

**VALIDACIÓN DE LA PRUEBA DE POTENCIALES EVOCADOS AUDITIVOS  
MULTIFRECUENCIA EN EQUIPO INALÁMBRICO CON FILTRO KALMAN**

**ANTEPROYECTO**

**LEISLY XIOMARA GUTIÉRREZ DIAZ**

**VANESSA ISABEL GONZÁLEZ SÁNCHEZ**

**VILMA LILIANA PACHÓN**

**Autoras**

**GLORIA ISABEL BERMUDEZ**

**Asesora metodológica**

**OSWAL MARTINEZ**

**Asesor conceptual**

**ESCUELA COLOMBIANA DE REHABILITACIÓN**

**FACULTAD DE FONOAUDIOLOGÍA**

**ESPECIALIZACIÓN DE AUDIOLOGÍA**

**BOGOTÁ, SEPTIEMBRE DE 2010**

## Validación de potenciales evocados auditivos

**TABLA DE CONTENIDO**

Planteamiento del problema	3
Formulación del problema	8
Sistematización del problema	8
Objetivo general	9
Objetivos específicos	9
Justificación	10
Marco de referencia	13
Marco metodológico	24
Tipo de estudio	24
Método	24
Participantes	26
Instrumentos	27
Procedimiento	28
Cronograma	29
Presupuesto	30
Referencias bibliografía	32
Anexos	35

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La audición se constituye siempre en uno de los principales órganos sensoriales que contribuyen para el desarrollo integral del ser humano en las áreas de lenguaje, pensamiento y cognición; todo esto dado a la capacidad de éste sensor y del cerebro de procesar toda la información sonora que se logra percibir, de ahí la importancia que cumple hoy en día los examen audiológicos para la detección temprana de las pérdidas auditivas, ya que “se estima que en la población general, 1 a 3 de cada 1.000 niños nacen con una pérdida profunda bilateral”(1p.32), por lo que de no ser identificada tempranamente se estaría perdiendo un periodo crucial de la plasticidad cerebral durante los primeros años de vida, ya que la “pérdida de audición no sólo puede tener efectos permanentes en el desarrollo del lenguaje oral, sino, por su papel fundamental en procesos cognitivos más complejos, puede alterar el desarrollo intelectual, emocional y social del niño”(2p.195). De ahí la importancia de la concientización no solo a nivel de la sociedad, sino a su vez clínico para que se realicen todo tipo de valoraciones auditivas desde el inicio de vida de cada individuo.

En la actualidad se trabaja para el diagnóstico auditivo con una gama amplia de tecnología que permite hallazgos auditivos en infantes, adolescentes y adultos, con o sin discapacidad, entre los que se encuentran exámenes audiológicos subjetivos y objetivos que varían según los fines o intereses de quien realiza el examen.

En la elaboración de diagnósticos audiológicos es muy importante conocer la validez de este tipo de exámenes auditivos, ya que en el mercado se encuentran exámenes subjetivos como la audiometría tonal, verbal, acufenometría entre otros, que tienen como objetivo encontrar respuestas

## Validación de potenciales evocados auditivos

auditivas basadas en las indicaciones o en los comportamientos que brindan los pacientes, con lo que no se estaría obteniendo una alta fiabilidad en la misma, como podría ser el caso de una persona con un déficit mental o incluso un niño que no se pueda condicionar para que dé la respuesta ante el estímulo auditivo o simplemente un niño que no tenga la edad suficiente para poder realizar este tipo de examen, por lo que se pueden dar falsos positivos que alterarían no solo el diagnóstico audiológico que se le brinde al usuario, sino que a su vez la oportunidad de brindar ayudas auditivas, que influirán de manera positiva en el desarrollo social, comunicativo-lingüístico y cognitivo en el momento adecuado.

Es por esto, que se le ha dado mayor relevancia a la búsqueda de exámenes objetivos para la evaluación del estado funcional tanto del sistema nervioso central como periférico, en donde se busca una mayor objetividad audiológica, razón por la cual, desde hace varios años, médicos, audiólogos, biomédicos, entre otros, se han puesto a la tarea de buscar un tipo de examen que brinde respuestas objetivas, en este caso para el órgano sensorial de la audición, como son los potenciales evocados auditivos que “son variaciones del potencial eléctrico en el órgano sensorial, a lo largo del nervio periférico e intracerebralmente después de un estímulo transitorio cuantificable en sus parámetros físicos (intensidad, duración y frecuencia)”(3p195), quienes tienen como finalidad no sólo dar un diagnóstico, sino servir como puente para un pronóstico y para la creación, si es el caso, del plan de intervención.

Los exámenes electrofisiológicos auditivos son mediciones que se realizan por medio de electrodos de superficie que se colocan en los lóbulos de las orejas y en la cabeza del usuario, los cuales registran las respuestas a nivel cerebral (potencial eléctrico) que surge ante un estímulo sonoro(4), lo que conlleva a que se pueda evidenciar los niveles de audición del niño de una forma precisa y confiable, sin la necesidad que el infante tenga que seguir instrucciones.

## Validación de potenciales evocados auditivos

Entre este tipo de exámenes electrofisiológicos se han desarrollado pruebas que van desde los potenciales evocados de tallo cerebral PEATC con estímulo click, que no permite una evaluación detallada de todas las frecuencias, hasta los potenciales evocados auditivos de frecuencia específica, que evalúa una gama amplia de frecuencias, y cuyo reporte es mucho más fácil de realizar, lo que evita la presentación de sesgos en su interpretación.

A pesar de esto, varios autores han intentado perfeccionar la señal, la respuesta y las características de la prueba, como es el caso del potencial electrofisiológico de frecuencia específica con filtro Kalman (5), que pretende no sólo la realización de curvas audiométricas específicas para la interpretación y el diagnóstico, sino que a su vez busca favorecer la señal-ruido y los criterios para su aplicación, ya que es un tipo de examen que no requiere de ninguna clase de sedación ni de privación del sueño, lo que favorece significativamente el proceso de la ejecución de este examen.

Por tanto el área electrofisiológica, específicamente los potenciales evocados de frecuencia específica con filtro Kalman, han generado gran interés para los profesionales en audiología, al ser un tipo de examen que trae nuevas indicaciones y nuevas ventajas para el diagnóstico audiológico, lo que hace indispensable el análisis de los mismos, en términos de comparar y verificar que realmente con este tipo de equipo se logran hallar iguales o mejores resultados a los obtenidos con equipos convencionales.

En los últimos años la tecnología ha podido desarrollar múltiples alternativas para la evaluación y el diagnóstico auditivo, lo que ha generado mayor exactitud en sus resultados. Estos procesos tecnológicos han permitido desarrollar métodos más ágiles para la detección y registro de la actividad eléctrica generada a lo largo de la vía auditiva (6), lo que ha permitido la realización de diferentes

## Validación de potenciales evocados auditivos

tipos de exámenes objetivos con una gran variedad de equipos digitales que utilizan un software para su funcionamiento y registro.

