

XI Jornadas de Investigación. Facultad de Psicología - Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires, 2004.

ECOLOCACIÓN HUMANA DESDE UNA PERSPECTIVA ECOLÓGICA Y COGNITIVA.

Arias, Claudia.

Cita:

Arias, Claudia (2004). *ECOLOCACIÓN HUMANA DESDE UNA
PERSPECTIVA ECOLÓGICA Y COGNITIVA. XI Jornadas de Investigación.
Facultad de Psicología - Universidad de Buenos Aires, Buenos Aires.*

Dirección estable: <https://www.aacademica.org/000-029/398>

ARK: <https://n2t.net/ark:/13683/eVAu/dE9>

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>.

291 - ECOLOCACIÓN HUMANA DESDE UNA PERSPECTIVA ECOLÓGICA Y COGNITIVA

Autor/es

Arias, Claudia

Institución que acredita y/o financia la investigación

Centro de Investigación y Transferencia en Acústica, CINTRA. FRC, UTN.
CIFYH, FFyH, UNC. CONICET

Resumen

El sistema auditivo de todos los animales ha evolucionado para formar imágenes a partir de las cuales podrán determinar fuentes sonoras biológicamente relevantes. Determinar características de la fuente a partir de la información contenida en los sonidos que ella produce, es una habilidad crucial – que ha recibido escasa atención por parte de los científicos- que utilizamos regularmente. Resulta absolutamente notable si tomamos en cuenta la física del sonido y la forma como opera el sistema auditivo periférico. Esta temática y similares son abordadas desde enfoques cognitivos y ecológicos de la audición de reciente desarrollo que estudian habilidades del sujeto para funcionar acústicamente en la vida diaria. Por nuestra parte, nos hemos abocado a estudiar sistemática e interdisciplinariamente la ecolocación humana. Es una habilidad -vital para la persona ciega- que se inscribe en el área tan escasamente estudiada como promisoría de los procesos cognitivos de la audición cotidiana que implica utilizar sonidos autoproducidos para detectar, localizar y reconocer objetos que no se ven. En este artículo presentamos una descripción sucinta de los nuevos paradigmas que sustentan las investigaciones sobre audición de sonidos no verbales y nuestro propio tema

de estudio como desafío y oportunidad para estudiar temas de candente actualidad.

Resumen en Inglés

Echolocation -an active mode of perception, crucial for the blind person- is defined as the ability to process acoustic information contained in echoes produced by the reflexion of selfgenerated sounds on the surrounding obstacles. It is an important example of human perception-action ability, considered to be far more common among sighted humans what is generally supposed. The short distance modality ( 2 to 3 m between subject and obstacle) is the most relevant for every day purposes because it allows not only spatial orientation but also self protection. Research studies on human echolocation are scarce and non systematic although it has very recently been observed a resurgence of interest in this field. The general goal of our interdisciplinary long-term project is to study the human echolocation ability in order to lay down the theoretical and practical basis of a training program assisted with the Virtual Acoustic Trainer to safely train the echolocation ability of the visually handicapped person. In this paper we described the theoretical framework of new paradigms in non verbal auditory research and of the ecological and cognitive study of human echolocation.

Palabras Clave

Ecolocación humana Sonidos autoproducidos

INTRODUCCIÓN

La limitación para movilizarse independientemente es una de las más graves consecuencias que impone la ceguera. Mucho esfuerzo se realiza en la

construcción de "ayudas electrónicas" para superar esta severa desventaja aunque los resultados aún distan de ser óptimos.

Otra dirección apunta al desarrollo de habilidades perceptuales genuinas e inexploradas, propósito que estamos persiguiendo desde el comienzo de nuestra labor investigativa (Arias, 1996). Nos hemos abocado a estudiar sistemática e interdisciplinariamente la ecolocación humana, habilidad que adquiere significado vital para la persona ciega. Nuestro objeto de estudio se inscribe en el área tan escasamente estudiada como promisoría de los procesos cognitivos de la audición cotidiana que implican la utilización de sonidos autoproducidos para detectar, localizar y reconocer objetos que no se ven.

