigente con respecto al TR y al NRF?

Según normativas nacionales e internacionales, las aulas deberían poseer un TR del orden de los 0,6 segundos como máximo y el NRF no debería superar los 35 dB A. La mayoría de los edificios escolares no cumplen con esos requisitos. Investigaciones realizadas en el ámbito del territorio español (1) demuestran que el 60% de las aulas excede los niveles máximos recomendados en NRF mientras que el 100% supera el valor propuesto como TR óptimo.

	NRF	TR
Deseable	35 dB A	0,4 - 0,8 seg.
Real	42 dB A	1,4 seg.

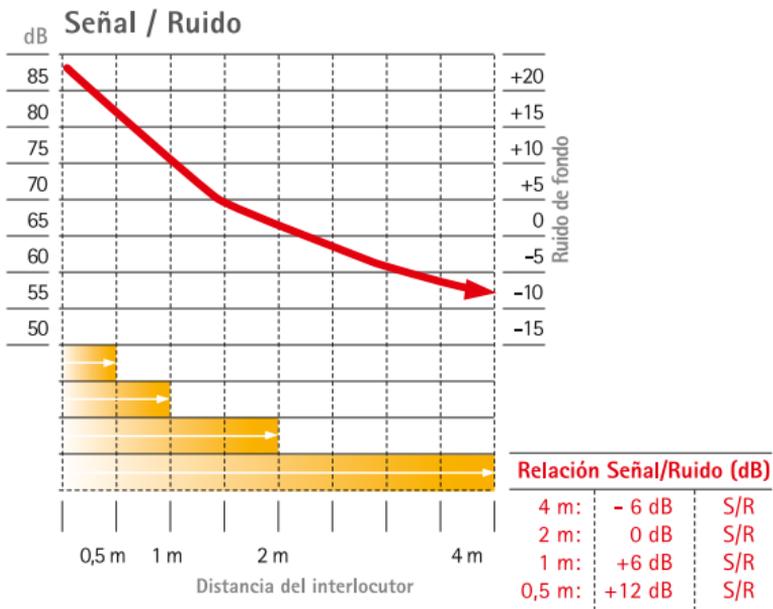
Tabla 1: Situación acústica del aula común (1)

¿Qué es la Relación Señal/Ruido?

La Relación Señal/Ruido (S/R) es la que existe entre la señal del interlocutor y el ruido de fondo existente. Para que el habla sea inteligible, los niños con audición normal necesitan de una Relación Señal/Ruido de al menos +6 dB. Los niños con pérdidas auditivas necesitan una Relación S/R de al menos +20 dB.

¿Cuál es la situación típica del aula escolar?

La intensidad típica de la voz del profesor es de 70 dB SPL mientras que el promedio de ruido en el aula es de 55 dB SPL de manera que cuando el profesor se encuentra a 50 cm. del niño la Relación Señal/Ruido es de +15 dB. A medida que se duplica la distancia, la intensidad de la señal disminuye en 6 dB, por lo que cuando el profesor se encuentra a 2 m. la Relación Señal/Ruido es prácticamente de 0 dB. Cuando se aleja aún más, la intensidad del ruido de fondo acaba superando a la señal del habla.



¿Cómo afecta la Relación S/R en la inteligibilidad de la palabra?

Estudios realizados en personas con audición normal (2) revelan que, un cambio de apenas 1 dB en la Relación Señal/Ruido equivale a un cambio del 10% en el porcentaje de discriminación del habla.

¿Cómo influyen las características acústicas del habla?

A todos los factores acústicos ambientales mencionados, debe sumarse el hecho de que no todos los sonidos del habla tienen la misma intensidad. Los sonidos vocálicos, por ser más intensos, son los que aportan la audibilidad del mensaje, pero son las consonantes las que otorgan inteligibilidad al habla. Precisamente, al tener las consonantes una composición en frecuencias más aguda y de menor intensidad su percepción y discriminación, se ven afectadas en mayor medida, con su consecuente repercusión en la comprensión del mensaje oral.

En estas condiciones, si bien puede ocurrir que la energía sonora emitida por el educador llegue a los distintos puntos de la sala, el mensaje será de difícil comprensión por parte del receptor. Es decir, el lenguaje oral será audible pero no inteligible. El niño oír la voz del profesor pero no comprenderá sin la ayuda del contexto, por ejemplo, si el profesor ha dicho casa o taza. En los niños que están aprendiendo el lenguaje este aspecto es fundamental debido a que no tienen la suficiente experiencia para hacer el cierre auditivo de lo que no han detectado o de lo que han percibido en forma distorsionada.

La detección de los detalles acústicos precede a las habilidades de procesamiento auditivo de nivel más alto. Por eso, cuanto mejor detecta el niño las distinciones entre los sonidos y las palabras, más oportunidades tendrá el cerebro del niño de desarrollar y expandir las habilidades de lenguaje y lectoescritura. Debido a que el cerebro requiere una señal de habla completa y clara para desarrollar estas habilidades, es necesario mejorar la Relación Señal/Ruido en las situaciones de aprendizaje.



