

XV Jornadas de Investigación y Cuarto Encuentro de Investigadores en Psicología del Mercosur. Facultad de Psicología - Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, 2008.

# Umbrales de localización de sonidos bajo condición de precedencia en infantes.

Hüg, Mercedes Ximena, Scabuzzo, Federico, Bermejo, Fernando, Barrera, Facundo, Ortiz Skarp, Aldo, Ramos, Oscar y Arias, Claudia.

Cita:

Hüg, Mercedes Ximena, Scabuzzo, Federico, Bermejo, Fernando, Barrera, Facundo, Ortiz Skarp, Aldo, Ramos, Oscar y Arias, Claudia (2008). *Umbrales de localización de sonidos bajo condición de precedencia en infantes. XV Jornadas de Investigación y Cuarto Encuentro de Investigadores en Psicología del Mercosur. Facultad de Psicología - Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.*

Dirección estable: <https://www.aacademica.org/000-032/231>

ARK: <https://n2t.net/ark:/13683/efue/Kw5>

*Acta Académica es un proyecto académico sin fines de lucro enmarcado en la iniciativa de acceso abierto. Acta Académica fue creado para facilitar a investigadores de todo el mundo el compartir su producción académica. Para crear un perfil gratuitamente o acceder a otros trabajos visite: <https://www.aacademica.org>.*

# UMBRALES DE LOCALIZACIÓN DE SONIDOS BAJO CONDICIÓN DE PRECEDENCIA EN INFANTES

Hüg, Mercedes Ximena; Scabuzzo, Federico; Bermejo, Fernando; Barrera, Facundo; Ortiz Skarp, Aldo; Ramos, Oscar; Arias, Claudia

Centro de Investigación y Transferencia en Acústica -CINTRA- UTN FRC- UA CONICET, Centro de Investigaciones, Facultad de Filosofía y Humanidades, SECyT, Universidad Nacional de Córdoba. Argentina

## RESUMEN

Como los adultos, los niños se encuentran habitualmente inmersos en espacios cerrados que contienen múltiples fuentes sonoras y objetos con superficies que reflejan los sonidos. El efecto precedente es una estrategia utilizada de manera inconsciente por el individuo para enfrentar y resolver la información sonora conflictiva o competencia perceptual que se produce entre el sonido original (directo) y sus múltiples reflexiones en ambientes reverberantes. Ha sido definido como el fenómeno de audición espacial que ocurre cuando dos sonidos similares se presentan desde diferentes lugares separados por un breve retardo de tiempo (Arias y Ramos, 2003; Litovsky y cols., 1999). Las investigaciones sobre el desarrollo evolutivo del efecto precedente son muy recientes. El objetivo del trabajo que se presenta, consistió en caracterizar el rendimiento de infantes de 6, 12 y 18 meses con visión y audición normales en una prueba de localización de sonidos configurados bajo efecto precedente, con la técnica de estimación del MAA (mínimo ángulo audible). Los principales resultados sugieren que: a) los infantes pudieron localizar sonidos configurados bajo efecto precedente, aunque esta condición les resultó más difícil que localizar sonidos directos; b) esta habilidad mejora con la edad.

## Palabras clave

Localización Auditiva Infantes MAA

## ABSTRACT

SOUND LOCALIZATION THRESHOLDS UNDER CONDITIONS OF THE PRECEDENCE EFFECT IN INFANTS

Like adults, children usually live in closed spaces that contain several sound sources and objects with reflecting surfaces. The precedence effect is a strategy that listeners unconsciously employ to cope with conflictive sound information or perceptual competition produced between the original (direct) sound and its multiple reflections in reverberant spaces. The precedence effect has been defined as the spatial auditory phenomenon that occurs when two similar sounds are emitted from different places separated by a brief delay (Arias & Ramos, 2003; Litovsky et al. 1999). Developmental studies on precedence effect are very recent. In this paper, we describe the performance of 6, 12 and 18 months old sighted and normal listener infants in a direct and reflected sound localization tasks with the minimum audible angle (MAA) technique. In line with previous studies, our preliminary results seemed to indicate that: a) infants could localize precedence effect sounds, although this condition was more difficult than localize direct sounds; b) this ability improves with age.

## Key words

Auditory Localization Infants MAA

## INTRODUCCIÓN

La audición tiene la función primordial de determinar las fuentes de los sonidos presentes en el campo auditivo (Yost, 1991). La audición espacial es el área que estudia la manera como un organismo usa la información auditiva para inferir ciertas propiedades sobre el entorno cercano: qué evento está produciendo el sonido, de dónde proviene, a qué distancia y en qué dirección se encuentra la fuente que lo origina (Clifton, 1992).