Los trabajos de investigación sobre ecolocación humana son escasos y discontinuos aunque muy recientemente se ha observado un creciente y renovado interés por el tema (Arias y otros, 2003d). La modalidad de ecolocación a distancias cercanas (≤ 2 a 3 m entre sujeto y obstáculo) -en la que ambas señales no se perciben separadas- es la que tiene mayor significación en la vida diaria de una persona ciega ya que le sirve no sólo para orientarse espacialmente sino también para proteger su integridad física evitando el choque con obstáculos.

El propósito general de nuestra línea de investigación -que tiene poco más de veinte años de trabajo sostenido- consiste en avanzar en la comprensión del proceso de ecolocación humana y sus mecanismos subyacentes en pos de sentar las bases teórico-prácticas de un programa de entrenamiento asistido por computadora destinado al discapacitado visual. Valiéndonos de tres sistemas (dos computarizados y uno manual) enteramente diseñados y contruidos por nuestro equipo, hemos llevado a cabo una serie de pruebas especialmente diseñadas para analizar la ecolocación a distancias cercanas y su relación con dos fenómenos de fusión auditiva supuestamente involucrados: la altura tonal de la repetición y el efecto precedente (Ramos y otros, 2001) Comenzamos a estudiar, además, el intrigante fenómeno de la 'visión facial' que es un aspecto particular referido a la

clara sensación cutánea que algunas personas (ciegas y con visión normal), sienten en el rostro ante la proximidad del obstáculo (1 m) (Arias y otros, 1999).

En este artículo presentamos una descripción sucinta de los nuevos paradigmas que sustentan las investigaciones actuales sobre audición de sonidos no verbales y nuestro propio tema de estudio como un verdadero desafío y oportunidad para estudiar temas de candente actualidad.

NUEVOS ENFOQUES EN INVESTIGACIÓN AUDITIVA DE SONIDOS NO VERBALES

Reconocimiento e identificación de fuentes sonoras

El sistema auditivo de todos los animales ha evolucionado para formar imágenes a partir de las cuales podrán determinar fuentes sonoras biológicamente relevantes. Determinar características de la fuente a partir de la información contenida en los sonidos que ella produce, es una habilidad crucial –que, sin embargo, ha recibido escasa atención por parte de los científicos (Yost, 1991)- que utilizamos regularmente y que resulta absolutamente notable si tomamos en cuenta la física del sonido y la forma como opera el sistema auditivo periférico. En otras palabras, debido a las características peculiares que tiene el sonido, el individuo puede localizar, reconocer e identificar la fuente que lo produce. El oído extrae información sobre las dimensiones físicas del sonido (frecuencia, duración, intensidad) mientras que el sistema auditivo central -que evolucionó de manera de explotar esa valiosa propiedad del sonido- extrae información de las dimensiones físicas de la fuente (posición, distancia, naturaleza). Desde un punto de vista biológico son las propiedades de la fuente, no las del sonido en sí mismo, las que guían el curso de acción del animal. De esta manera, el centro de interés en las ciencias acústicas se está desplazando desde los aspectos psicoacústicos de los fenómenos auditivos a los aspectos cognitivos de la audición (Masterton, 1992)

Esta temática y similares son abordadas desde enfoques cognitivos y ecológicos de la audición de reciente desarrollo que estudian habilidades del sujeto para funcionar acústicamente en la vida diaria.

