

La exposición no reforzada modifica la percepción fonética en ratas

Ferran Pons^{1,2}♦ y Josep B. Trobalón¹

¹ *GRNC – Parc Científic – Hospital Sant Joan de Déu, Universitat de Barcelona (Spain)*

² *University of British Columbia, Canada*

La percepción fonética ha sido ampliamente estudiada en animales obteniendo resultados que revelan interesantes similitudes entre humanos y animales. Sin embargo, durante los últimos veinte años se ha mostrado que la experiencia con el lenguaje cambia la percepción fonética en humanos. En el presente estudio, exploramos el papel de la experiencia con el lenguaje en ratas, usando una exposición no reforzada en lugar de entrenamiento. Usando mera exposición en lugar de entrenamiento proporciona un modelo de aprendizaje más cercano a la conducta que quiere compararse, esto es, al aprendizaje del lenguaje por parte de un bebé, en donde no existe refuerzo explícito. Se realizaron dos experimentos. El primer experimento mostró que las ratas podían discriminar entre ejemplares de una misma categoría fonética. En el segundo experimento, se exploró el efecto de la exposición no reforzada a estímulos fonéticos que componen una categoría, por medio de la discriminación de elementos de la misma o de otra categoría fonética. Los resultados mostraron que una exposición no reforzada a estímulos fonéticos puede cambiar la percepción de estos.

Durante las últimas décadas ha existido un gran interés en descubrir y explicar cómo los bebés forman las categorías fonéticas de su lengua. Varios estudios han mostrado que los bebés de pocos meses de vida son capaces de discriminar tanto contrastes de su lengua nativa como contrastes de otras lenguas (Eimas, Siqueland, Jusczyk, y Vigorito, 1971; Werker y Lalonde, 1988; Werker y Tees, 1984), sin embargo hacia el final del primer año de vida la habilidad de discriminar contrastes no-nativos disminuye considerablemente. Existen numerosos estudios sobre el patrón de reorganización perceptiva observado durante el primer año de vida que

♦ Agradecimientos: La presente investigación ha sido financiada por James S. McDonnell Foundation (JSMF-20002079), y por Human Frontier Science Program (HFSP-RGP0068/2002-C). Los autores agradecen a Nuria Sebastián-Gallés por haber hecho posible este proyecto, y a Juan M. Toro y David Miguélez por su ayuda en los experimentos. Correspondencia: Ferran Pons, Department of Psychology, University of British Columbia, 2136 West Mall, Vancouver, British Columbia, V6T 1Z4 CANADA. E-mail: fpons@psych.ubc.ca

apoyan los datos iniciales aportados por Werker y colaboradores, por ejemplo, estudios donde se examinó el contraste inglés /ra-la/ con bebés japoneses (Kuhl y cols., 1997) o estudios donde se utilizaron contrastes vocálicos en bebés bilingües catalán-español (Bosch y Sebastián-Gallés, 2003).

De todas formas, no todos los resultados encontrados hasta el momento concuerdan con el curso temporal propuesto inicialmente sobre la pérdida de sensibilidad a los contrastes no-nativos. Varios estudios muestran que existen algunos contrastes no-nativos que se mantienen más allá de los 14 meses de edad, como algún contraste de la lengua Zulu (Best, 1995; Best, McRoberts y Sithole, 1988). Este proceso de reorganización perceptiva refleja la influencia que ejerce la lengua nativa en la sensibilidad fonética inicial. Aunque no existe una explicación definitiva del mecanismo subyacente a esta reorganización perceptiva, existen varias teorías que abordan estos procesos, entre ellas, la Teoría del Imán de la Lengua Nativa (Kuhl, 2000), y el modelo PRIMIR (Werker y Curtin, 2005). Ambas teorías asumen una reestructuración del espacio perceptivo, o una redistribución de la atención, más que una pérdida absoluta de sensibilidad auditiva. Centrándonos en el primer enfoque, la Teoría del Imán de la Lengua Nativa (TILN) aborda, entre otros aspectos, el periodo temprano de la percepción del habla, antes de que los bebés adquieran el significado de las palabras y la fonología contrastiva, así como los cambios en las habilidades en la percepción del habla producidas por la experiencia con la lengua durante el primer año de vida. Según la TILN, inicialmente el sistema de representación auditivo está dividido de tal manera que los bebés son capaces de distinguir contrastes fonéticos presentes en cualquier lengua. Sin embargo, durante el primer año de vida, debido a la exposición a la lengua hablada de los padres o cuidadores, el espacio físico-acústico se va modificando. Se forman los prototipos de las categorías fonéticas propias de la lengua, y éstos van contrayendo el espacio perceptivo, atrayendo a los otros miembros de la categoría hacia ellos (fenómeno definido como efecto imán perceptivo). Consecuentemente, existe una pérdida de discriminabilidad cerca de estos valores prototípicos, fenómeno que no ocurre en espacios alejados de los núcleos de estas categorías fonéticas. Así, el efecto imán perceptivo se manifestará del siguiente modo: para un hablante normal de una determinada lengua, resultaría difícil distinguir los diferentes sonidos de una categoría porque los estaría percibiendo como iguales al prototipo. Este último está, metafóricamente hablando, atrayendo a los diferentes ejemplares de la categoría, en una especie de *proceso magnético*.

