Artículo Original

Revista de Investigaciones Universidad del Quindío
ISSN 1794-631X e-ISSN 2500-5782

HALLAZGOS VIGENTES DE INVESTIGACIONES PIONERAS EN EL DESARROLLO DE LA CAPACIDAD DE LOCALIZACIÓN AUDITIVA EN BEBÉS

CURRENT FINDINGS FROM PIONEERING RESEARCH ON THE DEVELOPMENT OF AUDITORY LOCALIZATION ABILITY IN INFANTS

Álvarez-Ramírez, Leonardo Yovany

Leonardo Yovany Álvarez-Ramírez
leonardoalvarez64@gmail.com
Universidad de Investigación y Desarrollo, Santander, Bucaramanga, Colombia

Revista de Investigaciones Universidad del Quindío
Universidad del Quindío, Colombia
ISSN: 1794-631X
ISSN-e: 2500-5782
Periodicidad: Anual
vol. 34, núm. 1, 2022
riuq@uniquindio.edu.co

Recepción: 15 Septiembre 2021
Aprobación: 11 Enero 2022

URL: http://portal.amelica.org/ameli/journal/517/5173110019/

Resumen: El objetivo del estudio fue analizar hallazgos vigentes de las investigaciones pioneras en el desarrollo de la capacidad de localización auditiva en bebés mediante la técnica de revisión documental a través de cuatro fases: Preparatoria, descriptiva, interpretativa y sinopsis. Los hallazgos muestran que el umbral de respuesta sonora decrece con la edad del infante, el oído medio aun es inmaduro, igual que la discriminación de frecuencias. El descubrimiento y codificación de nueva información sonora demora solo unos pocos meses en el infante y está afectado por la maduración del oído medio, sin embargo pierde información relevante que debería trasmitirse al cerebro. El infante aprende asociaciones vista-sonido después de nacer así como expectativas sobre estos eventos en una realidad tridimensional en razón a su repetición.

Palabras clave: delimitación, objeto estacionario, objeto móvil, infante.

Abstract: The objective of the study was to analyze current findings of pioneering research on the development of auditory localization capacity in babies through the document review technique through four phases: Preparatory, descriptive, interpretive and synopsis. The findings show that the sound response threshold decreases with the age of the infant, the middle ear is still immature, as is the frequency discrimination. The discovery and encoding of new sound information takes only a few months in the infant and is affected by the maturation of the middle ear, however it loses relevant information that should be transmitted to the brain. The infant learns sight-sound associations after birth as well as expectations about these events in a three-dimensional reality because of their repetition.

Keywords: segregation, stationary objet, moving object, infant.

INTRODUCCIÓN

La audición del infante orienta y dirige su atención, detecta y monitorea las posiciones de objetos y fuentes de sonido en el espacio (Grantham, 1995), también permite interpretar información de la distancia de las mismas. La localización auditiva actúa en el plano horizontal (izquierda-derecha), vertical (arriba-abajo) en función de la percepción de la distancia relativa entre el infante y la fuente (Blauert, 1997).

La investigación científica acerca de la localización auditiva en los infantes empezó en la segunda mitad del siglo XX y más concretamente en la década del 80 (Hüg & Arias, 2009). Dentro de los interrogantes centrales de la investigación han surgido algunos tales como: ¿cuándo comienzan los bebés a localizar fuentes sonoras?, ¿con qué velocidad el infante gira la cabeza hacia la fuente sonora?,¿qué latencia tienen las respuestas del infante a fuentes sonoras observadas?, ,¿cómo se modifica el rendimiento con la edad?, ¿a qué edad comienzan a percibir la distancia a la que se encuentra un objeto sonoro?,¿pueden los infantes localizar fuentes sonoras sin claves táctiles ni visuales previas sobre su posición?,¿cómo se relaciona la localización auditiva con el alcance del objeto? (Hüg, 2011).

La diversidad de métodos con los cuales se ha venido explorando la localización auditiva ha ido progresando conforme se ha ampliado el rango de la tecnología de mapeo y registro de señales de diversa naturaleza que han permitido verificar hipótesis y descartar conjeturas que se han mantenido durante mucho tiempo en este campo. Los nuevos hallazgos investigativos han contrastado viejas suposiciones, mientras otros las han corroborado, lo cual hace que el panorama en el estudio de este tópico tenga diversos datos y esté lleno de contrastes, vacíos, tendencias teóricas, metodológicas y epistemológicas que se hace necesario delimitar con el fin de orientar los estudios en el campo y facilitar a los investigadores y a la comunidad académica un corpus organizado de información que pueda usarse como referencia para la identificación de elementos que tienen importancia central al respecto.