Prácticamente no se habían reportado trabajos de investigación sobre cognición auditiva con sonidos no verbales hasta los trabajos muy recientes de Bregman y col. (1993), McAdams y col. (1993) y Yost (1991), entre otros. Dos investigaciones pioneras fueron la de Repp (1987) -el sujeto debía determinar género y tamaño de las manos de la persona y los propios aplausos, sólo escuchando grabaciones magnetofónicas del sonido de aplausos- y la de Li y otros (1991) -se debía determinar género de caminantes sólo escuchando el sonido de sus pasos. La metodología general utilizada es de dos tipos: técnicas de identificación de dimensiones hipotéticas del evento sonoro y técnicas de identificación de propiedades estadísticas del sonido. Ambas pueden ser usadas efectivamente para explorar la correlación entre parámetros físicos del sonido (i.e., estructura acústica del evento auditivo) y las respuestas perceptuales del sujeto.

Posteriormente se validan los análisis realizados alterando las propiedades físicas identificadas y observando el efecto de tal manipulación sobre la percepción.

Según McAdams (1993), el estudio de los aspectos cognitivos del procesamiento de la información de las diferentes modalidades sensoriales está progresando actualmente, en visión sobre todo. En el dominio de la audición este estudio se ha relacionado principalmente con el lenguaje hablado y muy pocos trabajos se han realizado en audición no verbal a excepción de los estudios sobre la psicología de la música. Lo que ha recibido aún más escasa atención es el estudio de los procesos de cognición auditiva y su integración con las otras modalidades sensoriales y sistemas cognitivos más generales en actividades de la vida cotidiana, por ejemplo: el uso de claves acústicas para orientarse y caminar por una ciudad o para evaluar la identidad y significación de eventos auditivos que no se ven.

Utilización de sonidos autoproducidos

El estudio de la audición, por otra parte, tanto desde el enfoque tradicional como desde los nuevos abordajes ecológicos, está referido a la percepción de sonidos directos (llegan a los oídos directamente de la fuente) que no están bajo control del sujeto. En la mayoría de los estudios de audición no se les permite a los participantes generar sonidos o los sonidos que producen espontáneamente se consideran irrelevantes para el fenómeno bajo estudio. Sin embargo, es frecuente y cotidiano que la persona genere sonidos para obtener información. Dos características fundamentales tienen los sonidos autoproducidos: 1) el sujeto los controla y manipula y 2) el sonido autogenerado llega a los oídos dos veces: directamente de la fuente (el pie o tracto vocal, por ejemplo) y nuevamente cuando se refleja en las superficies del entorno.

Un ejemplo contundente del uso de sonidos autoproducidos lo brinda el murciélago y su extraordinaria habilidad de ecolocación. En relación a los humanos, se ha argumentado recientemente que usarían la ecolocación regularmente aunque sin ser conscientes de ello. Prácticamente no hay investigación sistemática sobre el uso de sonidos autogenerados en humanos, con cuánta exactitud sustentan a la percepción y guían la acción o cuál es el patrón que lleva la información relevante (Stoffregen y otro, 1995).

Ecolocación humana: un sistema de 'lazo cerrado'

Según estas nuevas líneas de investigación, el grado con el cual una especie en particular puede procesar ciertas fuentes sonoras biológicamente relevante -el caso mencionado del murciélago, por ejemplo- puede considerarse una variación del tema general que describe cómo los sistemas auditivos procesan las fuentes sonoras.

En la ecolocación, se obtiene información acerca del sistema animal-ambiente a partir de un estímulo relacional singular llamado pulso-eco. El pulso (señal directa, por ejemplo, un click producido con la lengua) es el frente de onda generado por el perceptor que llega directamente a sus oídos desde la fuente. El eco es el mismo sonido que llega a los oídos después de haberse reflejado en los objetos y

superficies del entorno. En otras palabras, la energía del estímulo que es generada por el animal se propaga en el ambiente (señal directa), es estructurada por éste (reflexión en la superficie del obstáculo) para luego retornar al receptor (señal reflejada). La información relevante se encuentra en las relaciones entre los patrones de energía de salida y los patrones de energía que regresan. Stofreggen y otro (1995) definen variables conocidas y variables de orden superior desconocidas en la literatura tradicional que pueden subyacer en esta habilidad. Demuestran teóricamente que el sujeto puede extraer información de distancia, forma, tamaño, material y movimiento del objeto a partir de la información contenida en determinadas dimensiones relacionales de la cupla directa-reflejada. Argumentan que la ecolocación y el tacto activo o percepción háptica, son conductas de lazo cerrado -esto es, la salida realimenta a la entrada por lo que la salida depende de la entrada y de ella misma- en las cuales el sujeto modula la acción para controlar la percepción, a la inversa de lo que ocurre con otros sistemas perceptuales de lazo cerrado típicos, en los que la percepción controla la acción.