En la evaluación objetiva de la audición en la población infantil es necesario seguir ciertos parámetros para conseguir una evaluación confiable y válida, entre los que se encuentran: completa inactividad del infante (preferiblemente dormido), posición decúbito dorsal “horizontal”, y estar ubicado en una cabina sonoamortiguada(7), con el fin de disminuir la ansiedad, respuestas exageradas o respuestas falsas ante la situación de estrés, exceso de ruido de fondo entre otras variables, si estas no se cumplen a cabalidad se pueden ver reflejadas en pruebas no claras o en diagnósticos no acertados.

Las variables ya mencionadas deben ser controladas antes de iniciar la prueba, ya que como lo dice Cunningham, Hansson y Sokoiov(8) de no ser así se pueden presentar factores como: mayor tiempo en la toma del examen y en algunas ocasiones la necesidad de realizar dos o más sesiones para el examen aumentando el costo de la prueba; la inactividad del infante se puede convertir en una dificultad tanto para los padres como para los evaluadores, ya que los primeros deben mantener por un largo periodo de tiempo a sus niños sin dormir, y para los segundos, ya que no siempre los niños tienen un periodo de sueño profundo generando así la necesidad de sedación, lo que aumenta el riesgo de complicaciones en la salud de la población infantil. La presencia de sonidos externos disminuye la confiabilidad de los resultados haciéndose necesario la presencia de pocas personas en el sitio del examen y una sala o cuarto sonoamortiguado.

Para lograr minimizar algunos de los factores mencionados, como disminuir el tiempo de toma de la prueba y de reducir los prerrequisitos necesarios para la misma, la tecnología, ha desarrollado un equipo con múltiples ventajas para cumplir con la exigencia de estos exámenes audiológicos objetivos, entre las que se encuentran:

## Validación de potenciales evocados auditivos

- Permitir que el niño esté en actividad, comiendo, jugando, y no necesariamente en posición decúbito dorsal, eliminando así la necesidad de sedación.
- Realizar el examen de una forma amena, sin necesidad de generar algún tipo de estrés.
- Obtener mejores beneficios económicos en la realización de dichas pruebas.
- Realizar la prueba en diferentes ambientes con equipo portátil.(5)

Este tipo de tecnología ha sido estudiada a nivel mundial; por ejemplo en Canadá se han realizado investigaciones sobre las ventajas, la validez y la confiabilidad de las pruebas realizadas por estos equipos, así como lo refiere Craig. (9) En Colombia este tipo de tecnología empieza a tener gran acogida por sus múltiples ventajas, sin embargo tendría mayor valor si existieran investigaciones que arrojaran datos certeros en cuanto a la comparación de los resultados que se evidencia en esta nueva tecnología con los obtenidos por los equipos convencionales.

Esta investigación pretende comprobar la validez de criterio de la prueba de potenciales evocados auditivos de frecuencia específica con filtro Kalman en infantes menores de 7 años de edad, con diferentes diagnósticos audiológicos, como son: audición dentro de parámetros normales, hipoacusia neurosensorial moderada e hipoacusia neurosensorial severa.

Esta investigación tiene relevancia, dado a que si los resultados arrojados en los potenciales evocados auditivos de frecuencia específica con filtro Kalman no son válidos se estaría diagnosticando de forma errónea a los usuarios, lo que conlleva a decisiones terapéuticas equivocadas. En cambio si los resultados son válidos se constituirían en una herramienta valiosa para la evaluación y diagnóstico audiológico.

## Validación de potenciales evocados auditivos

### Formulación del problema

¿Cuál es el coeficiente de validez de criterio de la prueba de potenciales evocados auditivos de frecuencia específica en equipo inalámbrico con filtro Kalman a partir de la prueba de potenciales evocados auditivos de frecuencia específica con equipo convencional?

### Sistematización del problema

¿Cuál es el coeficiente de validez de criterio de los umbrales electrofisiológicos obtenidos en las frecuencias de 500, 1000, 2000 y 4000Hz con equipos inalámbricos con filtro Kalman en niños menores de 7 años con audición normal, a partir de los mismos umbrales obtenidos por esta población en la prueba de potenciales evocados auditivos de frecuencia específica con equipo convencional?

¿Cuál es el coeficiente de validez de criterio de los umbrales electrofisiológicos obtenidos en las frecuencias de 500, 1000, 2000 y 4000Hz con equipos inalámbricos con filtro Kalman en niños menores de 7 años con hipoacusia neurosensorial moderada, a partir de los mismos umbrales obtenidos por esta población en la prueba de potenciales evocados auditivos de frecuencia específica con equipo convencional?

¿Cuál es el coeficiente de validez de criterio de los umbrales electrofisiológicos obtenidos en las frecuencias de 500, 1000, 2000 y 4000Hz con equipos inalámbricos con filtro Kalman en niños menores de 7 años con hipoacusia neurosensorial severa, a partir de los mismos umbrales obtenidos por esta población en la prueba de potenciales evocados auditivos de frecuencia específica con equipo convencional?



## Validación de potenciales evocados auditivos

### Objetivo general

Determinar el coeficiente de validez de criterio de la prueba de potenciales evocados auditivos de frecuencia específica en equipo inalámbrico con filtro Kalman a partir de la prueba de potenciales evocados auditivos de frecuencia específica con equipo convencional.

### Objetivos específicos

Establecer el coeficiente de validez de criterio de los umbrales electrofisiológicos obtenidos en las frecuencias de 500, 1000, 2000 y 4000Hz con equipos inalámbricos con filtro Kalman en niños menores de 7 años con audición normal, a partir de los mismos umbrales obtenidos por esta población en la prueba de potenciales evocados auditivos de frecuencia específica con equipo convencional

Establecer el coeficiente de validez de criterio de los umbrales electrofisiológicos obtenidos en las frecuencias de 500, 1000, 2000 y 4000Hz con equipos inalámbricos con filtro Kalman en niños menores de 7 años con hipoacusia neurosensorial moderada, a partir de los mismos umbrales obtenidos por esta población en la prueba de potenciales evocados auditivos de frecuencia específica con equipo convencional

Establecer el coeficiente de validez de criterio de los umbrales electrofisiológicos obtenidos en las frecuencias de 500, 1000, 2000 y 4000Hz con equipos inalámbricos con filtro Kalman en niños menores de 7 años con hipoacusia neurosensorial severa, a partir de los mismos umbrales obtenidos por esta población en la prueba de potenciales evocados auditivos de frecuencia específica con equipo convencional

## JUSTIFICACIÓN

Cuando se quiere detectar deficiencias auditivas a temprana edad es necesario obtener diagnósticos audiológicos muy exactos y precisos para poder intervenir de forma adecuada y rápida con estos usuarios; sin embargo al realizar los diagnósticos audiológicos en niños, en algunas ocasiones esta situación se torna complicada, dado a que gran parte de las pruebas son subjetivas y se requiere de la colaboración del usuario. sin embargo por ser éste tan pequeño no logra seguir las instrucciones dadas y es cuando se debe emplear otro tipo de pruebas como son las objetivas, que no precisan de la colaboración o participación del usuario.