¿Qué es la Distancia Auditiva Crítica?

La Distancia Auditiva Crítica es aquella en la cual los sonidos del habla son audibles, pero también inteligibles. Las pérdidas auditivas reducen la distancia en la cual los sonidos son inteligibles. Además, esta distancia auditiva varía de acuerdo a las cualidades acústicas del ambiente. El niño puede detectar e identificar todos

los sonidos del habla cuando el ambiente es silencioso y el emisor se encuentra a menos de 1 m. de distancia, pero puede confundir algunos sonidos cuando el interlocutor se aleja o cuando hay ruido de fondo o directamente puede no llegar a percibirlos. La reducción de la Distancia Auditiva Crítica tiene consecuencias negativas en el rendimiento escolar y en la vida diaria debido a que la distancia auditiva es necesaria para el aprendizaje pasivo a través de la escucha casual. Por eso, es importante conocer cuál es la distancia auditiva crítica del niño para cada ambiente en donde se desenvuelve y modificar las situaciones en las que no tiene acceso a una señal auditiva óptima.

¿Cuáles son las necesidades acústicas de los niños con deficiencias auditivas?



Las condiciones acústicas del ambiente de aprendizaje son una variable fundamental en el logro psicoeducativo de los niños con pérdidas auditivas.

La adecuada respuesta a las necesidades educativas especiales de los alumnos con deficiencia auditiva no termina con el equipamiento audioprotésico ya sea el audífono y/o el implante coclear, sino que debe contemplar la mejora de las condiciones acústicas para facilitar la recepción del mensaje oral. Los sistemas de FM deben considerarse un eslabón más en el proceso de optimización protésica.

¿Por qué los audífonos y/o implantes cocleares no son suficientes?

A pesar de los continuos avances en las estrategias de procesamiento de la señal y la tecnología multimicrófonos, los audífonos y los implantes cocleares (IC) no cubren por sí solos todas las necesidades auditivas del niño. Su mayor limitación se encuentra en la imposibilidad de enviar una señal clara y nítida del habla cuando existe ruido de fondo o cuando el usuario no está cerca del emisor. Cuando el ruido de fondo supera

los 60 dB, el beneficio de las prótesis es nulo. Las prótesis auditivas, ya sean audífonos o Implantes Cocleares, amplifican tanto la señal como el ruido de fondo. Cuando el profesor o compañero que emite el mensaje está a más de 2 m. la Relación Señal/Ruido es de 0 dB.

¿Qué son los sistemas de FM?

En general, los sistemas de FM consisten en un sistema de comunicación simple: un transmisor, un micrófono y un receptor. El micrófono se utiliza cerca de la fuente sonora y transmite la señal al receptor que emite dicha señal de forma amplificada. Cuando el receptor se acopla al oído del usuario, y esto puede realizarse de diferentes formas, se denomina sistema de FM Personal. Los sistemas de FM Personales proporcionan una comunicación directa entre la persona que habla y el usuario.

¿Cuáles son los componentes de un sistema de FM?

El sistema de FM cuenta con un transmisor que recoge a través del micrófono el sonido que el niño necesita oír, lo convierte en una señal de radio y lo envía al receptor. Los transmisores utilizan la misma tecnología que las radios domésticas y proporcionan una señal sonora de alta calidad. La mayoría están diseñados para que la persona que habla los lleve cómodamente, por ejemplo en un bolsillo o sujetos al cinturón. Otros pueden sujetarse en la mano o colocarse en la mesa apuntando al orador.

Emisora de FM



1 El Receptor de FM



Receptores de FM

El receptor capta la onda de radio enviada por el transmisor y la convierte en un sonido audible. El niño es quien utiliza el receptor. Actualmente los receptores se adosan a la parte inferior del audífono o al procesador del implante coclear.

2 El Micrófono



Micrófono de corbata

El micrófono es el que recoge la voz del orador o el sonido primario que se quiere transmitir y se comunica directamente con el transmisor.

El micrófono de corbata es, generalmente, el más cómodo para los profesores. Se sujeta en la ropa y debe estar de 10 a 15 cm. de la boca.

En algunos de estos micrófonos existen opciones en las que, según se seleccione, puede captar los sonidos de todas las direcciones (omnidireccional) o dar preferencia a los sonidos de una dirección (direccional). Generalmente, la mejor opción en el entorno del aula es la omnidireccional.

3 La Antena

Todos los receptores y emisores necesitan una antena para recibir y enviar la señal. A veces la antena está incorporada en el equipo. Cuando no es así es importante no cortar ni acortar la antena para no afectar el rendimiento del sistema.