A MANERA DE CONCLUSIÓN: fundamentos racionales de nuestras investigaciones en ecolocación humana

Nuestro objeto de estudio, tal como lo mencionamos, se inscribe en el área tan escasamente estudiada como promisoría de los procesos cognitivos de la audición cotidiana que implican la utilización de sonidos autoproducidos para detectar, localizar, reconocer e identificar objetos que no pueden verse. Ello le confiere a esta temática un gran valor científico no sólo para el estudio en sí de la ecolocación humana sino también para avanzar en la comprensión de las extraordinarias capacidades del sistema auditivo en su diario funcionamiento.

Los fundamentos racionales de toda nuestra labor investigativa pueden resumirse en los siguientes puntos:

- El propósito general de nuestra línea reconoce desde sus comienzos: a) un componente básico: avance en el conocimiento de la ecolocación humana,

área temática que carece aún de una construcción teórica sólida y científicamente fundamentada y b) un componente aplicado: en tanto aspiramos a sentar las bases teórico prácticas de un programa de entrenamiento para la persona ciega. Es de destacar que contamos en la actualidad con nuestras propias herramientas de trabajo enteramente diseñadas y construidas por el equipo, lo cual nos ha permitido involucrarnos en el diseño y construcción de un *Entrenador Acústico Virtual* que asistirá el entrenamiento mencionado.

- La persona ciega con buena movilidad independiente –lo que implica un funcionamiento auditivo refinado y eficiente- constituye un modelo experimental óptimo para estudiar la ecolocación y para avanzar en el entendimiento de temas relevantes de cognición auditiva de candente actualidad, como el efecto precedente y sus aspectos dinámicos, los mecanismos de la altura tonal virtual y el aprendizaje y la atención perceptual.
- El estudio de la ecolocación humana sólo puede abordarse desde la investigación interdisciplinaria. En este sentido hemos trabajado sin descanso para consolidar nuestro equipo interdisciplinario, esfuerzos que se ven recompensados por la creciente actividad de formación de recursos humanos de grado y posgrado que estamos realizando en la actualidad.
- Se han reportado en la literatura grandes diferencias individuales en ecolocación en personas ciegas, asimismo, se han descrito grandes diferencias individuales en localización sonora en sujetos con visión y audición normales, sin que aún se hayan encontrado razones que las expliquen. Consideramos que el entrenamiento sistemático de las habilidades auditivas que subyacen en la ecolocación permitirá obtener un máximo provecho, con lo cual tenderán a nivelarse las mencionadas diferencias. En esta dirección, McAdams (1993) menciona el siguiente ejemplo: los oficiales, así llamados ‘Oídos de Oro’ de la Marina Francesa, han sido entrenados para discriminar e identificar camarones, ballenas, defines, banco de peces, etc, sólo escuchando el campo sonoro

subacuático -que carece totalmente de significado y es percibido como ruido para quien no tiene tal entrenamiento. Alguno de los oficiales más eficientes logran incluso clasificar navíos según nacionalidad; si militares o comerciales; si diesel o nuclear.