Una de las premisas importantes de la teoría, es que el efecto imán responde a mecanismos específicos de aprendizaje del habla, por tanto, los

prototipos se crean a través de la experiencia con la lengua, sin ningún tipo de refuerzo ni aprendizaje explícito. Siguiendo esta idea, Kuhl (1991) realizó una serie experimental comparando humanos adultos, bebés de seis meses de edad y monos rhesus en una tarea de discriminación fonética. Los sujetos tenían que discriminar entre miembros de una misma categoría fonética materna en dos condiciones distintas, una usando el prototipo como referente y la otra usando un estímulo no prototipo como referente.

Usando la categoría fonética de la vocal /i/ del inglés se realizó una tarea de discriminación entre la vocal prototipo y varios ejemplares de su alrededor, y una vocal no-prototipo y varios ejemplares de su alrededor. Los resultados mostraron que adultos y bebés percibían los estímulos que rodean al prototipo como más similares (mostrando dificultad para distinguir entre ellos), mientras que el estímulo no-prototipo y sus ejemplares se distinguieron con mucha más facilidad. Por otra parte, los monos rhesus pudieron discriminar entre los estímulos por encima del azar, aunque a diferencia de los humanos, su actuación en la condición prototipo y en la no prototipo fue idéntica. Esto es, el grado de generalización de los estímulos que rodeaban al prototipo fue el mismo que el grado de generalización de los que rodeaban al no-prototipo. Los autores del estudio concluyeron que el efecto imán perceptivo era exclusivo del ser humano, ya que adultos y bebés de seis meses de edad mostraron este tipo de organización perceptiva, mientras que los monos rhesus, mostraron una organización perceptiva basada únicamente en diferencias de carácter acústico.

Posteriormente, Kuhl y colaboradores (1992) realizaron un estudio con bebés de 6 meses de dos poblaciones distintas; bebés estadounidenses y bebés suecos. Pusieron a prueba una categoría fonética del inglés (vocal /i/) y una del sueco (vocal /y/). Los resultados mostraron que para la vocal /i/ prototípica del inglés, únicamente mostraban efecto imán los bebés estadounidenses, mientras que frente a la vocal /y/ prototípica del sueco, sólo aparecía el efecto en bebés suecos, no en estadounidenses. Ambos grupos de bebés trataron la vocal de la lengua no materna como un ejemplar no-prototipo de la categoría fonética, poniendo de relieve la importancia de la experiencia lingüística en el procesos del imán perceptivo (Kuhl, Williams, Lacerda, Stevens y Lindblom, 1992).

Una diferencia crucial entre los bebés de ambos experimentos y los monos rhesus del primer estudio, es que estos últimos no habían tenido experiencia con la lengua como la habían tenido los bebés. Por tanto, se podría apuntar que los resultados de los animales fueron debidos al hecho de no haber tenido el mismo tipo de experiencia previa con la lengua que habían tenido los bebés de 6 meses. Kluender, Lotto, Holt y Bloedel (1998)

realizaron una serie experimental con estorninos que, a diferencia de los monos rhesus en el estudio de Kuhl (1991), fueron entrenados a los sonidos que formaban la categoría fonética con la que posteriormente serían puestos a prueba. Los estorninos fueron capaces de percibir los prototipos de las vocales previamente entrenadas, estableciendo así un paralelismo con los resultados obtenidos anteriormente con sujetos humanos. Además, mostraron un patrón de discriminación y categorización muy parecido al de los seres humanos, lo que sugería que la formación de las categorías fonéticas vocálicas basada en el prototipo, no es un fenómeno específico del ser humano, sino más bien un mecanismo de aprendizaje compartido con otros animales.

En el presente trabajo quisimos explorar el papel de la experiencia usando exposición no reforzada. La razón de usar mera exposición en lugar de entrenamiento como utilizaron Kluender y colaboradores (1998) fue adoptada para intentar emplear un modelo de aprendizaje más cercano a la conducta que quiere observarse, esto es, la adquisición del lenguaje por parte de los bebés, donde no existe refuerzo explícito. Nuestra hipótesis es que se puede modificar la discriminación de estímulos fonéticos en animales sin necesidad de un entrenamiento exhaustivo, sencillamente con una adecuada experiencia pasiva a los estímulos que componen una categoría fonética.