La localización sonora se refiere a la percepción de la posición de una fuente sonora en el plano horizontal (azimut), en el vertical (elevación) y la percepción de la distancia relativa entre participante y fuente (Blauert, 1997).

Los aspectos evolutivos implicados en el desarrollo de esta habilidad han comenzado a estudiarse sistemáticamente y bajo condiciones controladas recién en los últimos veinte años. La evidencia experimental aportada por los trabajos de investigación sobre localización de sonidos directos indica que a pocos minutos de nacer, el bebé es capaz de orientar su cabeza hacia la dirección en la que está ubicada una fuente sonora. Un importante tema del que existen muy pocos estudios realizados en infantes, se relaciona con el efecto que tienen los sonidos reflejados sobre la localización sonora

Este trabajo se inscribe dentro de la línea de investigación en ecolocación humana, área temática estrechamente vinculada con la localización de sonidos reflejados. Se define a la ecolocación como la habilidad para localizar, reconocer e identificar objetos silentes a partir del procesamiento de la información contenida en las relaciones que se establecen entre los sonidos autoproducidos y sus reflexiones en los objetos del entorno (Stoffregen y otro, 1995; Arias y Ramos, 2004). El proceso completo implica tres fases probablemente apoyadas sobre mecanismos psicoacústicos y neurofisiológicos diferentes: detección, localización y reconocimiento e identificación del objeto (Arias y Ramos, 1998; Arias y otros, 2005). El efecto precedente es uno de los fenómenos de fusión auditiva supuestamente implicados la ecolocación a distancias cercanas. El sonido líder y retardado se corresponden con la señal directa y la señal reflejada, respectivamente, del paradigma de ecolocación.

El objetivo que perseguimos en el presente trabajo, consistió en caracterizar el rendimiento de infantes de 6, 12 y 18 meses de edad, con visión y audición normales, en una prueba de localización de sonidos configurados bajo efecto precedente con la técnica de estimación del MAA (mínimo ángulo audible).

## PRINCIPALES ASPECTOS TEÓRICOS

Como los adultos, los niños se encuentran habitualmente inmersos en espacios cerrados que contienen múltiples fuentes sonoras y objetos con superficies que reflejan los sonidos. Por ejemplo: cuando una persona escucha cantar a otra en un recinto cerrado, recibe tanto la voz del cantante (sonido directo) como las reflexiones que se producen cuando la voz se refleja en las paredes, piso, techo y mobiliario. A pesar de estar continuamente recibiendo una gran variedad de información auditiva conflictiva (por ejemplo, a veces las reflexiones pueden tener más intensidad sonora que los sonidos directos), el sistema auditivo tiene la capacidad de extraer la información significativa que le permite al niño orientarse y percibir los objetos y eventos auditivos del entorno.

El efecto precedente es una estrategia utilizada de manera inconsciente por el individuo para enfrentar y resolver la información sonora conflictiva o competencia perceptual que se produce entre el sonido original (directo) y sus múltiples reflexiones en ambientes reverberantes. Ha sido definido como el fenómeno de audición espacial que ocurre cuando dos sonidos similares se presentan desde diferentes lugares separados por un breve retardo de tiempo (Arias y Ramos, 2003; Litovsky y cols., 1999). La persona escucha sólo un sonido que ubica según la dirección del sonido que le llegó primero, llamado líder.

Tres perceptos están involucrados en el efecto precedente: fusión, dominancia en la localización y supresión de la discriminación del sonido retardado (Arias y Ramos, 2003; Litovsky y Shinn-Cunningham, 2001). El primero se refiere a la fusión de los dos

sonidos (líder y retardado) en una sola y coherente imagen auditiva, lo cual resulta útil para evitar imágenes sonoras múltiples que puedan dificultar la localización auditiva. El segundo percepto de dominancia en la localización se refiere al procesamiento de la información direccional, esto es, dónde se localiza la imagen auditiva. Se ha encontrado que a pesar de la presencia de las reflexiones el sonido líder contribuye en mayor medida a determinar la posición percibida. El tercer percepto se refiere a la habilidad del sujeto para procesar la información direccional contenida en el sonido retardado, lo cual implica extraer información de un sonido que no se escucha como un evento separado.