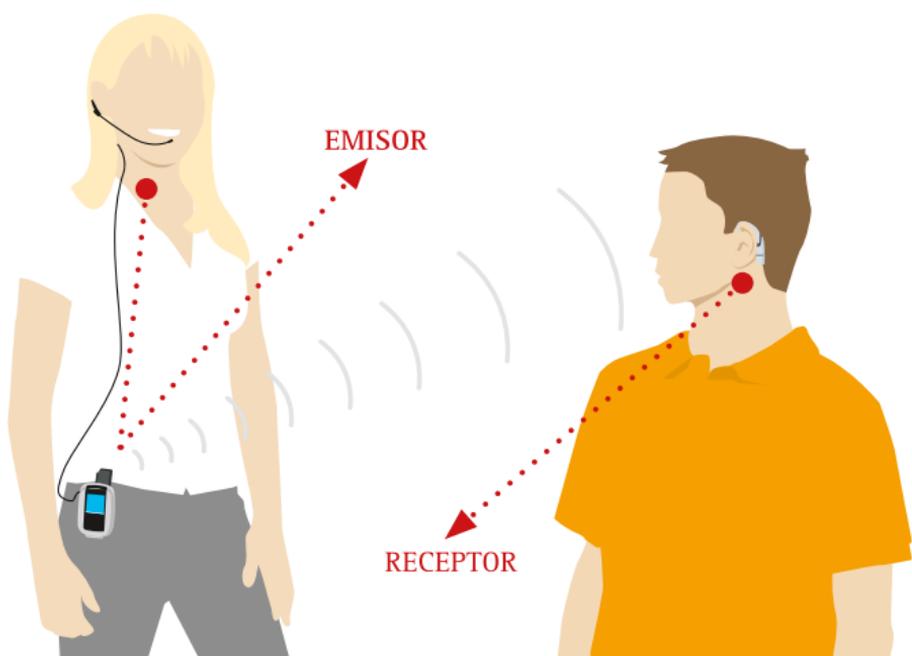


Las más eficaces son las que están incluidas en el propio sistema. Son de uso imprescindible para no acortar la longitud de la señal.

4 Las Baterías

Todos los sistemas de FM necesitan baterías para el receptor y para el emisor. En los audífonos, la misma pila alimenta al receptor de FM, esto implica que cuando está conectado el receptor de FM la pila del audífono se consume más rápido. El transmisor utiliza otro tipo de batería que debe recargarse cada cierto tiempo de uso a través de un cargador similar al que se utiliza con los teléfonos móviles.





¿Cómo funcionan los sistemas de FM?

El micrófono acoplado al transmisor recoge la señal y la envía de forma inalámbrica al receptor. En el receptor, la señal es convertida nuevamente en una señal de audio y puede llegar al usuario a través del auricular, del audífono o del procesador del implante coclear.

¿Son dañinas las ondas de FM?

Definitivamente no. Para poder ser aplicada con el uso de audífonos e implantes cocleares, la conexión de FM tiene que trabajar con muy poca potencia, apenas 1 mW, lo que limita la radiación electromagnética a valores casi inestimables, 1.000 veces menos que el pico de radiación de un teléfono móvil, muy por debajo de los valores de seguridad.

¿Cuál es la legislación vigente acerca de la banda de frecuencias de transmisión de los sistemas de FM?

En España la orden CTE 230/2002 asigna una banda específica de frecuencias para la utilización de los sistemas de FM. Cada fabricante asigna un número de canal a dichas frecuencias. A continuación se detallan los canales asignados por PHONAK:

Frecuencia	Canal	Frecuencia	Canal	Frecuencia	Canal
174,050 MHz	91	174,300 MHz	48	175,500 MHz	25
174,100 MHz	47	174,350 MHz	95		
174,150 MHz	92	174,400 MHz	96		
174,200 MHz	93	174,450 MHz	97		
174,250 MHz	94	174,500 MHz	98		

¿Cómo se cambian las frecuencias del sistema de FM?

El transmisor y el receptor del sistema de FM deben estar en la misma frecuencia. Algunos sistemas requieren que este cambio se realice de forma manual seleccionando la frecuencia elegida. En otros casos, la sintonización entre emisor y receptor se realiza de forma automática.



En el caso de que el receptor reciba interferencias de otros sistemas, el cambio de frecuencia de transmisión puede ser la solución al problema. Los transmisores más modernos tienen la opción de búsqueda de canales sin interferencia de manera automática.

¿Cómo se conecta el sistema de FM con un audífono?

Para conectar un sistema de FM al audífono es necesario que este tenga una "entrada directa de audio". Hoy en día prácticamente todos la tienen, esto permite que la señal de FM entre directamente en el audífono, proporcionando una señal de sonido de alta calidad. Dependiendo de la marca y modelo de audífono y receptor existen varias opciones de acoplamiento. En algunos modelos, los más antiguos, en esta entrada directa de audio se adosa una pequeña zapata llamada "adaptador de audio" a la cual se conecta luego el diminuto receptor, mientras que otros

Zapata de conexión



Receptor

Audífono retroauricular con adaptador de audio y receptor de FM



Audifono retroauricular con receptor estándar acoplado

no necesitan de esa zapata y el receptor puede conectarse de manera directa. Algunos audífonos digitales necesitan ser re-programados para funcionar correctamente con los sistemas de FM. Si el audífono tiene varios programas diferentes deberá informarse sobre cuál es el programa adecuado para el funcionamiento de la FM. Los audífonos más modernos cuentan con la opción de receptores totalmente integrados al diseño. En este caso se reemplaza el portapilas ordinario por uno especial que contiene también el receptor, reduciendo considerablemente el tamaño del sistema y ofreciendo la posibilidad de quitarlo y llevar sólo el audífono cuando se considere oportuno.