EXPERIMENTO 1

Kuhl (1991) demostró que los humanos adultos, así como los bebés, presentaban evidencia de efecto imán perceptivo en la categorización de vocales, mientras que en monos rhesus la discriminación y organización de dichos estímulos fonéticos venía determinada únicamente por el espacio psicofísico de la vocal, sugiriendo así ausencia de categorización fonética en animales no-humanos. Como un primer paso hacia posteriores estudios, el objetivo del presente experimento fue explorar si la rata, al igual que el mono rhesus, sería capaz de discriminar estímulos que pertenecen a una misma categoría fonética con un entrenamiento adecuado. Se utilizó un procedimiento de entrenamiento de discriminación sucesiva de igualdad utilizando el prototipo de la vocal /ε/ y en tres momentos del entrenamiento se examinó la generalización de la respuesta mostrada a otros miembros de la categoría fonética.

METODO

Sujetos. Los sujetos fueron 8 ratas (4 machos y 4 hembras) de la cepa Long Evans con edades comprendidas entre 3 y 4 meses de edad. Los animales fueron criados y permanecieron en el Laboratorio de Psicología

Animal y Estabulario de la Facultad de Psicología de la Universitat de Barcelona. Las condiciones de estabulación de los animales eran en grupos de dos o tres con libre acceso a agua y comida hasta el inicio del experimento. Se mantuvieron constantes las condiciones de temperatura (22° C) y el ciclo de luz-oscuridad de 12/12 h., con luz desde las 09 hasta las 21 horas. Antes del inicio de cada experimento, todos los animales pasaban por un programa de privación de comida hasta conseguir reducir su peso al 85% ad libitum. Este peso se mantenía y se controlaba durante todo el experimento, dando una cantidad concreta de alimento a los animales una vez al día, después de la sesión experimental.

Aparatos. Se usaron cuatro cajas operantes Letica Power Box L830-C (PanLab S.L.), equipadas con dispensadores de pellas (refuerzo sólido en forma de pequeñas bolitas de sabor dulce). La presentación de los estímulos, la entrega del refuerzo (pellas), así como el registro de las respuestas de presión de palanca estaban controladas por un ordenador PC-Pentium 166Mhz bajo el lenguaje de programación Expe6rat (adaptación hecha por X. Mayoral del lenguaje Expe6 de Pallier, Dupox y Jeanin, 1997). Los estímulos auditivos fueron presentados a través de una tabla DA-conversora (OROS AU22) conectada a un amplificador Pioneer Stereo A-445, y a dos altavoces E.V. (S-40). Los estímulos fueron presentados a 65 ± 5 dB, medido a 40 cm del altavoz.

Estímulos. Para los dos experimentos se usaron los valores de las vocales reportados en Bosch, Costa y Sebastián-Gallés (2000). Estos autores sintetizaron gran número de ejemplares de la vocal /ε/ (e abierta catalana) para poder encontrar el prototipo de la categoría fonética de dicha vocal. El estímulo de la vocal /ε/ se generó con el formante de frecuencias producidas por un locutor masculino. Se seleccionó la vocal /ε/ que fue juzgada consistentemente por adultos nativos del catalán como la mejor /ε/ y se designó como prototipo (P). La segunda vocal, fue escogida de entre las vocales que habían sido juzgadas como ejemplares pobres de la vocal /ε/ y fue designada como no-prototipo (NP) de /ε/. Es importante remarcar que aunque las dos vocales fueron valoradas de forma muy diferente en cuanto a ser el mejor ejemplar de la categoría, los sujetos fácilmente identificaban a las dos como ejemplares de la categoría fonética /ε/.

Así, los valores de los estímulos fueron: prototipo de /ε/, F1 = 641 Hz, F2 = 1948 Hz; no-prototipo de /ε/, F1 = 746 Hz, F2 = 1770 Hz. Se sintetizaron 6 variantes siguiendo el procedimiento descrito por Kuhl (1991), usando la escala de Mel. Estos seis ejemplares correspondían a la distribución regular de los estímulos formando tres órbitas y dos vectores