De acuerdo con lo anterior se llevó a cabo la presente revisión documental cuyo objetivo fue describir las principales resultados, objetivos, metodologías, marcos teóricos y problemas críticos entorno a la investigación sobre localización auditiva en infantes.

MÉTODO

Estrategias de búsqueda de fuentes de referencia.

Se consultaron las bases de datos electrónicas Ebsco, Proquest, Scopus, Science Direct, Redalyc, Scielo, empleando las palabras clave “auditory location”, “newborn auditory location”, “infants localization of sound”, “sound location in newborns”,”fetus auditory location”. Se leyeron los abstracts de 83 artículos arrojados por la búsqueda, resultando pertinentes 30 de ellos.

Criterios de inclusión de artículos.

Se seleccionaron estudios publicados como artículo científico enfocados en los temas de : localización auditiva en fetos, recién nacidos o infantes; reconocimiento de sonido en infantes y aspectos neuropsicológicos asociados, maduración y aprendizaje en localización auditiva en infantes, localización auditiva y alcance del objeto, intermodalidad sensorial en la localización auditiva del infante; la mayor parte bajo una metodología experimental en diversos rangos de edad, gestados o nacidos a término y sin ninguna alteración física o psico-sensorial.

Criterios de exclusión de artículos.

Se excluyeron estudios que abordaban el tema de forma de manera inespecífica o en combinación incompleta, tampoco si la descripción de sus resultados carecía de claridad o no tenía claro el aporte al estado del conocimiento al respecto.

PROCEDIMIENTO

Se utilizó la técnica bibliográfica y el análisis de contenido de la investigación documental en las Ciencias Sociales (Hoyos,2000). En el primer caso para la selección, clasificación, ordenación y sistematización de la información aportada por los artículos, y, en el segundo caso, la descripción objetiva, sistemática y cuantitativa del contenido de los mismos. Se combinaron los métodos inductivo y deductivo para la organización, interpretación e integración de la información a través de las fases de interpretación, descripción, integración y sinopsis así:

fase preparatoria

Se definió la estrategia de búsqueda de artículos, las bases de datos electrónicas,las palabras claves de delimitación de la búsqueda, los criterios de inclusión y exclusión para la selección de los artículos a partir de los abstracts leídos y analizados.

fase descriptiva

Se analizaron en cada material: (a) los aspectos formales y de identificación de la obra y del autor,(b)asunto investigado u objeto o fenómeno en estudio,(c) delimitación contextual, parámetros espacio-temporales, sociales y en relación con los sujetos,(d) propósito: fin perseguido por la investigación y objetivos, (e) enfoque: marco teórico de referencia,(f) alcance: relevancia, pertinencia, suficiencia, hipótesis verificadas, aportes e implicaciones, conclusiones,(g) metodología: instrumentos, procedimientos, materiales utilizados en los estudios. Posterior a ello se registró la información en las fichas formateadas para tal fin.

fase interpretativa.

Se analizó la información de cada documento estableciendo características, tipologías y subtipologías por núcleo temático, relaciones entre ellas, continuidades y discontinuidades; relaciones inter tipologías y clases.

fase de sinopsis.

Se articularon temas por núcleos, se hizo síntesis conceptual a partir de diferenciaciones, definiciones, isoordinaciones supra ordinaciones de conceptos; jerarquización de núcleos temáticos en una organización unificada y global.

fase de integración.

Explicitación de vacíos, limitaciones, tendencias, logros de los estudios en su conjunto de tal forma que se presenten como un todo lógico, consecuente, consistente frente a la exploración del dominio investigativo en cuestión.

RESULTADOS

A continuación se describen los hallazgos obtenidos en la revisión documental realizada así:

Períodos de publicación y región geográfica de origen de los estudios.

En la tabla 1 se presentan los períodos de publicación de los estudios y regiones geográficas en las que se llevaron a cabo. De los 30 artículos revisados, 11 correspondieron a experimentos sobre localización auditiva en infantes. En ellos se aprecia que es en la parte final de la década de los noventas y en el año 2005 en la que se hallaron disponibles más estudios experimentales entorno a la capacidad de localización auditiva en infantes o recién nacidos y fetos; de las regiones geográficas informadas, fue en el Reino Unido donde más estudios se realizaron de acuerdo con esta revisión. Todos los reportes consultados fueron en idioma inglés.

Tabla 1

Periodos y zonas geográficas de realización de los estudios sobre localización auditiva en infantes. (n=11 estudios)

Período	Número de estudios hallados	%	Bloques geográficos
1998	4/11	36..36	Reino Unido
2007	1/11	9.09	Estados Unidos..
2008	1/11	9.09	Algeria
2005	4/11	36.36	No informa
1998	1/11	9.09	Canada

Autor

Muestras y diseños muestrales de los estudios explorados.