Los nuevos estudios que se están realizando sobre este tema conciben al efecto precedente como un fenómeno complejo de cognición auditiva que implica la supresión de la información sonora redundante.

Estudios realizados por varios autores, indican que los recién nacidos no logran localizar estímulos configurados bajo condición de precedencia (Clifton y cols., 1981; Morrongiello, Clifton y Kulig, 1982; Muir, Clifton y Clarkson, 1989). Esta habilidad estaría presente recién a los 4 o 5 meses (ver revisión de estos antecedentes en Hüg y otros, 2006). Además, la habilidad para discriminar la posición de la señal líder en presencia de la retardada mejora con la edad (Morrongiello, Clifton y Kulig, 1982; Litovsky y cols., 1999). Una de las hipótesis sugiere que estos cambios podrían deberse a la maduración de las estructuras corticales auditivas que parecen ser indispensables en el efecto precedente (Clifton y cols., 1981; Litovsky y cols., 1997).

En 1997, Litovsky analizó los cambios evolutivos del efecto precedente con la técnica de estimación del MAA, que permite estimar la más pequeña diferencia lateral en la posición de un sonido que puede ser confiablemente detectada (Mills, 1958). La autora evaluó los umbrales alcanzados por infantes de 18 meses, niños de 5 años y adultos. Para ellos se le presentó a niños y adultos una serie de estímulos sonoros provenientes desde el frente que cambiaban su posición hacia a la izquierda o la derecha. Si el sujeto giraba su cabeza hacia el hemisferio correcto, se activaba un reforzador visual. La separación angular entre los altavoces se iba modificando teniendo en cuenta la historia del rendimiento del sujeto según un método adaptivo de obtención del umbral. Tres fueron las condiciones experimentales: 1) una sola fuente (condición control sin efecto precedente); 2) dos fuentes - discriminación del sonido líder; 3) dos fuentes - discriminación del sonido retardado.

Los resultados del estudio de Litovsky (1997) indicaron que el rendimiento de los niños de 5 años fue similar al de los adultos en la condición 1 (una sola fuente). El MAA obtenido por los infantes de 18 meses resultó mucho mayor a los niños de 5 años para las condiciones 1 y 2 (una sola fuente y líder). En el caso de la condición 3 (retardada) las diferencias en función de la edad se hicieron aún más profundas.

#### **Nuestra experiencia: prueba de localización de sonidos configurados bajo efecto precedente con la técnica de estimación del MAA**

La prueba de localización de sonidos directos y reflejados se basó en el trabajo de Litovsky (1997) y Arias y Ramos (2001).

**Participantes.** Trabajamos con 18 infantes de 6, 12 y 18 meses de edad de ambos sexos con audición y visión normales, 6 niños por grupo de edad. Los padres firmaron un consentimiento informado y recibieron retribución monetaria por su participación en la experiencia.

**Arreglo experimental.** La prueba fue realizada en la sala silente del CINTRA especialmente diseñada para la administración de pruebas psicoacústicas. Para construir y administrar los estímulos sonoros se utilizaron las herramientas desarrolladas por el equipo: Sistema para Posicionamiento de Altavoces (SPA) y un programa informático especialmente construido en Matlab (Arias y Ramos, 2001, 2005). EL SPA es un sistema manual diseñado para estudiar la localización sonora en campo libre que está compuesto por tres altavoces, uno fijo ubicado en el centro y dos móviles ubicados a su izquierda y a su derecha. Permite

desplazar, con ángulos iguales, los dos altavoces móviles en tandem y en direcciones opuestas (un altavoz se desplaza desde la derecha al centro mientras que el otro lo hace desde la izquierda al centro o viceversa desde el centro hacia derecha/izquierda). Una cortina acústicamente transparente impide al sujeto ver el SPA durante la prueba.

**Estímulo sonoro.** Se utilizaron los mismos estímulos sonoros que los utilizados en el estudio de referencia: bursts de ruido de 25 ms presentados con una relación señal ruido mejor a 20 dB, en tres condiciones experimentales: una sola fuente, discriminación del líder o discriminación de la retardada. Cada ensayo consistía en 15 bursts de ruido presentados a razón de 2/s. En la condición de una sola fuente, los primeros 4 bursts de ruido fueron presentados desde la línea media seguidos por 11 bursts de ruido presentados al azar, por el parlante de la derecha o de la izquierda. Los ensayos de discriminación del líder y de la retardada también comenzaban con 4 burst de ruido de una sola fuente desde la línea media. En los 11 bursts de ruido que seguían había 2 muestras de ruido por burst, con el comienzo de una muestra retardada en 5 ms en relación al comienzo de la otra. En la condición líder, la fuente líder provenía de la derecha o de la izquierda y la fuente retardada provenía de la línea media; en la retardada ocurría lo opuesto: fuente retardada de la izquierda o derecha y fuente líder desde el medio. El ángulo inicial fue fijado en 55° para la condición única y líder y en 75° para la retardada.