alrededor de la vocal central para cada categoría (dos ejemplares en cada órbita). Las órbitas tuvieron una distancia de 30, 60 y 90 Mels desde el valor central (órbitas 1 a 3 respectivamente). Se obtuvieron los ejemplares modificando F1 y F2 al mismo tiempo. El conjunto de estímulos se generaron usando el software Sensyn Speech Synthesizer Package (versión PC-DOS), basado en el software KLSYN88 instalado en un ordenador Olivetti XP7 equipado con una tabla de conversión analógica-digital (OROS AU22). Las frecuencias del tercer al sexto formante fueron para todos los estímulos, 2500 Hz, 3250 Hz, 3700 Hz y 4990 Hz respectivamente. Los anchos de banda usados fueron los mismos para ambas vocales: 60 Hz para el ancho de banda de F1 (B1), 90 Hz para B2, 150 Hz para B3, 200 Hz para B4 y 200 Hz para B5. La frecuencia fundamental para todos los estímulos empezaba en 112Hz, llegando a 132 Hz a los 100 ms y decayendo linealmente hasta 92 Hz en los 500 ms. En la figura 1 puede observarse la localización de cada elemento de las categorías fonéticas en el espacio a partir de la escala de Mel.

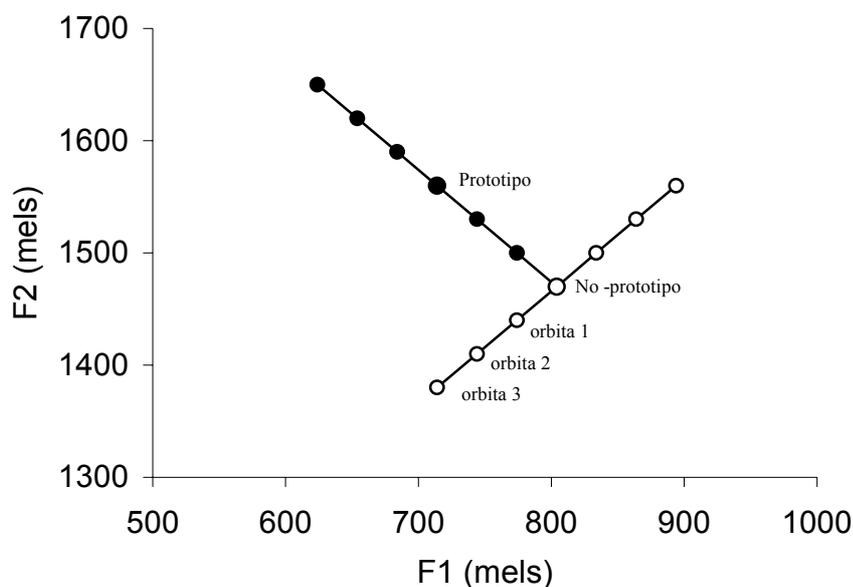


Figura 1. Localización de los estímulos en el plano F1-F2 en la escala de Mel.

Para el presente experimento únicamente se usaron los estímulos de la categoría prototipo.

Procedimiento. Se entrenó a los animales en un programa de presión de palanca. Cuando alcanzaban una tasa estable, establecida en un mínimo de 500 presiones por sesión, en un programa de refuerzo de razón variable 10 (1 pellas cada 10 ± 5 presiones de palanca) empezaba el experimento. Se eliminaron del estudio a dos sujetos al no alcanzar el nivel mínimo exigido de presión de palanca; con los 6 animales restantes se realizó la tarea experimental. La fase experimental se compuso de 16 días de entrenamiento de discriminación. Se realizó una sesión diaria de 50 minutos de duración, en los que los animales pasaban por un total de 24 ensayos bajo un programa de presión de palanca de RV10. Cada ensayo empezaba con la presentación correlativa de 2 estímulos (prototipo-prototipo o prototipo-ejemplar). Después de la presentación de los dos sonidos, había un periodo de respuesta de 120 segundos de duración, dividido en cuatro partes de 30 segundos (A1, A2, B1 y B2). Cuando los dos sonidos presentados eran iguales (prototipo-prototipo) tanto en la primera parte (A) como en la segunda parte (B), los animales recibían refuerzo bajo el programa RV10; estos ensayos recibían el nombre de ensayos de igualdad. Cuando los sonidos presentados eran diferentes (prototipo-ejemplar), durante la primera parte (A), los animales no recibían refuerzo aun ejecutando la tarea de presión de palanca, mientras en la segunda parte (B), los animales tenían otra vez acceso al refuerzo bajo el programa RV10; estos ensayos quedaban definidos como ensayos de desigualdad (ver figura 2).