Audifonos con receptor integrado en el diseño.

El sistema de FM de Phonak es compatible con más de las 25 principales marcas comerciales de audífonos. En la siguiente dirección puede encontrarse información acerca de la compatibilidad del sistema y los adaptadores de audio necesarios para cada marca de audífono:

www.phonak.es

• **Cómo se conecta el sistema de FM con los audífonos de conducción ósea?**

Muchos audífonos de conducción ósea tienen entrada directa de audio y pueden ser conectados a un sistema de FM de manera similar a los audífonos retroauriculares.

• **Cómo se conecta el sistema de FM con un BAHA?**

El BAHA tiene una entrada directa de audio. Existe un receptor especial que se acopla a esa entrada. Durante la adaptación el audioprotesista especializado en



BAHA puede chequear el funcionamiento del sistema de FM con un dispositivo de prueba.

¿Cómo se conecta el sistema de FM con un implante coclear?

El uso de sistemas de FM con el implante coclear está altamente recomendado.

Generalmente el receptor del sistema de FM se conecta directamente al procesador del implante, aunque algunos procesadores necesitan un adaptador especial. Esta interfase lleva una pila de alimentación propia que debe renovarse periódicamente según el uso, habitualmente cada dos semanas aproximadamente. Es muy importante utilizar el adaptador y los cables correctos. Es imprescindible que el equipo de implante programe el procesador para trabajar con la FM y que el audioprotesista programe el receptor de acuerdo al modelo de procesador y características individuales de cada niño/a.



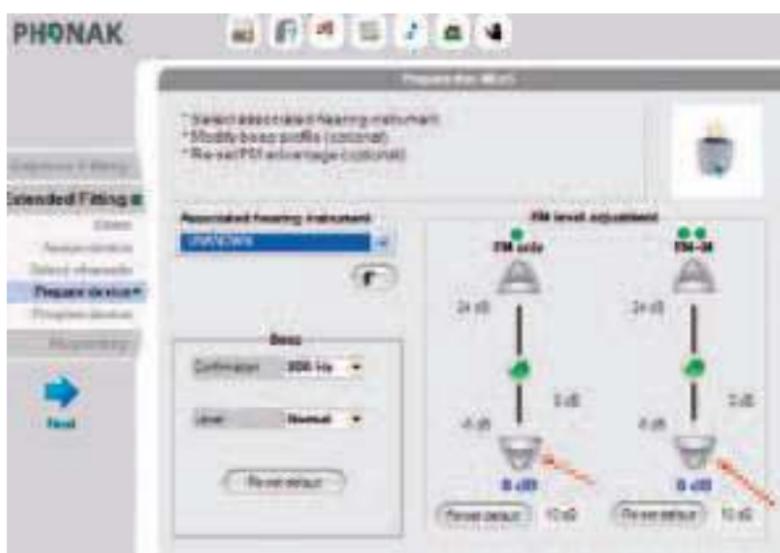
Distintos modelos de procesadores de implantes cocleares

Es importante tener en cuenta que cada vez que se comprueba el sistema de FM en un IC sólo se tiene acceso al sonido que llega antes de ser procesado, debido a ello, si no es por los comentarios del niño, no se puede conocer directamente cuál es la calidad de sonido que está recibiendo, de allí la necesidad de evaluaciones funcionales. El sistema de FM de Phonak es compatible con las principales marcas comerciales de implantes cocleares.

En la siguiente dirección puede encontrarse información acerca de la compatibilidad del sistema y los adaptadores de audio necesarios para cada marca y modelo de IC.

www.phonak.es

En ocasiones, según las necesidades del niño, existe la posibilidad de ajustar el sistema de FM. Para ello el audioprotésista dispone de un software especialmente diseñado.



¿Cómo se conecta el sistema de FM si el niño no lleva audífonos?

Aunque los sistemas de FM generalmente se utilizan en combinación con los audífonos y/o implantes cocleares, también pueden ser utilizados por los niños con audición normal. Muchas veces, un sistema de FM puede ayudar a un niño que no lleva audífono pero que tiene dificultades para concentrarse o para captar determinados sonidos cuando el ambiente es ruidoso. Los sistemas de FM también pueden beneficiar a los niños con hipoacusias fluctuantes o a aquellos con pérdidas auditivas unilaterales.



Isense es un receptor personal de FM que se ajusta directamente al oído. Se encuentra disponible en dos modelos de acuerdo a las preferencias y necesidades de adaptación.