En los estudios revisados, 11 de los 30 describieron experimentos con infantes; las muestras en las cuales se exploró la capacidad de localización auditiva cubrieron diferentes rangos de edad, desde las 37 a las 42 semanas de gestación, recién nacidos, hasta los 13 meses de vida, así como entre los 57 y 71 meses de edad. Algunos de los estudios revisados fueron explícitos con respecto al género de los infantes participantes; en general la distribución de los participantes según el género fue pareada. Los tamaños muestrales estuvieron comprendidos en el rango entre los 11 y 68 infantes participantes, pero fueron predominantes los estudios con menos de 20 infantes.

Tabla 2

Rangos de edad y tamaños muestrales de los participantes en los estudios. (n=11 estudios)

Rangos de edad (en meses)	N muestral	N por géneros	
		Masculino	Femenino
Recién nacido	68	-	-
2	36	15	21
4, 6	44	50	50
10.5	32	50	50
2,5,8,13.	-	-	-
7-11	41	-	-
6.5,7-8,9	12	-	-
Recién nacido	14	7	7
	14	6	8
	10	5	5
	15	8	7
57,71	11	7	5
38-42 semanas gestacionales +2 dias después del nacimiento.	36	-	-
37-40 semanas de gestación	12	5	7
	16	10	6
	17	7	9

Autor

Propósitos de los estudios

En torno a la exploración de las habilidades del infante para la localización auditiva de objetos, los estudios considerados en esta revisión involucraron tópicos cruciales que han sido motivo de análisis permanente en este tema, tales como la determinación de la capacidad de los recién nacidos para aprender pareamientos entre vista-sonido (Morronglielo & Fenwick,1988); la percepción de direccionalidad y la velocidad de giro de la cabeza hacia la fuente sonora; la localización sonora sin apoyo visual (Brown,LaGasse,Schwartz & van Vorst,1998); la localización de la madre a partir de su voz al nacer; y explorar los fundamentos psicoacústicos (sonoridad, tonalidad y audición

espacial) y reconocimiento auditivo del infante(Munar,Roselló,Mas,Morente & Quetgle,2002); también la exploración de hipótesis innatistas versus las de aprendizaje en esta habilidad en sonidos directos y reflejados por los objetos (Hug & Arias,2000).

Métodos y materiales utilizados en los estudios revisados.

Los estudios evaluados muestran que se utilizaron varios métodos para examinar la capacidad de localización auditiva en los infantes; uno de ellos fue el de violación de expectativas en el cual se habituó al infante cruzando en simultánea el sonido y la mirada del mismo hacia el objeto (habituación del pareamiento-aprendizaje intermodal), para luego descruzar o desparear la asociación entre vista-sonido (deshabituación controlada) y asi apreciar si hubo aprendizaje de dicha asociación y determinar si hay localización espacial del sonido por fijación de la mirada del infante. Otro de los métodos utilizados, aparte del de mirada preferencial anterior, fue el de giro preferencial de la cabeza del infante pos detección de la fuente sonora para saber sobre su elección lateral del sonido. Otro de los métodos que se hallaron en los estudios fue el de sondeo de Los potenciales evocados auditivo corticales (Rogier,Roux,Belin,Bonnet & Bruneau,2010), la detección de sincronía audio-visual (RMS) (Prince y Hollich,2005) y el EEG (Paterson,Heim,thomas,Choudhury & Benasich,2006).

En cuanto a los materiales y logística de los experimentos, se utilizó en varios estudios un escenario para la presentación del objeto (juguetes) a 80 cm aproximadamente del bebé con cortinas para permitir la observación de las exposiciones de habituación y prueba objeto-sonido. El estímulo auditivo consistió en grabaciones de audio de sonidos continuos en un espectro de frecuencia de banda ancha (50Hz-10,000 Hz).Se utilizaron parlantes para la transmisión de los sonidos al infante. Los sonidos se produjeron continuamente sacudiendo objetos como sonajas, dados, envases plásticos con objetos dentro controlando el número de golpes por segundo. También fueron usados instrumentos musicales (Ross-Sheehy & Newman,2015). También se utilizó software editor de sonidos y animaciones de objeto-sonido en pantallas expuestas al infante (Gavin,Slater,Johnson,Mason & Spring,2005).

Tópicos teóricos críticos en el estudio de la localización auditiva del infante.