**Procedimiento y administración de la prueba.** Los infantes permanecieron sentados durante la prueba en el regazo de uno de sus padres. Al comienzo de cada ensayo el experimentador llamaba la atención del niño de modo de alinear la posición de la cabeza con el altavoz central. Una cámara SONY conectada a un televisor fue ubicada convenientemente de manera de observar la respuesta del niño. Detrás de la cortina se ubicaron tres experimentadores con tareas específicas: uno, llamaba la atención del infante al comienzo de cada ensayo y cambiaba de posición a los altavoces; otro, administraba los estímulos y evaluaba la respuesta del niño y el tercero, evaluaba la respuesta del niño. Si y sólo si estos dos últimos experimentadores coincidían en la evaluación de la respuesta del niño se administraba el reforzamiento luego de las respuestas correctas. El reforzador consistió en una caja de acrílico oscura que contenía un juguete con movimiento y sonido musical atractivo para los infantes. Se ubicaron dos reforzadores idénticos a 60° a la izquierda y derecha del infante. Si el niño giraba su cabeza hacia el hemisferio correcto, se activaba el reforzador del lado correcto durante 5 segundos. Si se equivocaba o no respondía correctamente se permanecía en silencio por 5 segundos. El valor angular del próximo ensayo se determinó según el método adaptivo de obtención del umbral utilizado por Litovsky (1997). Con 2 respuestas correctas (RC) consecutivas, se disminuía la separación angular del ensayo siguiente (más difícil), y con una respuesta incorrecta (RI) aumentaba la separación angular (más fácil). Adicionalmente, para incrementar la exactitud de la estimación se aplicaron las siguientes reglas: - Después de dos RI o dos no respuestas (NR) consecutivas, se movían los altavoces a la posición más fácil, que era la inicial, y se repetía el ensayo hasta obtener una RC, después de la cual se reanudaba la prueba en la posición del ángulo del último fracaso. - Después de una NR se repetía el estímulo en la misma posición hasta que el infante respondía. La prueba concluía cuando se producían 7 inversiones (una inversión se produce cuando se incrementa el ángulo después de un decremento o viceversa) o antes, en caso de que el niño se fatigara o perdiera interés. El MAA estimado fue el valor angular que hubiera correspondido en el próximo salto luego de la última inversión. Cada infante fue asignado al azar a una de las tres condiciones experimentales.

#### **RESULTADOS Y CONCLUSIONES PRELIMINARES**

Los resultados del presente estudio mostraron que el MAA promedio obtenido por los infantes para la condición única (sin efecto precedente) fue de 19.75° para los bebés de 6 meses, de 14° para los de 12 meses y de 7° para los de 18 meses. Para la

condición líder, el umbral fue de 19.25°, 18.5° y 13.25°, respectivamente. Finalmente, en el caso de la condición retardada el MAA fue de 70°, 69° y 59°, respectivamente.

Como puede observarse, los niños de 18 meses tuvieron un mejor rendimiento (umbrales más bajos) que los de 6 y 12 meses, en las tres condiciones experimentales. Estos resultados están en la misma dirección que otros estudios antecedentes. Ashmead, Clifton y Perris en 1987 midieron el MAA para una sola fuente sonora en infantes de 6 a 7 meses de edad, encontrando que a esa edad los infantes discriminan desplazamientos de alrededor de 19°. Por otra parte, en un estudio longitudinal Morrongiello (1988) evaluó a niños de 6, 9, 12, 15 y 18 meses con esta misma técnica y sus resultados mostraron que a medida que se incrementó la edad, mejoró la habilidad para percibir cambios angulares de sonidos directos: a los 6 meses el valor del MAA fue de 12°, a los 12 meses de 8° y a los 18 meses de 4°.

Respecto a los estímulos configurados bajo efecto precedente, Litovsky (1997) obtuvo para los 18 meses un MAA de 23° para la condición de discriminación del sonido líder y de 65° para condición retardada. Estamos administrando la prueba a una muestra mayor de infantes de las distintas edades, lo que nos permitirá profundizar el análisis de nuestros resultados.