¿Cuáles son los beneficios de los sistemas de FM?

Los efectos del ruido y de la reverberación se reducen debido a que la distancia entre la boca de la persona que habla y el micrófono es muy corta (de 15 a 20 cm. o menor). Debido a ello, la distancia deja de ser un problema porque la voz de la persona que habla llega a la persona que recibe la señal a un nivel comparable al que se esperaría si esa persona que habla estuviera junto al receptor a menos de 50 cm. de distancia. El profesor no debe elevar la voz.

Al ser la transmisión inalámbrica, tanto el profesor como el alumno tienen movilidad, sin verse degradada la calidad de la señal. Audífono/implante coclear y FM actúan de forma conjunta. El sistema de FM es "transparente" ya que respeta los parámetros y características dispuestas en el sistema de amplificación primario.

El sistema de FM le permite al niño una actitud de escucha más relajada, disminuyendo la fatiga ocasionada por el constante esfuerzo que requiere el escuchar en condiciones adversas. También es beneficioso para las personas que se dirigen al niño, disminuyendo el esfuerzo vocal y la necesidad de repetición por parte de los educadores.

En un estudio realizado por FIAPAS en el año 2007 se comprobó que los niños que utilizan sistemas de FM obtienen un mejor rendimiento escolar. Concretamente, el alumnado que utiliza sistemas de FM comente menos errores en las pruebas de lectura que el que no la utiliza.

¿A quién puede ayudar un sistema de FM?

A todos los niños con cualquier tipo y grado de pérdida

auditiva que se benefician del uso de los audífonos y/o implante coclear. Es importante tener en cuenta que los sistemas de FM trabajan junto con los audífonos y/ o implante coclear, por lo tanto, para obtener el máximo rendimiento, es fundamental que estos se encuentren óptimamente adaptados.



Los sistemas de FM ayudan al niño a concentrarse en las voces o sonidos que desea escuchar. Los sistemas de FM también pueden ser útiles para los niños normo- yentes o con pérdidas auditivas leves. Los equipos de FM están especialmente indicados en niños con Trastornos del Procesamiento Auditivo y también en profesores, asegurándoles un menor esfuerzo vocal.

¿Quién debe adaptar el sistema de FM?

El funcionamiento del sistema de FM es sencillo, sin embargo no debe olvidarse que se está adaptando a un dispositivo de amplificación primaria -audífono y/o implante coclear- y, por sobre todas las cosas, a un niño con determinadas necesidades. Será el audioprotesista quien determine y cuantifique el ajuste requerido.

En los casos en los que no se obtengan los resultados esperados, se hace necesaria la verificación electroacústica de los parámetros de impedancia del receptor en relación con el audífono/IC.



¿A partir de qué edad se puede utilizar un sistema de FM?

Los sistemas de FM pueden ser útiles en todas las edades, siempre y cuando los ambientes y situaciones de escucha en las que se encuentre el niño así lo requieran y cuidando la correcta adaptación y asesoramiento de uso a la familia y demás personas relacionadas con el niño.

En los primeros años, además de servir a la estimulación auditiva y del lenguaje, aporta el beneficio de eliminar los problemas de realimentación acústica cuando el niño se encuentra, por su temprana edad, en brazos. Durante los años siguientes, en la edad escolar, sus beneficios en el aula son indiscutibles, mejorando las condiciones acústicas de la información auditiva. También debe destacarse la posibilidad de su utilización para el ocio favoreciendo la socialización.

¿El uso del sistema de FM afecta al desarrollo de la localización?

No existen estudios que demuestren tal afirmación. Por el contrario, existen estudios donde se demuestra

que los niños que llevan sistemas de FM de pequeños tienden a buscar a la cara de su interlocutor en cuanto oyen su voz.

En la actualidad la señal que llega a través del sistema de FM -voz de la persona que lleva el micrófono- se combina con la señal que llega a través del micrófono del audífono y/o del IC -voces y sonidos del ambiente circundante-.

El sistema de FM se utiliza en situaciones puntuales donde el ruido de fondo y la distancia dificultan el acceso a las señales de habla por parte del niño. Esta estimulación en situaciones cotidianas, como por ejemplo mientras el niño viaja en el asiento de atrás del coche, favorece el desarrollo del lenguaje.

Es necesario llevar un sistema de FM para cada oído?

Siempre que la adaptación de las prótesis primarias (audífonos/IC) sea binaural es recomendable que la adaptación del sistema de FM también lo sea.

Con el sistema de FM quedará aislado de sus compañeros?

No necesariamente, si eso es lo que estimamos. En la adolescencia o juventud, cuando se requiera un uso exclusivo de la fuente sonora del profesor o conferenciante resultará idóneo, pero no en la etapa infantil. Cuando se utiliza el sistema de FM con cualquier audífono y con la mayoría de los implantes cocleares, excepto alguna serie, cada vez más de menor uso, existe la posibilidad de mantener activo el micrófono del sistema de amplificación primario -audífono/IC-, preservando la ventaja para la señal que entra por el micrófono del sistema de FM.