La medida de respuesta utilizada fue el promedio de la tasa de presión de palanca para cada sujeto en la totalidad de ensayos. Para realizar el análisis, se tomaron los datos de los ensayos de desigualdad de la orbita más cercana (O1) y de la más lejana (O3) de las sesiones 4, 10 y 16 para estudiar la progresión de la respuesta. Estos valores fueron transformados a "proporción de respuesta" en A1 que permite establecer una relación entre la respuesta y la supresión de respuesta en los ensayos no reforzados. Para calcular dicho parámetro, se dividió la frecuencia media de presión de palanca durante los primeros 30 segundos del ensayo (A1) por la media de presiones de palanca durante este mismo periodo más la media de los últimos 30 segundos (B2). Este tipo de parámetro de medida genera valores entre 0 y 1. Valores cercanos a 0 indican tasas de respuesta más altas en el último periodo (B2) que en el primero (A1). Los valores que tienden a 1 indican tasas de respuesta más altas en el periodo A1 que en el periodo B2. Por tanto, con el procedimiento experimental usado, valores alrededor de 0.5 indicarán que los estímulos sonoros son percibidos como iguales (ensayos de igualdad), o al menos que existe un alto grado de generalización entre ellos (Toro, Trolalón y Sebastián-Gallés, 2005).

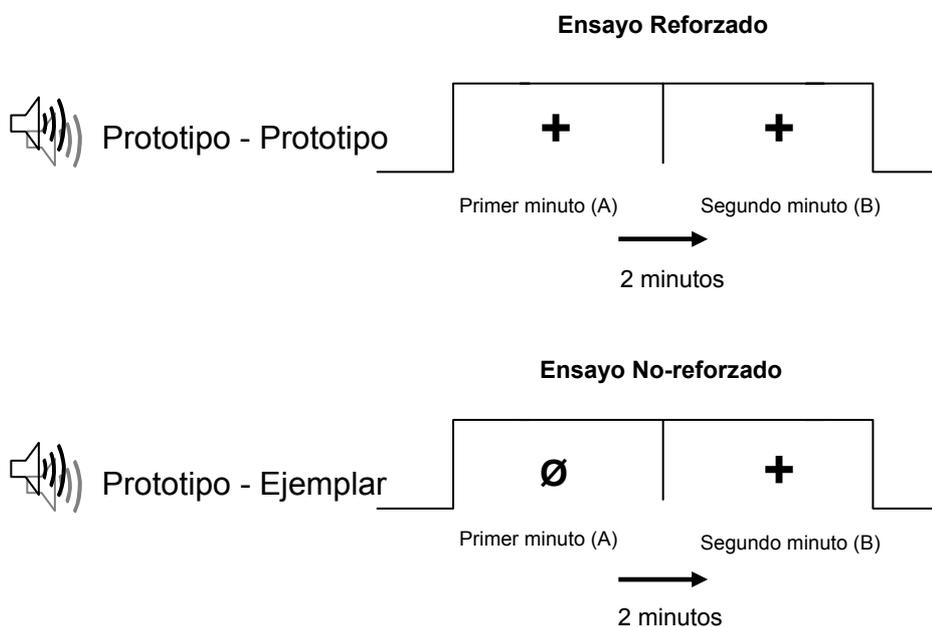


Figura 2. Tipo de ensayos usados para el entrenamiento de discriminación.

RESULTADOS

Se realizó un análisis de la varianza de los datos obtenidos del cálculo de “proporción de respuesta”, definiendo tres variables intra-sujeto: sesión, órbita y eje. Tanto la variable sesión ($F(2,10) = 163.350, p < 0.01$), como la interacción sesión por órbita ($F(2,10) = 56.220, p < 0.01$), fueron significativas, indicando un cambio en las respuestas a través de las sesiones de entrenamiento. Un análisis de efectos simples mostró efectos significativos en la variable órbita en la sesión 4 ($F(1,5) = 113.213, p < 0.01$), y en la sesión 16 ($F(1,5) = 28.399, p < 0.01$).

La figura 3 muestra, como era esperado, que los estímulos de la órbita 1 (O1) son más difíciles de discriminar del prototipo que los estímulos de la órbita más alejada (O3). En la primera órbita se encuentra un patrón que se acerca al de los ensayos de igualdad (prototipo-prototipo), obteniendo así valores que tienden a 0.5. Recordemos que tanto en los ensayos de la órbita 1 como los de la órbita 3, el programa de refuerzo usado era exactamente el mismo, esto es, los animales recibían refuerzo únicamente durante la segunda parte del ensayo, por lo que las diferencias encontradas entre estos dos tipos de ensayo no pueden ser explicadas debido al tipo de programa usado.

También se observa que durante el entrenamiento, los animales aprendieron la tarea conductual de supresión de la respuesta en la órbita más alejada, mientras que para la órbita cercana al prototipo se mantiene con valores similares durante todo el entrenamiento. En la sesión 4, los valores altos en la órbita 3 podrían ser debidos al alto nivel de expectación frente a las diferencias, pero ausencia de refuerzo (Nakajima, 1997; Nakajima y Urushihara, 1999). En la sesión 16, los animales ya han aprendido la tarea de supresión de conducta cuando los estímulos son diferentes, así, al percibir las diferencias entre estímulos suprimen la conducta de presión de palanca en la primera parte del ensayo (A1), encontrando, por tanto, valores que tienden a acercarse al valor 0.