Entre las pruebas objetivas se encuentran los exámenes electrofisiológicos, como son la electrococcleografía, las otoemisiones acústicas y los potenciales evocados auditivos (PEA), entre los que se hallan diferentes tipos, como los potenciales auditivos de estado estable a multifrecuencia, tronco encefálico (BERA), latencia media, latencia corta y latencia tardía P300. Estos permiten estudiar la vía auditiva en tanto en patologías pediátricas como de adultos con diferentes etiologías como las hipoacusias sensorineurales que afectan al órgano de Corti (oído interno), al nervio auditivo o al trayecto de la vía auditiva dentro del tronco cerebral a fin de lograr un diagnóstico lo más preciso posible y de esta forma logra una intervención adecuada y temprana (10); por lo tanto cada uno de estos potenciales, se encuentra especializado para medir una parte de la vía auditiva y su respuesta al estímulo sonoro, siendo el de multifrecuencia el que arroja niveles de audición en diferentes frecuencias, lo que genera interés para la investigación.

## Validación de potenciales evocados auditivos

El potencial evocado auditivo a multifrecuencia, se encarga de medir las respuestas eléctricas en cada una de las frecuencias, “Se ejecuta de forma monoaural, mediante sonidos complejos constituidos por tonos de 500, 1000, 2000 y 4000 Hz”(11p710), logrando de esta forma hallar los niveles auditivos del usuario tanto en sonidos graves como agudos, lo que favorece la selección de ayudas auditivas y terapia para la habilitación o rehabilitación auditiva.

Al igual el examen de forma inalámbrica con filtro Kalman se convierte en una opción muy llamativa, dado que los profesionales especialistas en audiología en Colombia, no se encuentran capacitados para el manejo de medicamentos para la sedación, puesto que éstos se tienen que suministrar según características específicas del usuario, “el medicamento sedante que se seleccione debe ser de administración fácil e indolora, efecto rápido, consistente, de duración controlable, sin efectos colaterales o depresión residual”(12p.204), por lo tanto se requiere en los casos de sedación tener otro profesional de la salud, lo que aumenta los costos del examen.

De igual manera no a todos los niños que precisen estar sedados para la prueba, se puede suministrar el medicamento, dado que existen patologías adjuntas que no permiten suministrar este tipo de fármacos; también algunos de estos sedantes en niños sin patologías, pueden originar en ocasiones efectos secundarios, como es “el hidrato de cloral, en dosis mayores a 100 mg \* kg puede producir depresión respiratoria, hipotensión arterial y miosis (similar a una intoxicación barbitúrica). Está contraindicado en insuficiencia respiratoria o cardíaca grave, y en falla renal o hepática”(12.p.204) por lo que existe población que no puede ser evaluada por medio de los equipos convencionales de potenciales evocados auditivos, lo cual no permite formular algún diagnóstico específico.

Al lograr realizar el examen en la población infantil en la que sospecha pérdida auditiva, ya sea por antecedentes familiares, pruebas de tamizaje auditivo,

## Validación de potenciales evocados auditivos

patologías, entre otras, se logra llevar a cabo un tratamiento más eficaz y eficiente, teniendo en cuenta que “las pérdidas auditivas en infantes son tres veces más frecuente que el síndrome de Down, seis veces más que la espina bífida y alrededor de 25 veces más frecuente que el hipotiroidismo”(13p193), siendo la hipoacusia neurosensorial una patología difícil de detectar en edades tempranas, y que genera en el infante problemas en todo el desarrollo: “la pérdida de audición no sólo puede tener efectos permanentes en el desarrollo del lenguaje oral, sino, por su papel fundamental en procesos cognitivos más complejos, puede alterar el desarrollo intelectual, emocional y social del niño. También está comúnmente aceptado que el desarrollo motor es más lento, en términos de coordinación y velocidad de movimiento, con un retraso en el desarrollo de secuencias motoras complejas y del equilibrio” (13p193).

Aunque estos equipos brindan beneficios importantes en el diagnóstico audiológico, también generan algunas complicaciones, dado que se requiere que el usuario se encuentre dormido, altos costos, ambientes tranquilos, entre otros. Sin embargo, si se logra realizar este examen sin necesidad que el niño tenga que estar dormido, sin que se sienta atado por los cables que conectan los electrodos, y que reduzca el tiempo de realización de las pruebas, este examen se convierte en una situación agradable y fácil de ejecutar, y de esta manera facilitará detectar desde temprana edad las deficiencias auditivas. Si se logra evidenciar que los resultados de los potenciales evocados auditivos de estado estable a multifrecuencia, inalámbricos con filtro Kalman, son eficaces, estos se convierten en una herramienta muy confiable y útil para los Audiólogos y profesionales en el área.

## MARCO DE REFERENCIA

La audición se constituye en uno de los principales sentidos para el desarrollo lingüístico, comunicativo y cognitivo, ya que a través de éste, el ser humano logra recibir todas las señales del entorno, entre éstas las señales lingüísticas, quienes le permitirán formar las representaciones mentales necesarias para formar el pensamiento y de esta forma interactuar de forma activa en una sociedad. Por tanto, al ser la audición un elemento crucial para el desarrollo de la principal característica distintiva del ser humano “el lenguaje”, una pérdida o disminución de la misma “puede tener no solo efectos permanentes en el desarrollo del lenguaje oral, sino a su vez en procesos cognitivos fundamentales más complejos, que pueden alterar el desarrollo intelectual, emocional y social del niño” (2.p13).

Es por esto, que se hace fundamental la realización de un diagnóstico certero y adecuado de cualquier tipo de deficiencia que pueda presentar en el sistema auditivo en sus estadios primarios, todo esto relacionado al proceso de maduración del cerebro en donde la información auditiva se convierte en algo esencial para “establecer las características morfológicas y funcionales definitivas de las áreas corticales del lenguaje y audición” (13.p13).

La hipoacusia se convertiría por tanto en una de las principales deficiencias que afectarían el desarrollo integral del ser humano, la cual es definida como déficit de audición, y viene objetivado en decibelios (dB)(14), constituyéndose así como lo plantea Moreno(15) en el 80% de los diagnósticos en los inicios de vida, de ahí la importancia de que los equipos interdisciplinarios en el área de salud, trabajen de manera coordinada en la realización de valoraciones objetivas para los hallazgos auditivos, para de esta forma brindar soluciones que favorezcan el desarrollo integral de la persona.

## Validación de potenciales evocados auditivos

Entre los diagnósticos de hipoacusia se pueden encontrar diferentes tipos y grados (leve-moderado-severo-profundo) de pérdida auditiva, de los cuales dependería el tipo de tratamiento y de rehabilitación que se le pueda suministrar al paciente, entre los tipos de pérdida auditiva se encuentran las hipoacusias conductivas definidas como “deficiencia de la transformación de energía en forma de ondas sonoras a ondas hidráulicas en el oído interno, que impide que el sonido llegue a estimular correctamente las células sensoriales del órgano de Corti por lesiones localizadas en el oído externo o medio”(16.p555), las cuales pueden tener un efecto negativo para la adquisición del lenguaje de no ser tratadas o amplificadas correctamente, y las hipoacusias neurosensoriales en donde “existe una inadecuada transformación de las ondas hidráulicas en el oído medio en la actividad nerviosa, por lesiones en las células ciliadas o en las vías auditivas”(16), existiendo de esta forma un mayor compromiso para la percepción del lenguaje y por último las hipoacusias mixtas quienes presentan una combinación de las hipoacusias mencionadas anteriormente.