Cúal es la ventaja FM óptima?

En los sistemas de FM tradicionales, la ganancia de la FM -la Ventaja FM- está determinada en un valor fijo, generalmente de 10 dB.

Esto implica un compromiso entre oír una señal de FM óptima o la propia voz y las voces cercanas al micrófono de los dispositivos de amplificación primaria (audífonos/implante coclear). Para una comprensión óptima de la señal de FM es necesaria una mayor ventaja FM, pero para una mejor percepción de la propia voz y de las demás voces es mejor una menor ventaja FM.

La plataforma Dynamic FM, disponible en los sistemas de FM de última generación de Phonak, automáticamente ajusta la Ventaja FM dependiendo del ruido ambiente. Cuando el nivel de ruido circundante aumenta, se agrega ganancia FM adicional. En el modo FM+M (FM + Micrófono del audífono/implante), Dynamic FM mejora la inteligibilidad del habla, especialmente en ambientes ruidosos.

¿Cómo se ajusta la ventaja FM?

Tradicionalmente, la ventaja FM se ajusta de manera fija a través de un software específico o del transmisor de FM.

La plataforma Dynamic FM de Phonak automáticamente ajusta la ganancia FM en los receptores a través de una señal digital inalámbrica no audible. El transmisor mide de forma constante el nivel de entrada de sonido en el micrófono. Durante las pausas que se producen en el habla se estima el ruido ambiente. Si el nivel de ruido excede determinado punto esto activa la ganancia FM adicional. El transmisor "informa" a los receptores, a través de un sistema de transmisión de datos, para que aumenten su ganancia. Cuando el ruido ambiente disminuye, también lo hace la ganancia FM en los receptores.





GUÍA RÁPIDA SOBRE SISTEMAS DE FM

¿Qué es un sistema de FM?

Un sistema de FM es un dispositivo de ayuda técnica que consiste en un micrófono, un transmisor (utilizado por la persona que habla) y un receptor (utilizado por el niño/a). El micrófono capta la voz de la persona que habla y la envía al transmisor. Este transforma los sonidos y los transmite a través de ondas de radio al receptor que lleva el niño. En el receptor las señales de radio son convertidas nuevamente en sonido y amplificadas a través del audífono o implante coclear del niño.

Emisor micrófono receptor



¿En qué situaciones son útiles los sistemas de FM?

Existen distintas situaciones en las que puede ser difícil escuchar. Las tres principales razones son:

- El ruido de fondo
- La reverberación (especie de eco que se produce cuando el sonido se refleja en distintas superficies)
- La distancia entre la persona que habla y quien recibe el mensaje

Los sistemas de FM ayudan a solucionar los problemas generados por los factores antes mencionados y permiten al niño oír la voz del maestro o del interlocutor a un nivel constante. Al mismo tiempo existe la opción de que el niño pueda oír la señal acústica que entra por el micrófono de su audífono o por el procesador del implante coclear -los sonidos ambientales y las voces de sus compañeros- pero siempre manteniendo la ventaja de la señal del sistema de FM.

¿Cómo se llevan los sistemas de FM?

La persona que habla (generalmente el maestro) lleva el transmisor que puede colocarse en un bolsillo o sujetarse al cinturón y un pequeño micrófono que se sujeta a la ropa. También existe la posibilidad de utilizar un transmisor con el micrófono incluido que puede sostenerse con la mano o colgarse al cuello.

El receptor se adosa a través de un pequeño dispositivo a la parte inferior del audífono o al procesador del implante sin la necesidad de cables extras. Algunos audífonos tienen el receptor de FM incorporado en su carcasa. En el caso de que el niño no lleve audífono ni implante coclear, el receptor se lleva directamente a través de un dispositivo retroauricular.

¿Cómo se sabe si el sistema de FM está funcionando correctamente?

El sistema de FM debe chequearse diariamente antes de comenzar la clase. La persona encargada de realizar este chequeo debe colocar el micrófono cerca de una fuente sonora y oír la señal que envía el sistema de FM a través de los audífonos del niño utilizando un estetoclip.

(El estetoclip es un sencillo dispositivo diseñado para chequear auditivamente el funcionamiento de los audífonos)

Los niños mayores o más experimentados pueden colaborar activamente refiriendo cualquier anomalía.

En el caso de los implantes cocleares, además de las referencias del niño, existen señales luminosas que indican cuando se produce algún fallo en el sistema.

Sin embargo, siempre es aconsejable realizar la valoración de la señal acústica mediante el estetoscopio, o a través de pruebas de repetición de palabras por ejemplo, ya que la indicación luminosa sólo informa sobre el funcionamiento del sistema pero no sobre su calidad sonora.

• **Cómo debe utilizarse el micrófono del sistema de FM?**

Debe colocarse apuntando hacia a una distancia de 15 a 20 cm de la boca de la persona que habla, cuidando de que no roce con la ropa y/o joyería (collar, etc.) para evitar ruidos indeseados que llegarían de manera muy intensa al niño.