En el repaso de los estudios se halló que existen aspectos polémicos en la comprensión de los fenómenos de la localización auditiva en infantes que aún no se resuelven de manera definitiva, quedando preguntas abiertas y cuestiones por abordar. Una de estas es la relacionada con lo innato y lo aprendido en esta capacidad: por una parte está Gibson (1969) quien sostiene que en la medida en que el bebé debe unir lo audible y lo visible como una sincronía temporal y de colocación, existe una dotación innata al respecto que se halla presente en el recién nacido. Se presenta en el material revisado mayores evidencias a favor de una capacidad innata (Condry, Haltom & Neisser, 1977; McGurk & Lewis, 1974). Lyons-Ruth,1977) , sin embargo también hay evidencia sobre el aprendizaje del infante al respecto, por ejemplo a la edad de 4 meses

(Lawson,1980). En cuanto a esto último se ha discutido que la sincronía es un factor crucial para que se produzca el aprendizaje de localización auditiva pero aún no queda del todo establecido ya que parecen existir otras propiedades que hacen que la sincronía sea insuficiente para producir estas asociaciones, lo cual supone diferencias en las redes neurales auditivas y visuales respecto del procesamiento informacional (Shamma,2001), pero también que exista un marco computacional unificado para el procesamiento auditivo-visual al que le subyacen capacidades de timbre, tono y localización que son propiedades temporales en la audición.

Dentro de la línea innatista de Gibson (1979) se encontraron en los estudios examinados reportes a favor, por ejemplo Wertheimer(1961) quien halló que recién nacidos volvieron sus ojos hacia la fuente sonora. La evidencia experimental obtenida ha permitido establecer que a pocos minutos de nacer el bebé es capaz de orientar su cabeza hacia los sonidos. La respuesta a esta edad es lenta, poco precisa y no está acompañada por búsqueda visual. Si bien se asemeja a un patrón motor innato relativamente fijo, existe evidencia de que los neonatos tienen cierta capacidad para modificar la respuesta de giro cuando cambia la posición de la fuente sonora. Por otra parte, estudios realizados con animales muestran que la discriminación de la dirección izquierda o derecha de la que proviene un sonido, se produce a nivel subcortical mientras que la determinación de la posición de una fuente sonora en el espacio se produce a nivel cortical (Heffner, 1978; Thompson & Masterton, 1978); además las estructuras encargadas de codificar las claves binaurales involucradas en la percepción de la dirección del sonido, situadas en el complejo olivar superior, están más maduras que las estructuras auditivas centrales (Hecox, 1975), que continúan madurando hasta los 12 años de edad (Moore & Guan, 2001). Cabe destacar además que la mielinización del nervio auditivo y el tallo cerebral se completa a los 6 meses mientras que la de las conexiones entre tallo y corteza continúa hasta los 5 años (Boothroyd, 1997). Los sistemas sensorial y neural están listos a responder al sonido al séptimo mes. El oído medio se origina de una faringe embrionaria y se llena de fluido a los 7 meses. El canal auditivo y el oído externo se originan en la cuarta y quinta semanas respectivamente. (Gavin, Slater, Johnson, Mason & Spring, 2005). Tan temprano como a los 2 meses de edad del infante pueden detectar la asociación dinámica entre el movimiento horizontal y un movimiento sonoro similar. Por otro lado, la evidencia indica que hacia los 3 ó 4 meses de edad la regulación de la respuesta de localización sonora pasa de un nivel subcortical a estar regulada por la corteza auditiva (Clifton et al., 1984). También estos autores postulan que la maduración de la corteza auditiva es la causa de la aparición de la habilidad para percibir sonidos bajo precedencia. Aunque la maduración de la corteza auditiva es una condición necesaria para que comience a operar el efecto precedente cabe preguntarse qué otros factores siguen incidiendo en la mejora que se observa en el rendimiento durante los primeros años de vida. (Ross-Sheehy & Newman,2015)

Funcionalmente y anatómicamente las redes corticales para la memoria fonológica y no-lingüística son diferentes pero disociables, ellas son parcialmente interdependientes (Stevens, 2004). Los infantes de 10 meses pueden codificar al menos 2 instrumentos naturalistas únicos en su memoria de corto plazo y como mínimo 700 milisegundos de información pero menos de 1400 milisegundos.

Dentro de los trabajos que discrepan de lo anterior, en los estudios verificados, se favorece el rol del aprendizaje en la localización auditiva del infante, por ejemplo de la lateralización del sonido.

Dentro de los aspectos metodológicos también se hallaron aspectos polémicos en los estudios, por ejemplo la aplicación del método psico-físico al estudio del desarrollo de la localización auditivas en infantes (Werner,1992;Rosselló,Mas,Morente & Quetgle,2002) por asuntos motivacionales que pudieran afectar la atención y el rendimiento en los experimentos y sus resultados (Schneider & Trehub,1992) Además se discute sobre cuál es el peso relativo de los aspectos fisiológicos, motores, sensoriales y percepto-cognitivos en la complejización de la capacidad de localización auditiva del infante; los aspectos de integración intermodal de claves motoras y sensoriales, la respuesta a los sonidos reflejados.