Es así, como se pueden observar (ver tabla 1) (16) diferentes etiologías, tratamientos y consecuencias que dependen del grado y del tipo de pérdida auditiva, que influirán de manera significativa en el desarrollo integral del ser humano, pues se estima que:

“La prevalencia de la hipoacusia en el recién nacido y el lactante se estima entre 1,5 y 6,0 casos por 1.000 nacidos vivos (según se trate de grave o de cualquier grado). El 84% es congénita y el 16% adquirida, progresiva o de comienzo tardío, un tercio de las cuales son debidas a meningitis. Dicha prevalencia se hace importante por su repercusión en el lenguaje, es decir, aquella que es permanente, bilateral y moderada, grave o profunda, es del orden de 1,5 por 1.000 nacidos vivos”(18.p556).

De ahí la necesidad que se realicen tamizajes auditivos, que permitan la realización de diagnósticos y tratamientos tempranos para favorecer el desarrollo integral del ser humano.

## Validación de potenciales evocados auditivos

Al igual que existen diversas patologías, también se encuentra clasificado la forma de evaluar o obtener estos diagnósticos. Dependiendo el autor se puede clasificar en pruebas objetivas y subjetivas (ver tabla 2) (17), la primera dada porque el usuario no participa en la presentación de respuestas, mientras que en la segunda el individuo es el que indica la respuesta ante el estímulo sonoro.

**Tabla 1 clasificación de las hipoacusia según su intensidad, las causas habituales y sus consecuencias**

UMBRAL dB	DESCRIPCION	CAUSAS HABITUALES	LO QUE SE PUEDA OIR SIN AMPLIFICACIÓN	GRADO DE MINUSVALIA (si no se trata antes de cumplir el año)	NECESIDADES PROBABLES
0-15	Limites normales		Todos los sonidos del habla	Ninguno	Ninguna
16-25	Ligera hipoacusia	Otitis serosa, perforación, membrana monoméricas, pérdida neurosensorial, timpanoesclerosis.	Las vocales se oyen con claridad; pueden perderse las vocales sordas	Posiblemente, disfunción auditiva leve o transitoria.  Dificultad para percibir algunos sonidos del habla	Enseñanza especial  Logoterapia  Asiento preferente  Cirugía apropiada
26-40	Leve hipoacusia	Otitis serosa, perforación, membrana monoméricas, pérdida neurosensorial, timpanoesclerosis.	Solo algunos sonidos del habla, los mas sonoros	Dificultades para el aprendizaje.  Leve retraso del lenguaje  Leves problemas con el habla.  Falta de atención	Audífono  Lectura de labios  Enseñanzas especiales  Logoterapia  Cirugía apropiada
41-65	Sordera moderada	Otitis crónica, anomalía del oído medio, pérdida neurosensorial	Pierde casi todos los sonidos del habla en una conversación normal	Problemas con el habla  Retraso del lenguaje  Disfunción del aprendizaje	Los anteriores y además colocar al niño en un sitio especial en clase

## Validación de potenciales evocados auditivos

66-95	Sordera grave	Pérdida neurosensorial o mixta, producida por pérdida neurosensorial mas enfermedad del oído medio	No oye las conversaciones normales	Falta de atención	Los anteriores y además colocar al niño en un sitio especial en clase
				Problemas con el habla	
				Retraso del lenguaje	
				Disfunción del aprendizaje	
96+	Sordera profunda	Pérdida neurosensorial o mixta	No oye el habla ni otros sonidos	Falta de atención	Los anteriores, probablemente deba acudir a clases especiales
				Problemas con el habla	
				Retraso del lenguaje	
				Disfunción del aprendizaje	
				Falta de atención	Implante coclear

Clasificación de las hipoacusias en función del umbral auditivo medio del mejor oído (500-2.000 Hz, American National Standards Institute). Adaptada de Northern JL., Downs MP, Hearing in Children, 3rd ed. Baltimore: the Williams & Wilkins Co. 1984.

*Tabla2. Tipos de pruebas auditivas*

<i>pruebas objetivas</i>	<i>pruebas subjetivas</i>
Otoscopia	Prueba de Ewing
Otoemisiones acústicas provocadas (OEA)	Instrumentos musicales calibrados
Potenciales evocados auditivos del tronco cerebral (PEATC)	Audiometría en campo libre
	observacional
	suzuky
Impedanciometría	Respuestas a la voz de la madre
	Prueba del nombre
	Audiometría tonal liminar
	ludoaudiometría
	peep – show
	Audiometría tonal supraliminar
	Audiometría verbal

Otros autores clasifican la forma de evaluar, según la respuesta que se obtiene durante la evaluación de la función auditiva: “las mediciones comportamentales como son la audiometría tonal y la logaudiometría; electroacústicas que comprenden la inmitancia acústica y las otoemisiones



## Validación de potenciales evocados auditivos

acústicas y por último están las mediciones electrofisiológicas que comprenden los potenciales evocados auditivos”(18.p.98); también clasifican las evaluaciones audiológicas según el sitio del sistema auditivo evaluado “pruebas básicas, éstas evalúan principalmente la función periférica (audiometría tonal, inmitancia acústica, logaudiometría, electrocoqueografía y otoemisiones acústicas) y pruebas electrofisiológicas que evalúan la vía nerviosa auditiva hasta la corteza (potenciales evocados auditivos)”(18.p.98). Independiente de la forma de clasificar las pruebas audiológicas, lo importante es la ejecución de estos test, dado que al lograr obtener resultados verídicos, también permite llevar una certeza en la rehabilitación.

En la audiología se han efectuados muchos cambios en la forma de evaluar, desde el comienzo de la audiología la exploración de la capacidad auditiva ha ido experimentando notables cambios, en las primeras exploraciones de la audición consistieron en la acumetría, tanto fónica, como instrumental, posterior se introdujo la epoca de la electricidad la cual llevo un gran avance para la audiología y a su vez para el desarrollo de las pruebas audiométricas electrónicas que son instrumentos fundamentales para realizar los diagnósticos(19), y a medida que va modernizándose la tecnología en diversos áreas profesionales, esta permite que se tenga también avances en el campo auditivo, no solo en los instrumentos para evaluar, sino al igual en la forma de estudiar el oído y en la manera de lograr habilitar o rehabilitar un órgano auditivo, haciendo cada día más importante la profesión de Fonoaudiología y la Audiología.