En el caso de sujetarse en la mano, no debe moverse mientras se gesticula ya que esto altera la calidad de la señal haciéndola más fuerte o más débil según se acerque o se aleje de la boca de la persona que habla.



Micrófono y Emisor

• **El transmisor del sistema de FM debe permanecer activado todo el tiempo?**

No. Sólo debe activarse cuando la información que

se transmite es relevante para el niño que lleva el receptor.

• **¿Cómo se utiliza el sistema de FM con otros dispositivos como TV, ordenador, reproductor de audio?**

Puede colocarse el transmisor con el micrófono cerca de los altavoces de la TV, ordenador, reproductor de audio o, preferentemente, conectar el transmisor a estos dispositivos a través de una conexión especial.

• **¿Qué hay que hacer si el sistema de FM deja de funcionar?**

Si el problema no puede solucionarse inmediatamente, hay que desconectar el receptor del sistema de FM del audífono o del procesador del implante coclear, temporalmente dejarlo sin utilizar y ponerse en contacto con el audioprotesista.

• **¿Qué hay que tener en cuenta especialmente?**

Hay que comprobar que las conexiones de audio y/o las conexiones del adaptador al implante estén libres de óxido y que realicen la presión adecuada en sus contactos.

• **¿Dónde puedo obtener más información acerca de los sistemas de FM en niños?**

En la página del Programa Infantil Phonak:

www.phonak.es
www.phonakpro.es

La correcta utilización del sistema de FM marca la diferencia en el aprovechamiento por parte del niño.

CONSEJOS PARA EL USO BÁSICO DE LOS SISTEMAS DE FM

1. Asegúrese de que tanto el emisor como el receptor funcionan correctamente a través del audioestoscopio o preguntándole al niño, si éste es capaz de colaborar.
2. Sitúe el micrófono a 15-20 cm de su boca.
3. Active el transmisor cuando se dirija a toda la clase o al grupo donde esté trabajando el niño que lleva el sistema de FM.
4. Recuerde desactivar el transmisor cuando hable con otras personas o cuando la información que transmita no sea relevante para el niño que lleva el sistema de FM.
5. Utilice el micrófono del transmisor en modo direccional. Trate de no situarse en zonas ruidosas como cerca de una ventana, ya que el micrófono puede captar también algo del ruido de fondo.
6. Si por algún motivo debe gritar, desactive el micrófono previamente.
7. Evite el roce del micrófono con la ropa y/o colgantes/joyería.
8. Durante los debates en clase o los trabajos grupales, fomente que los niños que hablan se vayan pasando el micrófono. Sí esto no es práctico, recuerde hacer un resumen –utilizando el micrófono– de lo que se ha dicho.
9. El sistema de FM puede conectarse a otros dispositivos como TV, ordenador, reproductor de CD, etc. Pida asesoramiento al audioprotesista para realizar dichas conexiones.
10. Iniciar el proceso de encendido en este orden: Emisor- receptor- (adaptador de IC, si lo hubiera)-implante coclear.
11. Nunca utilice el sistema de FM si presenta algún fallo.

CONSEJOS PARA MEJORAR LAS CONDICIONES ACÚSTICAS DEL AULA

- Re-organizar la disposición de los pupitres para reducir la distancia entre el profesor y los alumnos.
- Mantener puertas y ventanas cerradas.
- Colocar cortinas.
- Utilizar alfombras en ciertas zonas, colocar manualidades con materiales absorbentes en las paredes –corcho, cartón corrugado, tapices y otros elementos que a menudo se distribuyen sin conciencia del beneficio.
- Vigilar que el material instructivo de uso permanente no sea ruidoso –por ejemplo ordenadores, estuches metálicos, objetos sonoros que a veces no se identifican, etc.–
- Reducir el número de estudiantes por aula.
- Reducir el ruido producido por los desplazamientos dentro de la clase: colocar trozos de alfombra/pelotas de tenis en las patas de las sillas/escritorios, utilizar calzado que no haga ruido al caminar, no utilizar estuches de lata, etc.