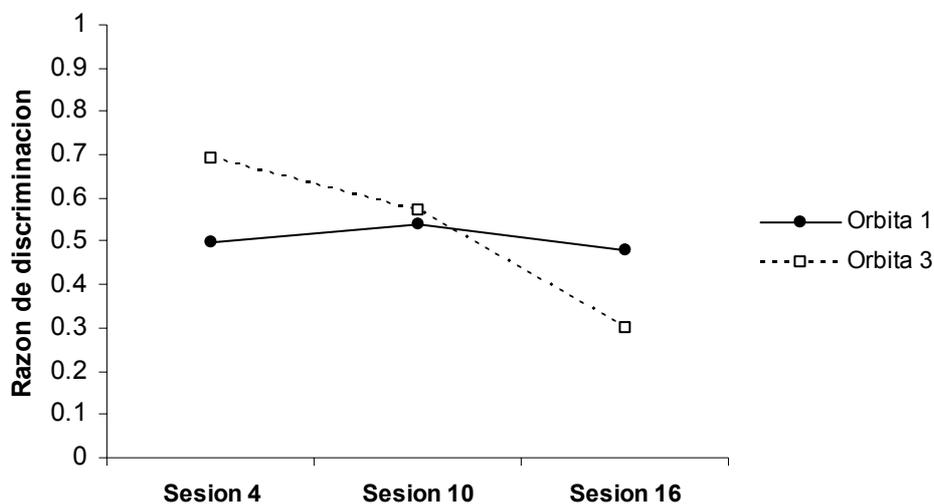


Figura 3. Resultados de la Razón de discriminación en las sesiones 4, 10 y 16 para las órbitas 1 y 3.

En el presente experimento se demostró que el entrenamiento de discriminación utilizado para observar los fenómenos de la categorización fonética, era totalmente válido en animales como las ratas. Se observó también que las ratas eran capaces de discriminar entre una vocal prototípica y los ejemplares de su misma categoría fonética, y que esta capacidad decrecía a medida que el ejemplar era psico-acústicamente más parecido al prototipo. Es importante tener presente que aunque los estímulos usados son mencionados como prototipo y ejemplares, para una rata, estos estímulos son neutros, pues no tienen ningún significado o valor diferente que otros estímulos similares.

EXPERIMENTO 2

Como se expuso en la introducción, Kuhl y colaboradores (1992) demostraron que el efecto imán perceptivo está influenciado por la exposición temprana a la lengua. Así, en su estudio con bebés americanos y suecos de 6 meses de edad, pudieron observar que el efecto imán perceptivo sólo aparece cuando la vocal usada como referente pertenece a la lengua materna del sujeto. En otras palabras, ambos grupos de bebés trataron la vocal de la lengua extranjera como un no-prototipo de la categoría fonética, mostrando facilidad para discriminar ésta de sus ejemplares.

El objetivo del experimento 2 fue explorar el efecto de la exposición no reforzada a estímulos fonéticos que componen una categoría, por medio de la discriminación de elementos de la misma o de otra categoría fonética. Nuestra hipótesis es que los animales con experiencia previa a una categoría fonética diferente a la utilizada en la tarea de discriminación, deberán mostrar un patrón de discriminación similar al de los bebés puestos a prueba con una categoría fonética de la lengua no materna en el estudio de Kuhl y colaboradores (1992). Es importante recordar de nuevo que para una rata no existe *a priori* un valor prototipo o un valor no-prototipo, por lo que el patrón de discriminación entre cualquier de estos estímulos debe ser el mismo y variar únicamente en función de la experiencia previa.

METODO

Sujetos. Los sujetos fueron 18 ratas (10 machos y 8 hembras) de la cepa Long Evans con edades comprendidas entre 3 y 4 meses de edad. Tanto las condiciones de estabulación como los aparatos experimentales fueron los mismos que en el experimento anterior. Cuatro animales fueron eliminados del estudio al no alcanzar el nivel mínimo exigido de presión de palanca.

Estímulos. Se usaron los estímulos de la categoría prototipo y de la categoría no-prototipo descritos en el Experimento 1.