Para el presente estudio es foco de investigación los potenciales evocados auditivos, los cuales estarían clasificados como una prueba objetiva, que genera respuestas de las mediciones electrofisiológicas y que evalúa la vía nerviosa auditiva, por lo que es de gran utilidad para evaluar a la población infantil menor de 5 años.

## Validación de potenciales evocados auditivos

Es muy importante que los equipos que se utilicen para la ejecución de los diferentes tipos de prueba y por lo tanto para el diagnóstico de las diversas patologías, arrojen resultados válidos y confiables. La confiabilidad que hace referencia al grado en que un instrumento produce resultados consistentes y coherentes; al ser aplicado de forma repetida al mismo sujeto u objeto produce resultados iguales (20), Por lo tanto se logra la confiabilidad en estos equipos cuando se evidencian que realicen la función para la cual están hechos, dando siempre los mismos resultados, sin importar el número de veces que se repita en el mismo sujeto.

La validez se refiere al grado en que un instrumento realmente mide lo que pretende medir (21), por lo que esta es la que permite decir que un resultado es certero o verídico, en este caso el equipo debe arrojar datos exactos y precisos del estado del oído, de los niveles de audición o de la vía auditiva. Por lo que es muy importante que el equipo inalámbrico con filtro kalman, se compruebe que genera resultados confiables y válidos para la población infantil menor a 5 años.

### Potenciales Evocados auditivos

Los potenciales evocados auditivos son señales dieléctricas que se producen de la actividad que se presenta en las zonas neuronales, periféricas y centrales como respuesta a estímulos externos. Este tipo de examen objetivo es utilizado frecuentemente en la población infantil, ya que las pruebas subjetivas no brindan la confiabilidad suficiente para un diagnóstico temprano.

Se pueden clasificar según el sitio de estimulación o el tiempo de aparición: Potenciales de latencia corta (cuando el potencial aparece en los primeros 4 ms); Potenciales de latencia media (cuando el potencial aparece en los primeros 100 ms) y potenciales de latencia tardía (cuando el potencial aparece a 250 ms) (18). Estas pruebas se usan dependiendo del tipo de diagnóstico buscado.

## Validación de potenciales evocados auditivos

Los potenciales evocados auditivos más comunes y utilizados en el diagnóstico de la hipoacusia neurosensorial son:

Potenciales Evocados Auditivos de Tronco Cerebral (PEATC o BERA) refleja la actividad eléctrica generada a través de la vía auditiva desde la cóclea hasta el tallo cerebral producida por un estímulo auditivo. Esta actividad se representa en una serie de ondas las cuales convencionalmente han sido denominadas con números romanos (I-V). La primera onda en aparecer es la onda I, la cual tiene un tiempo aproximado de aparición de 1.5ms y las demás ondas aparecerán con un intervalo de 1 ms entre ellas; y se genera en el nervio auditivo, la onda II en la porción proximal del VIII par craneal en su entrada en el tallo cerebral. La onda III ha sido asociada a la actividad eléctrica generada en el núcleo olivar superior, la onda IV es rara vez clínicamente tomada en cuenta, aparece asociada a la onda V, que se genera en el núcleo del lemnisco lateral y la onda V que es la más analizada en las aplicaciones clínicas de esta prueba, proviene de la actividad eléctrica generada por la terminación lateral del lemnisco lateral en su entrada en el colículo inferior (18).

Potenciales evocados auditivos multifrecuencia: son umbrales auditivos electrofisiológicos de estímulos tonales transientes de frecuencia específica. (500, 1000, 2000, 4000, Hz). Su utilidad clínica es que se realiza una estimación aproximada del audiograma tonal por frecuencia específica, en paciente con pérdidas auditivas de leves a severas, en niños pequeños, con compromiso asociado comportamental, intelectual visual y auditivo (22).

Potenciales evocados auditivos de estado estable (PEAEE): Son cambios de voltaje en la vía auditiva provocados por un estímulo continuo. Esta técnica se contrapone a los ampliamente utilizados Potenciales Evocados Auditivos del Tronco Cerebral a click (PEATC) por la posibilidad de determinar el umbral auditivo en un más amplio espectro y de manera específica por frecuencias (multifrecuencia). El estímulo más utilizado para la obtención de PEATC ha sido

## Validación de potenciales evocados auditivos

tradicionalmente el click por tener la ventaja de activar la vía auditiva de una forma sincrónica debido a su corta duración. Pero esta brevedad conlleva un importante inconveniente al generar una amplia dispersión frecuencial, correspondiendo el umbral determinado por el PEATC a click con los umbrales conductuales a las frecuencias 2000-4000 Hz. (23) Se fundamentan en el hecho de que la aplicación de un estímulo repetitivo, genera señales repetitivas. Con la repetición de un determinado estímulo, cada una de las respuestas correspondientes se superpondrá a la siguiente, esta última a la siguiente, y así sucesivamente dando lugar a una respuesta periódica. Se les denomina estable en el tiempo porque a diferencia de los Potenciales transitorios por click, que se extinguen tras un determinado período de tiempo, esta respuesta se mantendrá en el tiempo así como lo haga el estímulo que la provoca. El estímulo acústico repetitivo es representado por un tono modulado en amplitud, es decir, un sonido que con una determinada frecuencia, aumenta y disminuye en intensidad. Cuando la frecuencia de modulación está en torno a 100 Hz, se obtiene una señal correspondiente a la superposición del PEATC. Esta respuesta consiste en una onda cuasisinusoidal, cuyo principal componente es probablemente las ondas V correspondientes a cada estímulo, aunque existe controversia acerca del origen eléctrico del PEAAe (23).

CHAMP (Clochear Hidrops Analysis Masking Procedure): potencial evocado auditivo de frecuencia corta, esta prueba permite realizar un análisis y detectar el Hidrops Endolinfático o Enfermedad de Meniere. Es una versión modificada del ABR en la cual se utiliza un nivel de enmascaramiento para detectar el hidrops endolinfático. Esta patología está asociada a un fenómeno de subenmascaramiento que se observa durante la recolección de datos BERA utilizando estímulo click con un masking a alta intensidad; las medidas del cambio de latencia de la onda V causada por la adición de ruido de enmascaramiento de paso alto, se utiliza en combinación con medidas de amplitud para evaluar la presencia y características de la repuesta subenmascarada.

## Validación de potenciales evocados auditivos

### Nueva tecnología con filtro kalman

En el 2006 se introdujo una herramienta diagnóstica, que ha sido incluida en diferentes programas de tamizaje auditivo a nivel clínico, audiológico y escolar, para el diagnóstico, el pesquizaje y la estimación de umbrales, la cual trae una tecnología implementada “Integrity™” que es considerada como el primer analizador Wireless para el diagnóstico audiológico, la cual trae ventajas como:

- Reduce la electricidad, el magnetismo y las interferencias, al generar señales más claras, que incluso no son distorsionadas en ambientes ruidosos como la Unidad de Cuidados Intensivos UCI, generando así mayor fiabilidad en sus respuestas.
- Sistema Wireless que evita la conducción eléctrica de ruido entre el computador y el amplificador, lo que favorece la claridad de la señal, ya que genera una excepcional comunicación al paciente y un conveniente test a distancia, pues es un tipo de examen en el que el infante puede estar en la incubadora, cuna, coche, carro, entre otros.
- Trae consigo un filtro KALMAN que se basa en el método de procesamiento de la señal, que reduce los efectos de ruido, sin importar la actividad muscular del paciente, lo que elimina la necesidad de sedación, sueño y/o relajación.