Programa infantil Phonak

ÍNDICE

¿Por qué este manual?	pág. 3
¿Por qué es importante la audición en el ámbito escolar?	pág. 3
¿Cuál es la relación de la percepción auditiva con el aprendizaje?	pág. 3
¿Por qué es importante la calidad del estímulo auditivo?	pág. 3
¿Por qué un aula escolar puede ser acústicamente inapropiada?	pág. 4
¿Cuáles son las consecuencias de un ambiente acústico inapropiado?	pág. 4
¿Qué es la inteligibilidad?	pág. 4
¿Qué es el Tiempo de Reverberación?	pág. 5
¿Qué es el Nivel de Ruido de Fondo?	pág. 5
¿Cuál es la normativa vigente con respecto al TR y al NRF?	pág. 6
¿Qué es la Relación Señal/Ruido?	pág. 6
¿Cuál es la situación típica del aula escolar?	pág. 6
¿Cómo afecta la relación S/R en la inteligibilidad de la palabra?	pág. 7
¿Cómo influyen las características acústicas del habla?	pág. 7
¿Qué es la Distancia Auditiva Crítica?	pág. 8
¿Cuáles son las necesidades acústicas de los niños con deficiencias auditivas?	pág. 9
¿Por qué los audífonos y/o Implantes Cocleares no son suficientes?	pág. 9
¿Qué son los sistemas de FM?	pág. 10
¿Cuáles son los componentes de un sistema de FM?	pág. 10
¿Cómo funcionan los sistemas de FM?	pág. 12
¿Son dañinas las ondas de FM?	pág. 12
¿Cuál es la legislación vigente acerca de la banda de frecuencias de transmisión de los sistemas de FM?	pág. 12
¿Cómo se cambian las frecuencias del sistema de FM?	pág. 13
¿Cómo se conecta el sistema de FM con un audífono?	pág. 13
¿Cómo se conecta el sistema de FM con los audífonos de conducción ósea?	pág. 14
¿Cómo se conecta el sistema de FM con un BAHA?	pág. 14
¿Cómo se conecta el sistema de FM con un implante coclear?	pág. 15
¿Cómo se conecta el sistema de FM si el niño no lleva audífonos?	pág. 16
¿Cuáles son los beneficios de los sistemas de FM?	pág. 17
¿A quién puede ayudar un sistema de FM?	pág. 17
¿Quién debe adaptar el sistema de FM?	pág. 18
¿A partir de que edad se puede utilizar un sistema de FM?	pág. 19
¿El uso del sistema de FM afecta al desarrollo de la localización?	pág. 19
¿Es necesario llevar un sistema de FM para cada oído?	pág. 20
¿Con el sistema de FM quedará aislado de sus compañeros?	pág. 20
¿Cuál es la ventaja FM óptima?	pág. 20
¿Cómo se ajusta la ventaja FM?	pág. 21
GUÍA RÁPIDA SOBRE SISTEMAS DE FM	pág. 22
CONSEJOS PARA EL USO BÁSICO DE LOS SISTEMAS DE FM.	pág. 26
CONSEJOS PARA MEJORAR LAS CONDICIONES ACÚSTICAS DEL AULA	pág. 27



J. Carlos Calvo Prieto

Director del Programa Infantil Phonak (PIP). Es audioprotesista por la escuela del Clot de Barcelona. Profesor colaborador del Curso Experto Universitario en Audioprotésis y del Máster en Audiología General de la Universidad de Alicante.

Director de la página www.phonak-pip.com y de la revista MundoPIP.

En el campo de los sistemas de frecuencia modulada participa en el desarrollo del estudio sobre "Análisis cualitativo del uso y emplazamiento de los sistemas de Frecuencia Modulada en el aula ordinaria"

Desarrolla la formación en el campo de las necesidades acústicas en el aula e implicaciones educativas.

Especialista en sistemas de FM en audífonos e Implantes Cocleares.



Mariana Maggio De Maggi

Programa Infantil Phonak (PIP). Es licenciada en Fonoaudiología por la Facultad de Medicina de la Universidad de Buenos Aires (1991). Ejerció la docencia en la Carrera de Fonoaudiología de la misma universidad y colabora como profesora en el Máster

en Audiología General de la Universidad de Alicante.

En el campo de los sistemas de frecuencia modulada participa en el desarrollo del estudio sobre "Análisis cualitativo del uso y emplazamiento de los sistemas de Frecuencia Modulada en el aula ordinaria"

Interviene en estudios con sistemas de FM en niños con Trastornos en el Procesamiento Auditivo (TPA).

Asesora en el estudio: "El Procesamiento Auditivo Verbal: Edulink en la escuela". Desarrolla los tests en lengua española sobre la Valoración Funcional de los sistemas de FM. Investigadora de los sistemas de FM en trastornos de procesamiento auditivo.



Franz Zenker Castro

Es licenciado en Psicología por la Universidad de la Laguna (1995) y especialista en audición y lenguaje por la Universidad Alfonso X El Sabio (2000). En 1995 recibe una beca de la Fundación Dr. Barajas en la que lleva a cabo varios proyectos de investigación

relacionados con la electrofisiología del sistema nervioso auditivo. Desde el año 2000 es editor de Audito: Revista Electrónica de Audiología. Las líneas de investigación en las que trabaja actualmente son los trastornos del procesamiento auditivo central y el estudio de estrategias de mejora de la audibilidad en el aula. En la actualidad lleva a cabo su actividad profesional en la Clínica Barajas e investigadora en la Fundación Dr. Barajas.



Avda. de la Industria nº 13-15
Polígono de Canastell
03690 San Vicente del Raspeig
Alicante

Tfno: 902 33 11 22
Fax: 965 67 08 55

PHONAK

life is on