Procedimiento. La mitad de los animales fueron asignados a la condición de pre-exposición a la categoría prototipo (P), mientras que la otra mitad fueron asignados a la condición de pre-exposición a la categoría no-prototipo (NP). La fase de pre-exposición tuvo una duración de 8 días y se realizó de la misma manera que el entrenamiento de discriminación del experimento 1. La diferencia crucial, fue que durante esta fase, a diferencia del entrenamiento de discriminación, los animales no tenían acceso a la palanca (ya que se retiraba de la caja operante) ni tampoco tenían acceso al

refuerzo (pellas). Posteriormente se realizó un entrenamiento de discriminación de 16 días de duración, de la misma manera que el experimento 1. Durante esta segunda fase del experimento, todos los animales fueron entrenados con los estímulos de la categoría prototipo (P). Así, se crearon dos grupos experimentales, el grupo prototipo-prototipo (P-P) y el grupo no-prototipo-prototipo (NP-P), indicando primero la categoría fonética a la cual fueron pre-expuestos, y luego la categoría fonética usada en el entrenamiento de discriminación. Se asignaron 6 animales a cada grupo en función del sexo y de la tasa de presión de palanca; los cuatro animales restantes fueron eliminados del experimento.

RESULTADOS

Los datos de los ensayos de desigualdad de la órbita más cercana (O1) y de la más lejana (O3) de los días 4, 10 y 16 del entrenamiento de discriminación fueron transformados a “proporción de respuesta” en A1.

Se realizó un ANOVA mixto definiendo la variable grupo como variable entre-sujetos y las variables órbita, eje y sesión como variables intra-sujetos. La variable sesión fue significativa ($F(1,10) = 250.131, p < 0.01$), así como la interacción órbita x sesión ($F(1,10) = 90.675, p < 0.01$), mostrando como en el experimento anterior que existe un cambio de respuestas a través de las sesiones de entrenamiento. También fueron significativas las interacciones grupo x sesión ($F(1,10) = 258.468, p < 0.01$); y grupo x órbita x sesión ($F(1,10) = 28.669, p < 0.01$). Un análisis de efectos simples mostró que la variable grupo era significativa en la sesión 4 ($F(1,10) = 146.221, p < 0.01$), así como en la sesión 16 ($F(1,10) = 79.527, p < 0.01$). También mostró que la variable órbita lo era tanto en la sesión 4 ($F(1,10) = 47.615, p < 0.01$), como en la 16 ($F(1,10) = 57.853, p < 0.01$). Analizando los grupos por separado se observó que para el Grupo P-P, la variable órbita era significativa en la sesión 4 ($F(1,10) = 63.327, p < 0.01$), así como en la sesión 16 ($F(1,10) = 59.232, p < 0.01$). Para el Grupo NP-P, la variable órbita fue significativa en la sesión 4 ($F(1,10) = 5.523, p < 0.05$), pero no lo fue en la sesión 16 ($F(1,10) = 2.327, p > 0.05$).

Como puede observarse en la figura 4, después de 16 sesiones de entrenamiento, en la órbita más alejada del prototipo, se obtienen los valores más altos de discriminación. Comparando los dos grupos se puede observar que los animales del grupo P-P muestran alto nivel de generalización en la órbita 1, y aunque en menor grado, también presentan un nivel más alto de generalización en la órbita 3 en comparación al grupo NP-P, que muestran menor grado de generalización en ambas órbitas.

Los resultados del experimento 2 demuestran que una experiencia previa adecuada con estímulos fonéticos modifica la percepción de los

sujetos: los animales pre-expuestos y entrenados con la misma categoría fonética, muestran, en los ejemplares cercanos al valor central, un nivel de generalización más alto en comparación con los animales pre-expuestos a una categoría fonética distinta a la usada en la tarea de discriminación.

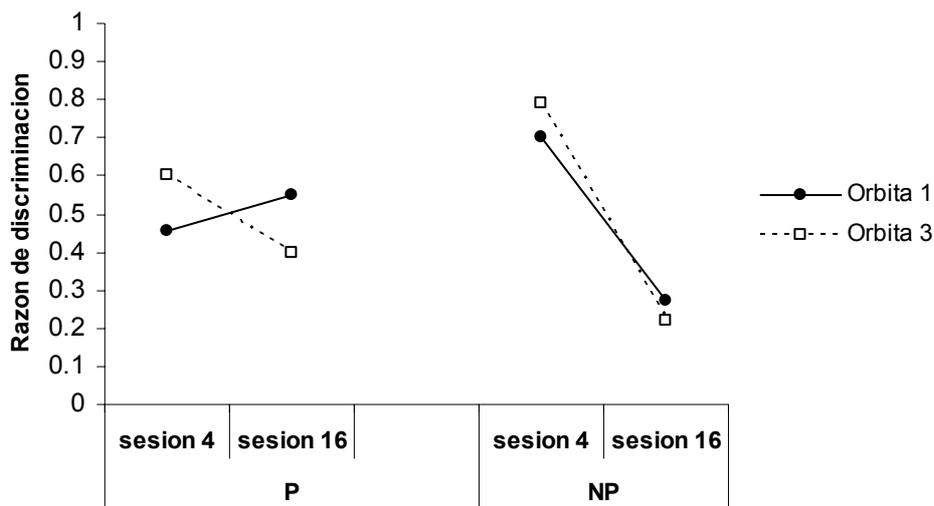


Figura 4. Resultados de la Razón de discriminación en los grupos P-P y NP-P en las sesiones 4 y 16 para las orbitas 1 y 3.