Es así, como el sistema Integrity™, con filtro Kalman, es una herramienta realmente útil para la valoración auditiva, ya que por un lado, permite no solo obviar señales enmascarantes como el ruido, que normalmente son transmitidas por los otros equipos convencionales, dando así una mejor calidad en los hallazgos de los umbrales auditivos; por otro lado, al no requerir de ningún tipo de sedación, favorece los costos clínicos y reduce los riesgos que pueden presentar durante el examen; por otro lado, al ser un sistema Wireless, permite la realización del examen con altos estándares de calidad en distintos ambientes; y

## Validación de potenciales evocados auditivos

por último al poseer el filtro Kalman, favorece la realización del examen a grupos poblacionales que tienen dificultad para la realización de exámenes convencionales, como lo es el caso de personas con apnea de sueño, personas a quienes no se les pueden suministrar sedación, y personas con autismo, parálisis cerebral, entre otras patologías.

### Variables

Las variables de la investigación son las siguientes:

- Potenciales evocados de frecuencia específica: es definido como una técnica de valoración auditiva que permite explorar la función del oído interno y de las vías nerviosas que van hacia el cerebro, la cual evalúa varias frecuencias de la audición y permite un estudio muy detallado del estado clínico de la audición (24).

- Indicadores:

Frecuencia: definida como número de veces que se repite una onda en una cantidad de tiempo determinada de una señal eléctrica o electromagnética. Su unidad de medida es el hertzio y la velocidad de los procesadores (o ciclos de reloj) se mide en megahertzios (MHz), la cual determina la tonalidad grave (baja frecuencia) o aguda (alta frecuencia).

Intensidad: es definida como “Nivel o volumen de un fenómeno auditivo que está determinado por la cantidad de energía que se genera, donde niveles de energía elevados son percibidos como sonidos fuertes y bajos niveles de energía se perciben como sonidos débiles” (25).

Las cuales se registran con dos procedimientos diferentes, con filtro Kalman y con equipos convencionales.

## Validación de potenciales evocados auditivos

### Hipótesis

El coeficiente de validez de criterio de los potenciales evocados auditivos de frecuencia específica realizados con equipos inalámbricos con filtro Kalman arrojan resultados semejantes a los obtenidos con equipos convencionales, para El diagnóstico audiológico en niños menores de 7 años.

## Validación de potenciales evocados auditivos

### MARCO METODOLÓGICO

#### Tipo de estudio

Descriptivo dado que se presentara evidencia de validez de la prueba de potenciales evocados auditivos multifrecuencia en equipo inalámbrico con filtro Kalman, a partir de la evidencia de criterio usando como norma de referencia la prueba de potenciales evocados auditivos con equipo convencional.

#### Aspectos éticos

El presente estudio según la resolución 008430 de 1993 es una investigación de riesgo mínimo, ya que se registrarán datos a través de procedimientos comunes consistentes específicamente en exámenes de diagnóstico, por lo tanto los padres o acudientes de los pacientes firmarán un consentimiento informado del examen que se realizara con el equipo inalámbrico con filtro Kalman, el cual no requiere de ningún tipo de sedación (ver anexo 1), y la prueba de potenciales evocados auditivos frecuencia específica con equipo convencionales, ya les fue practicado en otra institución a los usuarios.

#### Método

Para la validación existen tres tipos de proceso que se pueden realizar, los cuales son:

- La validez de contenido es compleja de obtener. Primero, es necesario revisar cómo ha sido utilizada la variable por otros investigadores, y en base a dicha revisión elaborar un universo de ítems posibles para medir la variable y sus dimensiones (el universo tiene que ser lo más exhaustivo que sea factible). Posteriormente, se consulta con investigadores familiarizados con la variable para ver si el universo es exhaustivo. Se seleccionan los ítems bajo una



## Validación de potenciales evocados auditivos

cuidadosa evaluación, y si la variable tiene diversas dimensiones o facetas que la componen, se extrae una muestra probabilística de ítems. Se administran los ítems, se correlacionan las puntuaciones de los ítems entre sí, y se hacen estimaciones estadísticas para ver si la muestra es representativa. Para calcular la validez de contenido son necesarios varios coeficientes.

- La validez de criterio establece la validez de un instrumento de medición comparándola con algún criterio externo. Este criterio es un estándar con el que se juzga la validez del instrumento (Wiersma, 1986). Entre los resultados del instrumento de medición se relacionen más al criterio, la validez del criterio será mayor.

Si el criterio se fija en el presente, se habla de validez concurrente (los resultados del instrumento se correlacionan con el criterio en el mismo momento o punto del tiempo). Si el criterio se fija en el futuro, se habla de validez predictiva.

- La validez de constructo es probablemente la más importante sobre todo desde una perspectiva científica y se refiere al grado en que una medición se relaciona consistentemente con otras mediciones de acuerdo con hipótesis derivadas teóricamente y que conciernen a los conceptos (o constructos) que están siendo medidos. Un constructo es una variable medida y que tiene lugar dentro de una teoría o esquema teórico.

La validez de constructo incluye tres etapas:

- 1) Se establece y especifica la relación teórica entre los conceptos (sobre la base del marco teórico).
- 2) Se correlacionan ambos conceptos y se analiza cuidadosamente la correlación.
- 3) Se interpreta la evidencia empírica de acuerdo a qué tanto clarifica la validez de constructo de una medición en particular.

El proceso de validación de un constructo está vinculado con la teoría. No es posible llevar a cabo la validación de constructo, a menos que exista un marco teórico que soporte a la variable en relación con otras variables. Desde luego, no

## Validación de potenciales evocados auditivos

es necesaria una teoría sumamente desarrollada, pero si investigaciones que hayan demostrado que los conceptos están relacionados. Entre más elaborado y comprobado se encuentre el marco teórico que apoya la hipótesis, la validación de constructo puede arrojar mayor luz sobre la validez de un instrumento de medición, y mayor confianza tenemos en la validez de constructo de una medición, cuando sus resultados se correlacionan significativamente con un mayor número de mediciones de variables que teóricamente y de acuerdo con estudios antecedentes están relacionadas.

La validez de constructo se suele determinar mediante un procedimiento denominado “Análisis de Factores”.

Según lo anterior en esta investigación se realizará una validez de criterio, ya que se hará una comparación con un criterio externo como son los potenciales evocados auditivos de frecuencia específica con equipos convencionales, y por ende conocer la validez de los potenciales evocados auditivos de frecuencia específica con filtro Kalman, para estimarla se requiere realizar una correlación de la medición con el criterio, la cual se realizara una comparación estadística de umbrales para cada grupo poblacional y por cada frecuencia que se mida, posterior se analizará la media, moda y desviación estándar de los resultados obtenidos.