Cada vez se hace un mayor énfasis en el funcionamiento unificado de la vista y la audición junto a otras modalidades sensoriales en la localización auditiva del infante (Hug & Arias,2009), sin embargo no hay acuerdos al respecto de cómo esto ocurre, asi mismo respecto de la localización de los sonidos en el cuerpo existen algunos estudios que confirman las diferencias de localización de los estímulos acústicos (Almeyeva,Sadovb & Tarkhova,2014) pero aún faltan nuevos estudios que trabajen sobre esta hipótesis.

Respecto a la hipótesis que plantea la representación mental como requisito del localización de un objeto-sonido ha sido ampliamente debatida. Dentro del material explorado se observa que algunos estudios encuentran que dicha representación no es necesaria (Hug & Arias,2014; McCall & Clifton, 1999), por otra parte, se ha hallado que a los 3 meses de edad, el infante ya posee representaciones mentales sobre el objeto sonoro.

Hallazgos más relevantes en los estudios revisados.

Aunque los resultados sugieren que todas las claves binaurales examinadas son procesadas por el cortex auditivo neonatal, se utilizan claves para localizar fuentes de sonido de estas claves que pueden requerir maduración y aprendizaje (Nemeth,Haden,Torok & Winkler,2015).

Al hacer una revisión en conjunto de los resultados de los 30 artículos revisados, se verifica que dentro de los hallazgos que allí se reportan, se encuentra que el desarrollo y aprendizaje intramodal es un enfoque apropiado para comprender el fenómeno de la localización auditiva en los infantes (Fenwick & Morrongiello,1998). Esto implica que una concepción de "período sensitivo" es congruente con esta perspectiva pues tiene en cuenta la plasticidad del sistema nervioso en el desarrollo prenatal y posnatal de la localización auditiva, colocando la dinámica de excitación-inhibición en el centro de los factores que regula la duración de dichos periodos sensitivos en el desarrollo del infante (Froemke & Jones,2011).

Respecto de los componentes del fenómeno de localización espacial en el infante se encuentra en el material que la direccionalidad y velocidad son aspectos importantes en el desarrollo de esta capacidad, se afirma que alrededor de los 8 meses esta se está estableciendo (Brown, LaGasse, Schwartz & van Vorst,1998). Por ejemplo, se señala que los infantes rotan su cabeza con mayor velocidad

en los ángulos más amplios en esta edad, que tienen control prospectivo del movimiento, y que los recién nacidos pueden diferenciar entre información auditiva a la izquierda y derecha (Wertheimer, 1961); a los 6 meses pueden localizar información auditiva a los 12 y 14 grados (Ashmead et al., 1987). Entre los 6 y 18 meses, la evidencia empírica obtenida ha permitido determinar que la habilidad de los niños para percibir pequeños cambios en la posición de fuentes sonoras mejora significativamente con la edad (Hüg, 2011; Hug & Arias,2014). A los 5 años y bajo ciertas condiciones experimentales, los niños obtienen umbrales similares a los de los adultos (Litovsky, 1997). Esta mejora en el rendimiento de los niños durante los primeros años de vida se ha explicado por la maduración del sistema auditivo y otros factores estrechamente interrelacionados entre sí, vinculados al desarrollo motor y cognitivo (Hüg & Arias, 2009).

En cuanto a la percepción de distancia, los estudios aún muy incipientes, indican que a los 5 ó 6 meses los infantes tienen capacidad para discriminar cambios en la distancia a la que se encuentra un objeto sonoro. Aunque no se conoce el peso relativo de las claves involucradas, hay evidencia de que los bebés no son engañados, como los adultos, cuando se manipulan inconsistentemente las claves binaurales de intensidad en relación a la distancia (sonidos de mayor intensidad suenan como provenientes de fuentes más lejanas, en lugar de la asociación que se produce entre sonidos más débiles y fuentes sonoras lejanas y viceversa). El cortex humano contiene 1010 neuronas que la comprensión es visual (Kubovy & van Valkenburg,2000). Sugiere una diferencia en la resolución espectral y temporal de los hemisferios derecho e izquierdo en la edad más joven (Musacchia,Choudhury,Ortiz,Realpe & Roesler,2010).

Otro aspecto que se revela en los estudios revisados es que los neonatos pueden reconocer visualmente el rostro de su madre solamente si hay exposición de la voz-rostro, pues son perceptores multimodales (Lewkowicz & Lickliter, 1994) y hacen asociaciones arbitrarias visuales-auditivas (Slater et al., 1997). Se afirma que parece existir un mecanismo innato para atraer el viraje de la cabeza y ojos del recién nacido, desde el útero por la exposición del feto al habla de la madre. Los movimientos a estimulación vibroacustica en el feto ha sido reportado a las 26 semanas de gestación (Kisilevsky et al., 1992) y de la voz de la mamá en pleno parto (Querleu et al., 1988).