En síntesis, se observó que para los bebés de las tres edades fue más fácil la condición única y líder, mientras que los umbrales obtenidos en la condición retardada fueron mucho más altos. A los 18 meses el rendimiento en la condición líder y retardada mejoró en relación a los niños de 6 y 12 meses.

---

## BIBLIOGRAFÍA

- ARIAS, C.; HÜG, M. (2003) Investigaciones sobre el uso de sonidos auto producidos en Humanos. II Congreso Argentino de Acústica del Nuevo Milenio. AADA y CADA, Buenos Aires.
- ARIAS, C.; RAMOS, O. (1997) Psychoacoustic test for the study of the human echolocation ability. *Applied acoustics*, 51(4), 399-419.
- ARIAS, C.; RAMOS, O. (1998) Ecolocación humana: una síntesis de aspectos relevantes. *Discapacidad Visual Hoy. Aportes sobre la Visión diferenciada*, 4, 6, 21-28.
- ARIAS, C.; RAMOS, O. (2001) Ecolocación humana a distancias cercanas: posibles mecanismos psicoacústicos subyacentes. 28 Congreso Interamericano de Psicología. SIP. Santiago de Chile.
- ARIAS, C.; RAMOS, O. (2003) Audición espacial en ambientes reverberantes: aspectos teóricos relevantes. *Revista Interamericana de Psicología*. 37, 371-380.
- ARIAS, C.; RAMOS, O. (2004) Ecolocación humana desde una perspectiva ecológica y cognitiva. *Memorias XI Jornadas de Investigación*, 328-330. Facultad de Psicología, UBA
- ARIAS, C.; RAMOS, O.; ORTIZ SHARP, A.; HÜG, M. X. (2005) La ecolocación humana como sistema natural de sustitución sensorial (segunda parte). *Período mensual El Cisne*, año XV, 74, 18-19.
- BLAUERT, J. (1997) *Spatial Hearing: the psychophysics of human sound localization*. Revised edition. The MIT Press., Massachusetts.
- CLIFTON, R. (1992) The development of spatial hearing in human infants. In L. A. Werner and E. W. Rubel (Eds.), *Developmental psychoacoustics*. Washington, D.C.: APA, 135-157.
- CLIFTON, R.; MORRONGIELLO, B.; KULIG, J.; DOWD, J. (1981) Newborns' orientation toward sound: possible implications for cortical development. *Child Development*, 52, 3, 833-838.
- HÜG, M.; RAMOS, O.; ORTIZ SKARP, A.; ARIAS, C. (2006). Localización de sonidos directos y reflejados en infantes: aplicación de la técnica de estimación del mínimo ángulo audible (MAA). *Memorias de las XIII Jornadas de Investigación*. Tomo III, 218-220. Facultad de Psicología, UBA
- LITOVSKY, R. (1997) Developmental changes in the precedence effect: estimates of minimum audible angle. *J. of the Acoust. Society of America*, 102, 3, 1739-1745.
- LITOVSKY, R.; COLBURN, H.; YOST, W.; GUZMAN, S. (1999) The precedence effect. *J. of the Acoust. Society of America*, 106, 4 (Pt. 1), 1633-1654.
- LITOVSKY, R.; SHINN-CUNNINGHAM B. G. (2001) Investigation of the relationship among three common measures of precedence: Fusion, localization dominance, and discrimination suppression. *J. of the Acoust. Society of America*, 109 (1), 346-358.
- MILLS, A. (1958). On the minimum audible angle, *J. of the Acoust. Society of America*, 30, 237-246.
- MORRONGIELLO, B. (1988). Infants' Localization of Sounds Along the Horizontal Axis: Estimates of MAA. *Developmental Psychology*, 24, 8-13.

MORRONGIELLO, B.; CLIFTON, R.; KULIG, J. (1982) Newborn cardiac and behavioral orienting responses to sound under varying precedence effect conditions. *Infant behavior and development*, 5, 249-259.

MUIR, D.; CLIFTON, R.; CLARKSON, M. (1989) The development of a Human Auditory Localization Response: A U-Shaped Function. *Canadian Journal of Psychology*, 43 (2), 199-216.

STOFFREGEN, T.A.; PITTENGER, J.B. (1995). Human echolocation as a basic form of perception and action. *Ecological Psychology*, 7, 3, 181-216.

YOST, W. (1991) Auditory image perception and analysis: The basis for hearing. *Hearing Research*. 56, 8-18.