- Todo nuestro trabajo experimental está sustentado en un 'entramado' de investigaciones previas que hemos construido -en ecolocación y en temáticas acústicas pertinentes realizadas con sujetos con visión normal- para cumplir con los objetivos propuestos, a través del desarrollo de réplicas o adaptaciones para participantes ciegos. Estamos actualmente diseñando estrategias inéditas para evaluar la contribución relativa y posible interacción de los fenómenos de fusión involucrados en ecolocación humana.
- El fundamento racional de las pruebas psicoacústicas es el siguiente: a) Los ensayos simulan situaciones de ecolocación optimizadas. b) Además de los estímulos estándares se utilizan señales de ecolocación reales en la configuración de los estímulos sonoros. c) Se trabaja también con sujetos con visión normal por el hecho de que la ecolocación es una habilidad genuinamente humana que puede observarse en cualquier persona con audición normal en al menos un oído. d) Se trabaja con un número reducido de personas ciegas para resguardarlos de la manipulación experimental y porque resulta en extremo difícil reclutar un mayor número de sujetos por características propias que presenta este grupo humano a raíz de la discapacidad visual que sufren.

Esperamos concretar en un futuro próximo, la construcción de una perspectiva teórica de la ecolocación humana inexistente hasta donde conocemos, a partir de dimensiones percepto cognitivas, evolutivas y acústicas. Para ello, integraremos estudios previos, nuestros propios trabajos experimentales e investigaciones sobre los fenómenos perceptuales de fusión mencionados estudiados en personas con visión normal.

Es nuestro anhelo contribuir a la comprensión de esta habilidad -verdadero desafío y oportunidad para el estudio ecológico de la audición- tanto como al logro de la movilidad independiente de la persona ciega en pos de promover una manera más justa de integración en la sociedad a partir de una real correspondencia entre capacidades y oportunidades.

BIBLIOGRAFÍA

ARIAS, C. (1996). L'Echolocation humaine chez les handicapes visuels. **L'Année Psychologique**, 96(4), 703-721.

C. ARIAS; OSCAR A. RAMOS; ALDO H. ORTIZ SKARP; XIMENA HÜG.(1999) ¿Visión facial o audición facial? **Resúmenes en CD. XXVII Congreso Interamericano de Psicología**, Caracas, Venezuela.

ARIAS, C.; COSTA, M.; HÜG, X.; ORTIZ SKARP, A.H.; RAMOS, O.A. (2000a) The human auditory obstacle perception ability. **International Journal of Psychology. Abstracts of the XXVII International Congress of Psychology**. 35, 3/4, pág. 417- 51602.06 Stockholm, Sweden.

CLAUDIA ARIAS, OSCAR A. RAMOS (2003) Audición espacial en ambientes reverberantes: aspectos teóricos relevantes. **Revista Interamericana de Psicología / Interamerican Journal of Psychology**. Vol. 37, Num. 2, pp. 371-380.

ARIAS, C.; HÜG, M.X. (2003d) Investigaciones sobre el uso de sonidos auto producidos en humanos. **Segundo Congreso Argentino de Acústica del Nuevo Milenio. Segundas Jornadas de Acústica Electroacústica y Áreas Vinculadas** AADA y CADA. Bs As, Argentina.

BREGMAN, A. (1993) Auditory scene analysis: hearing in complex environments. In: **Thinking in sound: the cognitive psychology of human audition**. McAdams and Bigand (Eds.), Oxford University Press, Oxford.

LI, X.; LOGAN, R.; PASTORE, R. (1991) Perception of acoustic source characteristics: Walking sounds. **The Journal of the Acoustical Society of America**, 90, 6, 3036-3049.

MASTERTON, R.B. (1992) Role of the central auditory system hearing: the new direction. **TINS**, 15, 8, 280-284.

MCADAMS (1993). Recognition of sound sources and events. Págs. 146-198. In **Thinking in sound: the cognitive psychology of human audition**. Eds. S. McAdams and E. Bigand. Oxford University Press

RAMOS, O.A; ARIAS, C.; ORTIZ SKARP, A.O.; FRASSONI, C. (2001). Echoes in the dark. **17th International Congress of Acoustics, ICA**. Rome, Italy.

REPP, B. (1987) The sound of two hands clapping: An exploratory study. **The Journal of the Acoustical Society of America**, 81, 4, 1100-1109.

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**