En relación con la localización de sonidos reflejados, la evidencia experimental indica que las primeras respuestas a estímulos configurados bajo condición de efecto precedente se observan cerca de los 4 y 5 meses, poco después de la reaparición de la respuesta de giro de cabeza. También se encontró en estos materiales que (1975) una representación más refinada y completa espacial debe ser un sistema relacionado de posiciones espaciales con las siguientes propiedades: Reversibilidad, ir de A a B imp0lica saber cómo ir de B a A; transitividad: para ir de A a B y luego a C, implica saber cómo ir de A a C. Si se sabe cómo ir por una ruta de A a B también se sabe hacerlo por otra ruta.

Respecto de la localización espacial en los fetos, se encontró dentro de los estudios examinados que llegaron a hallazgos tales como que (Kislievsky,Fearon & Muir,1998) los resultados muestran que los fetos son sensibles a la disparidad de estímulos elicitados por los transductores vibro acústicos, el feto se interesa en la baja intensidad en el habla recurrente de la madre. Menor intensidad

de los estimulos vibroacústicos elicitan decrementada respuesta fetal indicando respuesta de orientación. En conclusión se halló sincronización relacionada con evento bilateral seguida por un posterior desincronización relacionada con evento lateralizada izquierda en el lenguaje relacionada con las áreas corticales (Mohamed,Cheyne,Gaetz,Otsubo,Logan,SneadIII & Pang,2008).

A pesar de la reportada ausencia de comportamiento de orientación abierto, parece que los infantes de 2 meses detectan amplios cambios de 90 grados relativos a al alinea media en la localización del sonido en el nivel cortical (Slugocki y Trainor, 2014), sin embargo los cambios morfológicos en MMR/MMN para las desviaciones espaciales auditivas generalmente siguen la trayectoria encontrada por otras habilidades auditivas tales como la discriminación del tono y la detección del abismo o interrupción en los primeros 13 meses de edad posnatal(Huotilainen, Kujala, Merja, Shestakova, Kushnerenko, Parkkonen, Fellman & Naatanen, 2003). Desde el procesamiento relacionado con la memoria del estímulo estándar y el proceso de comparación, seguido por procesos posteriores, son detectados en un paradigma de la rareza. Las respuestas a sonidos desviados, especialmente las respuestas MMN proveen información sobre el estatus de desarrollo del infante recién nacido. Los resultados sugieren que los infantes recién nacidos organizan las corrientes auditivas sobre la base de fuente de timbre y/o posición espacial (McAdams & Bertoncini,1997).

Dentro de los hallazgos que reporta la investigación en los estudios consultados, se encuentra que la localización auditiva en el infante implica, al menos tres etapas de su maduración auditiva: (a) codificación neural del sonido y sus características fundamentales,(b) descubrimiento de nueva información sonora,(c) reconocimiento del sonido como un adulto (Werner, 2007). Se informa que el recién nacido ya reconoce la voz de su madre (De Casper & Fifer,1980) y algunas características del lenguaje nativo también (Mehler et al., 1988). Con respecto al umbral de respuesta sonora, los estudios muestran que decrece con la edad del infante, de 35dB al mes de nacimiento, 30 dB a los 3 meses y 15dB a los 6 meses (Tharpe & Ashmead, 2001).; además la discriminación de frecuencia al mes de edad es inmadura por la inmadurez del oído medio (Keefe & Levi, 1996) con lo cual mucha información se pierde al ser transmitida al cerebro (Werner, Folsom & Mancl,1994). Todo esto cambia alrededor de los 6 meses de edad cuando el infante alcanza la discriminación y resolución de frecuencia mayor por la maduración del oído medio (Okabe, Tanaka, Hamada, Miura, & Funai, 1988).

Los infantes hicieron inferencias correctas basadas en experiencias limitadas con eventos específicos visual-auditivos justo después de nacer, siendo capaces de aprender asociaciones vista-sonido con limitada exposición a eventos bimodales; también desarrollan expectativas sobre las propiedades de eventos bimodales basados en la repetición de estos eventos. (Morronglielo, Fenwick,Hillier & Chance G, 1994).

REFERENCIAS

Almayev,N.A.,Vasily,A.S. & Tarkov,S. (2014). The subjective localization of acoustic stimuli in the body. International Journal of Psychophysiology, 94,120–261.