### Participantes

Esta investigación será realizada en la IPS Audiosalud integral. La muestra se toma a 30 niños y niñas que cumplan las siguientes características:

- Menores de 7 años de edad.
- Género femenino o masculino.
- Los participantes serán distribuidos en tres grupos según el diagnóstico audiológico, así: un grupo cuyo diagnóstico audiológico se encuentre dentro de parametros normales; un segundo grupo con diagnóstico de hipoacusia neurosensorial moderada; y un tercer grupo con hipoacusia

## Validación de potenciales evocados auditivos

neurosensorial severa-profunda, evidenciada o corroborada por medio de la prueba electrofisiológica de potenciales evocados auditivos multifrecuencia con equipos convencionales donde el último examen tenga menos de 1 año de realización, con consentimiento informado, firmado por el padre o acudiente. (ver anexo 1).

El criterio de exclusión será aquellos usuarios que presenten como diagnóstico audiológico desincronía auditiva.

### Instrumentos

Para la realización de esta investigación, se requiere de un equipo inalámbrico para pruebas electrofisiológicas, como son los potenciales evocados auditivos a multifrecuencia, con filtro Kalman, el equipo que se usará tiene además las siguientes especificaciones:

- Estimulación Conductancia aérea (AC) y conductancia ósea (BC), ipsi- y contralateral
- Estímulos: Click 100  $\mu$ s y tono intermitente 0.5, 1, 2, 3 y 4 kHz
- Calibración: dB SPL y dB nHL para AC, dB FL y dB nHL para BC
- Índice de estímulos: 7.1 a 95.0 por segundo con incremento de 0.1/s
- Polaridad de estímulos: Condensación (C), Rarefacción (R), Alternado (C & R promediado), División alternada (C & R visualizados en forma separada)
- Señales de registro: Promedio (A+B), regulador A y B y diferencia (A-B)
- Ventana de registro: De -1 a 0-30 ms
- Filtros digitales: Ajustables, paso alto 30-300 Hz y paso bajo 1000-3000 Hz

## Validación de potenciales evocados auditivos

- Variables ponderadas: Latencia de onda en tiempo real I, II, III, IV, V, intervalos I-III, III-V, I-V entre picos, amplitud de onda I y V, índice de amplitud V/I y coeficiente de correlación específico para latencia
- Formato de registro de resultados
- Formato de historia clínica

### Procedimiento

Etapa I: en esta etapa se pretende recolectar datos e información teórica:

- Realizar una investigación documental acerca de los potenciales evocados auditivos y los equipos inalámbricos con filtro Kalman.

Etapa II: Trabajo de campo y análisis de datos.

- Selección de los participantes.
- Distribución de los participantes en los grupos planteados, según los criterios de inclusión y exclusión.
- Revisión de potenciales evocados auditivos a frecuencia específica con equipos convencionales de la muestra seleccionada.
- Realización de pruebas de potenciales evocados auditivos a frecuencia específica con el equipo inalámbrico con filtro Kalman.
- Realizar codificación y análisis estadísticos.

Etapa III: Resultados, discusión y conclusiones

<b>FASE UNO: DEFINICIÓN DE LA SITUACIÓN / PROBLEMA.</b>															
NOMBRE DE LA SUBFASE	JUN	JUL	AGO	SEP	OCT	NOV	DIC	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO
A. PLANEACIÓN															
B. FORMULACION DEL PROYECTO DE INVESTIGACION															
<b>FASE DOS: TRABAJO DE CAMPO</b>															
A. RECOLECCIÓN DE INFORMACION															
B. ORGANIZACIÓN DE LA INFORMACION															
<b>FASE TRES "SISTEMATIZACIÓN Y ELABORACIÓN DEL DOCUMENTO FINAL "</b>															
A. ANÁLISIS DE LA INFORMACION															
B. INTERPRETACIO N Y DISCUSIÓN															
<b>PRESENTACION DEL DOCUMENTO FINAL</b>															
A. CONCLUSIÓN															
B. SUGERENCIAS															
C. PRESENTACIÓ N DEL DOCUMENTO															

## Validación de potenciales evocados auditivos

## Presupuesto

RUBROS	FUENTE				
	NIVEL ACADEMICO	TIPO	DEDICACION DE HORAS SEMANALES	VALOR MENSUAL	VALOR TOTAL (14 MESES)
LEISLY GUTIERREZ	Pregrado	Investigadora principal	6	\$225.000	\$3.150.000
LILIANA PACHON	Pregrado	Coinvestigadora	6	\$225.000	\$3.150.000
VANESSA GONZALEZ	Pregrado	Coinvestigadora	6	\$225.000	\$3.150.000
<b>TOTAL</b>			18	\$675.000	\$9.450.000

EQUIPOS	VALOR DEL EQUIPO	DEPRECIACION	TOTAL
Computador	\$1.200.000	10%	\$120.000
Vivosonic	\$40.000.000	10%	\$4.000.000
Otoscopio	\$800.000	10%	\$80.000
<b>TOTAL</b>	\$42.000.000		\$4.200.000

MATERIALES	VALOR
Electrodos	\$400.000
Algodón	\$40.000
Alcohol	\$40.000
Guantes	\$80.000
Papelería	\$140.000
<b>TOTAL</b>	\$700.000

## Validación de potenciales evocados auditivos

BIBLIOGRAFIA	VALOR
Libros	\$1.000.000
Revistas	\$400.000
<b>TOTAL</b>	<b>\$1.400.000</b>

FUENTE	RUBROS
Personas	\$ 9.450.000
Equipos	\$ 4.200.000
Materiales	\$ 700.000
Bibliografía	\$ 1.400.000
<b>TOTAL DE PRESUPUESTO</b>	<b>\$ 15.750.000</b>

### REFERENCIAS

- 1) MENCHER, *et all*. Universal neonatal hearing screening: past, present and future. Citado por: MIJARES, E, et al. Técnicas diagnósticas más utilizadas para la identificación temprana de las pérdidas. En: Revista de Logopedia, Foniatría y Audiología auditivas.2006.vol.26, no 2.
- 2) BIXQUERT, V; JAUDENES, C; PATIÑO, i. Incidencia y repercusiones de la hipoacusia en niños.Citado por: AGUILAR, A. Detección precoz de la hipoacusia en recién nacidos. En: Revista An Pediatr. 2005; vol.63, p 195.
- 3) AMARİCINI, A; AMADORI, A; FOSSI, SI. *Evoked potentials in the ICU. En: European Journal of Anaesthesiology 2008. Vol. 25, p.196-202*
- 4) Mignon M. Schminky y Jane A. Baran. Trastornos centrales de la percepción auditiva: vista general de las formas de evaluación y de las practivas para sobrellevar los trastornos [sitio web], 2010, Massachsetts. Disponible en: <http://www.tsbvi.edu/Outreach/seehear/spring00/centralauditory-span.htm>.
- 5) Vivosonic, [sitio web], Canadá, [2009/2010]. Disponible en: [www.vivosonic.com](http://www.vivosonic.com).
- 6) RIVAS, Jose .A. Audiologia En: Otología. Imprenta y publicaciones Fuerzas Militares 1992 Bogotá: 1992. P. 166
- 7) FERRERIRA, Ricardo.. Audiologia En: TRATADO DE OTOLOGIA. Brasil. Eudps. 1998. PAG 115
- 8) CUNNINGHAM, F.; HANSSON, S. Y SOKOIOV. Y.non-sedated ABR: practical applications. En: Advance for audiologists. 2008. p. 61.
- 9) CRAIG. Dianne. Vivosonic makes wireless waves with integrity. Toronto. En: Technology for doctors. January. 2009. P 8.
- 10) Servicio de otorrinolaringología cabeza y cuello – fonoaudiología [sitio web]. Cordoba – Argentina. 2009. Disponible en: <http://www.orlnet.com.ar/PEA.htm>