Ashmead, D.H., Clifton, R.K. & Perris, E.E. (1987). Precision of auditory localization in human infants. Developmental Psychology, 23, 641-627.

Boothroyd, A. (1997). Auditory development of the hearing child. Scandinavian Audiology, 26(Suppl. 46): 9–16.

Brown,A.L.,LaGasse,L.,Schwartz,L & van Vorst,R. (1998).The effects of prior experience on auditory localization in infants. Infant Behavior and Development.21(0),314-314.

Clifton, R. K., Morrongiello, B. & Dowd, J. (1984). A developmental look at an auditory illusion: the precedence effect. Developmental Psychobiology, 17(5), 519-536.

Condry, S.M.,Haltom,M. & Neisser,U.(1977). Infant sensitivity to audio-visual discrepancy: A failure to replicate. Bulletin of the Psychonomic Society 9 (6):431-432.

Fenwick, K. D.,& Morrongiello, B. A. (1998). Spatial co-location and infants' learning of auditoryvisual associations. Infant Behavior and Development, 21, 745–760.

Froemke,R.C. & Jones,B.J. (2011). Development of auditory cortical synaptic receptive fields. Neuroscience Biobehavior Review. 35(10):2105-13.

Gibson, E. J. (1969). Principles of perceptual learning and development. New York: Appleton–Century–Crofts.

Grantham, W. D. (1995). Spatial hearing and related phenomena. En B. C. J. Moore (Ed), Hearing. San Diego, CA, USA: Academic Press.

Hecox K. (1975) . Electrophysiological correlates of human auditory development. En : Cohen L, Salapateck P, eds. Infant Perception . Vol 2. New York: Academic Press, 151-191

Heffner, H. (1978). Effect of auditory cortex ablation on localization and discrimination of brief sounds. Journal of Neurophysiology, 41, 963-976.

Hoyos B., C. (2000). Un modelo para investigación documental. Guía teórico-práctica sobre construcción de estados del arte con importantes reflexiones sobre la investigación. Colombia. Señal Editora.

Hüg, M. X. & Arias, C. (2009). Estudios sobre localización auditiva en etapas tempranas del desarrollo infantil. Revista Latinoamericana de Psicología, 41(2), 225-242.

Hüg, M. X. (2011). Aspectos evolutivos de la localización sonora en niños: implicaciones en el desarrollo de la habilidad de ecolocación. Tesis doctoral no publicada, Facultad de Psicología, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina

Huotilainen, M., Kujala, A. ,Hotakainen, M. ,Shestakova, A., Kushnerenko, E.,Parkkonen,L.,Fellman,V. & Naatanen,R.(2003). Auditory magnetic responses of healthy newborns.Neuroreport 14(14). p.1871-1875

Keefe, D.H. & Levi, E.(1996). Maturation of the middle and external ears: acoustic power-based responses and reflectance tympanometry. Ear Hear. 17(5):361-73.

Kisilevsky, B., Hains, S., Lee, K., Xie, X., Huang, H., Ye, H., et al. (2003). Effects of experience on fetal voice recognition. Psychological Science, 14., 220–224. L

Kubovy,M. & van Valkenburg,D.(2001). Auditory and visual objects. Cognition 80, 97-126.

Lawson,K.(1980). Spatial and temporal congruity and auditory–visual integration in infants. Developmental Psychology, 16(3), 185- 192.

Lewkowicz, D.J., & Lickliter, R. (1994a). Sensory perception: Comparative perspectives. Hillsdale, Erlbaum.

Lewkowicz,D.J., & Lickliter, R. (1994b).Mechanisms of intersensory development: The R. Lickliter (Eds.), The development of intersensory : Comparative perspectives. 403-413. Hillsdale, Erlbaum.

Litovsky, R.Y., Colburn, H.S., Yost, W.A.,& Guzman, S.J. (1999). The precedence effect. Journal of Acoustic Social American, 106,1633–1654.

Lockman, J. J. (2000). A perception-action perspective on tool use development. Child Development, 71, 137–144.

Lyons-Ruth, K. (1977). Bimodal perception in infancy: Response to auditory-visual incongruity. Child Development, 48(3), 820-827.

McAdams,S. & Bertoncini,J.(1997). Organization and discrimination of repeating sound sequences by newborn infants. Journal of Acoustic Society of America. 102, 2945-2949.

Freyman RL, Helfer KS, McCall DD, & Clifton RK.(1999). The role of perceived spatial separation in the unmasking of speech. Journal of Acoustical Society of America, 106(6), 3578-88.

McCall, D.D., & Clifton, R.K. (1999). Infants' means-end search for hidden objects in the absence of visual feedback. Infant Behavior and Development, 22, 179-195.