## Validación de potenciales evocados auditivos

- 11) MARTÍNEZ-B. *et al.* Servicio de ORL. Hospital clínico universitario de valencia. Potenciales evocados auditivos de estado estable a multifrecuencia como técnica de determinación de umbrales auditivos *acta otorrinolaringologica esp* 2002; 710
- 12) LOPEZ M. *et al.* Hidrato de cloral y mitlazolam en sedación para electroencefalograma en niños de 1 a 5 años. *Rev. Chil. Pediatr.* 66 (4); 204,1995
- 13) ALZINA DE AGUILAR V. Detección precoz de la hipoacusia en el recién nacido, Presidente de la Comisión para la Detección Precoz de la Hipoacusia en Recién Nacidos (CODEPEH). Departamento de Pediatría. Clínica Universitaria de Navarra. Pamplona. España, *An Pediatr (Barc)* 2005;63(3):193
- 14) AMADO, M; PLAZA, G; SANABRIA, J. Patología básica de ORL para el médico de atención primaria. España. Ediciones DOYMA; 2002, p. 9.
- 15) MORENO, A. Diagnostico de la Hipoacusia Infantil. Servicio de Otorrinolaringología. Sección de ORL Infantil. Hospital General Universitario Gregorio Marañón. Madrid. España
- 16) DELGADO, J. Hipoacusia en el niño. España. 2002, p. 555.
- 17) GOTZENS, Antonia., MARRO, Silvia., prueba de valoración de la percepción auditiva explorando los sonidos y el lenguaje, Masson, Barcelona España, 2001, p 6
- 18) RIVAS. Jose A., ARIZA. Hector A., tratado de otología y audiología diagnóstico y tratamiento médico quirúrgico. Bogotá Colombia, amolca. 2007. p 98
- 19) RUIZ. Jesus. Pruebas funcionales del órgano auditivo – agudeza auditiva
- 20) BRIONES, G. métodos y técnicas de investigación para las ciencias sociales. 2003
- 21) BOSTWICK G. J; KYTE N. S. Social Work: research and Evaluation. Quantitative and qualitative approaches
- 22) Audiocom. potenciales evocados auditivos de frecuencia específica [base de datos de internet]. Bogotá. [2007/2010]. Disponible en:

## Validación de potenciales evocados auditivos

<http://www.audiocom.com.co/audiologia/colombia/154/potenciales-evocados-auditivos-de-frecuencia-especifica.html>

- 23)** Martínez, Beneito P., Moran Ventura A., Pitarch Ribas, M., García Callejo, F., Marco Agarra, J., Potenciales evocados auditivos de estado estable a multifrecuencia como técnica de determinación de umbrales [monografía en internet], España, acta de otorrinolaringología, 2002, [acceso 20 de enero de 2010], disponible en:  
<http://acta.otorrinolaringol.esp.medynet.com/textocompleto/actaotorrino25/707-717.pdf>
- 24)** Detección temprana en la sordera [sitio web], Bogotá - Colombia, grupo medico otológico, [2004/2010], disponible en:  
<http://www.grupomedicootologico.com/deteccion.htm>
- 25)** Organización Mundial de la salud, Clasificación Internacional del funcionamiento, de la Discapacidad y de la Salud. Ginebra (Suiza) 2001. Equipo de Clasificación, Evaluación, Investigación y Terminología. Encontrado en: <http://www.med.univ-rennes1.fr/iidris/cache/es/30/3002>

## Validación de potenciales evocados auditivos

## ANEXO 1. CONSENTIMIENTO INFORMADO

## CONSENTIMIENTO INFORMADO POR ACUERDO DE VOLUNTADES

Fecha

No historia clínica

## PARA LA PRESTACIÓN DE SERVICIOS AUDIOLÓGICOS

Nosotras Leisly Gutiérrez, Liliana Pachón y Vanessa González, estudiantes de la especialización de audiología de la Escuela Colombiana de Rehabilitación, nos encontramos realizando una investigación titulada "Validación de la prueba de potenciales evocados auditivos de frecuencia específica en equipo inalámbrico con filtro kalman.", como parte de esta investigación se requiere hacer una valoración del examen a una muestra a 30 niños.

El objetivo de la presente investigación es probar un examen que consiste en valorar la audición de los niños, a través de la prueba de potenciales evocados auditivos de estado estable a multifrecuencia, en el cual se pasa una serie de señales auditivas, mientras los niños se encuentran realizando otras actividades. La prueba se realiza con un equipo inalámbrico, que permite libertad en el movimiento de los niños y no requiere de sedación. Para este examen solo se colocara unos electrodos cerca a la oreja, los cuales no producen reacciones adversas, ni efectos secundarios, la fijación de los electrodos, será realizado a través de un gel antialérgico. El tiempo aproximado de la prueba son 45 minutos. Este examen permitirá tener una medición de la audición de su hijo(a) más exactas, lo cual permitirá elegir la ayuda terapéutica más adecuada.

Los datos que se obtengan del examen audiológico de su hijo(a) serán confidenciales, y se utilizaran con fines investigativos, sin la publicación del nombre de su hijo. Usted tiene la absoluta libertad para decidir la participación voluntaria de su hijo o retirarlo del examen en cualquier momento, y esto no tendrá ninguna consecuencia al nivel de la atención que usted recibe. En caso de cualquier duda, puede comunicarse con:

**Nombre**

Leisly Gutiérrez

Liliana Pachón

Vanessa González

**Teléfono**

3163328410

Certifico que he leído, comprendo perfectamente todo lo explicado, y autorizo la participación de mi hijo(a) en la investigación.

Nombre del usuario \_\_\_\_\_

Nombre de padre o acudiente \_\_\_\_\_ C.C. \_\_\_\_\_

Firma Familiar o Acudiente Responsable \_\_\_\_\_

C.C. \_\_\_\_\_ Parentesco \_\_\_\_\_

Testigo 1: \_\_\_\_\_

Testigo 2: \_\_\_\_\_

Firma y Sello De Audióloga \_\_\_\_\_

C.C. \_\_\_\_\_