McGurk, H., & Lewis, M.(1974). Space perception in early infancy: Perception within a common auditory-visual space? Science, 186, 649-650.

Mehler, .I., Jusczyk, P., Lambertz, G., Halsted, N., Bertoncini, J., & Amiel-Tison, C. (1988). A precursor of language acquisition in young infants. Cognition, 29, 143-178.

Mento, G., & Bisiacchi, P.B. (2013). Sviluppo neurocognitivo nel neonato prematuro: il punto di vista delle neuroscienze cognitive dello sviluppo, Psicologia clinica dello sviluppo, 17(1), 27-44.

Moore, Jean K. & Guan, Yue-Ling. (2001). Cytoarchitectural and axonal maturation in human auditory cortex. The Journal of the Association for Research in Ontolaryngology, 2, 297-311.

Morrongiello, B. A. & Fenwick, K.D. (1991). Infants' coordination of auditory and visual depth information. Journal of Experimental Child Psychology, 52, 277-296.

Munar, E., Roselló, J., Mas, C., Morente, P. & Quetgles, M. (2002). El desarrollo de la audición humana, Psicothema, 14(2), 247-254.

Musacchia, G., Choudhury, N., Ortiz-Mantilla S., Realpe-Bonilla, T., Roesler, C., & Benasich, A.A., (2013). Oscillatory support for rapid frequency change processing in infants. Neuropsychologia, 51, 2812-2814.

Németh R, Háden GP, Török M, & Winkler I. (2015).Processing of Horizontal Sound Localization Cues in Newborn Infants. Ear Hear, 36(5):550-6.

Okabe, K., Tanaka, S., Hamada, H., Miura, T., & Funai, H. (1988). Acoustic impedance measurement on normal ears of children. Journal of Acoustical Society of Japan , 9, 287–294.

Paterson,S.J.,Heim,S., Thomas,J., Choudhury,N & Benasich,A.(2006).Development of structure and function in the infant brain: Implications for cognition, language and social behavior. Neuroscience Biobehavior Review, 30(8): 1087–1105.

Perris, E. E., & Clifton, R. K. (1988). Reaching in the dark toward sound as a measure of auditory localization in infants. Infant Behavior and Development, 11, 473--491.

Prince, C. G., & Hollich, G. J. (2005). Synching models with infants: A perceptual-level model of infant audio-visual synchrony detection. Cognitive Systems Research, 6, 205–228.

Querleu, D., Renard, X., Versyp, F., Paris-Delrue, L., & Crépin, G. (1988). Fetal hearing. European Journal of Obstetric Gynecology Reproductive Biology; 29: 191-212.

Rogier, O., Roux, S., Belin, P, Bonnet-Brilhault, F & Bruneau N. (2010). An electrophysiological correlate of voice processing in 4- to 5-year-old children. International Journal of Psychophysiology.75(1):44-7.

Munar, E.,Rosselló,J.,Mas,C.,Morente,P. & Quetgle,M.(2002).El desarrollo de la audición humana. Psicothema, 14(2),247-254.

Ross-Sheehy,S. & Newman,R.S.(2015). Infant auditory short-term memory for non-linguistic sounds. Journal of Experimental Child Psychology,132,51-64.

Slater, A., Morison, V. & Rose, D. (1983). Locus of habituation in the human newborn. Perception, 12, 593-598.

Slater, A., von der Schulenburg, C., Brown, E., Badenoch, M., Butterworth, G., Parsons, S. & Samuels, C. (1998). Newborn infants prefer attractive faces. Infant Behavior and Development, 21, 345-354.

Slugocki C, & Trainor LJ.(2014). Cortical indices of sound localization mature monotonically in early infancy. The European Journal of Neuroscience. 40: 3608-19.

Tharpe,A.M. & Ashmead,D.H. (2001). A longitudinal investigation of infant auditory sensitivity. American Journal of Audiology. 10(2):104-12.

Thompson,C.G. & Masterton,R.B.(1978). Brain stem auditory pathways involved in reflexive head orientation to sound. Journal of Neurophysiology.41(5):1183-1202.

Werner, L. A. (1992). Interpreting developmental psychoacoustics. En L. A. Werner & E. W. Rubel (Eds.), Developmental psychoacoustics (pp. 47–88). Washington, DC: American Psychological Association.

Werner, L. A., Folsom, R. C., & Mancl, L. R. (1994). The relationship between auditory brainstem response latencies and behavioral thresholds in normal hearing infants and adults. Hearing Research, 77, 88–98.

Wertheimer, M. (1961) 'Psychomotor coordination of auditory and visual space at birth', Science, 1961, 34.

Zhang, Z. (2008). A study of Chinese children's acquisition of verb compliment constructions. M.A. thesis, Capital Normal University, Beijing, China.