DISCUSION

En el presente trabajo quisimos explorar el papel de la exposición no reforzada a estímulos fonéticos en animales. El primer experimento demostró la validez del procedimiento usado para medir la discriminación de estos estímulos en ratas. Se pudo observar que las ratas eran capaces de discriminar entre un estímulo prototipo y ejemplares de su misma categoría fonética, y que esta capacidad decrecía a medida que el ejemplar era psicoacústicamente más parecido al prototipo.

En el segundo experimento se quiso observar el efecto de exponer de manera no reforzada a estímulos de la misma categoría y de otra categoría fonética distinta a la que se iba a poner a prueba. Se observó que la capacidad discriminativa cambiaba en función de la categoría fonética a la que eran expuestos los animales, sugiriendo un papel importante a la experiencia no reforzada en la creación de categorías fonéticas.

Aunque somos totalmente conscientes de que la similitud entre resultados entre especies no garantiza que los mecanismos que subyacen a

los procesos sean los mismos, los resultados del segundo experimento pueden considerarse paralelos a los resultados previamente observados en bebés en el trabajo de Kuhl y colaboradores (1992) con bebés ingleses y suecos de 6 meses de edad, demostrando que la experiencia con la lengua determina cambios en la percepción y las capacidades discriminativas. También es importante remarcar que nuestro estudio extiende el trabajo previo de Kluender y colaboradores (1998) mostrando de nuevo en animales que la experiencia con los sonidos del habla modifica la subsiguiente percepción de estos, pero ampliando el alcance de los mismos al utilizar procedimientos de exposición no reforzada.

Nuestros resultados revelan que la percepción fonética puede ser dependiente de la experiencia con los estímulos del habla. Aunque pueda parecer extraño, nuestros resultados no son totalmente contradictorios a las dos principales teorías sobre adquisición del lenguaje (TILN y PRIMIR), ya que ambas citan la experiencia como factor determinante para la reorganización perceptiva. Aún así sería necesario averiguar a que tipo de experiencia se refieren estas teorías como experiencia determinante a la hora de reorganizar las categorías fonéticas.

Independientemente de cómo se enmarcan los resultados descritos en este manuscrito en las teorías actuales sobre la percepción fonética, es interesante realizar algunas consideraciones alrededor de su significado a la luz de teorías del aprendizaje, debido al paralelismo que se puede encontrar entre ellas. La exposición a los estímulos fonéticos que recibieron los animales de nuestro estudio y que les permitió mostrar un patrón de discriminación fonético distinto en función de su exposición, se asemeja a fenómenos de preexposición estudiados en el área del aprendizaje asociativo. Durante muchos años ha habido gran interés en estudiar los efectos de una exposición no reforzada a un conjunto de estímulos sobre el aprendizaje posterior. Entre ellos encontramos el fenómeno de la inhibición latente y el del aprendizaje perceptivo. El fenómeno de la inhibición latente se ha definido como el retraso en la adquisición de una respuesta condicionada, debido a que previamente el estímulo a condicionar había sido presentado sin reforzar. Se ha observado el fenómeno de la inhibición latente con una amplia variedad de procedimientos experimentales: flexión de pata con ovejas y cabras (Lubow y Moore, 1959), condicionamiento palpebral con conejos (Siegel, 1969), supresión condicionada (Rescorla, 1971), lameteo condicionado (Baker y Mackintosh, 1977), condicionamiento de aversión al sabor (Best y Gemberling, 1977; Trobalón, 1998), aprendizaje discriminativo en laberintos (Trobalón, Sansa, Chamizo y Mackintosh, 1991) y aprendizaje espacial en la piscina de Morris (Prados, Chamizo y Mackintosh, 1999).

Podemos intentar interpretar los resultados obtenidos en el presente estudio bajo la perspectiva que ofrecen estos dos fenómenos asociativos dependientes de la preexposición en la perspectiva de aprendizaje. En varios experimentos se puede observar un tipo de patrón de discriminación fonética paralelo al de los estudios en los que se obtiene inhibición latente y/o aprendizaje perceptivo, es decir, una peor discriminación cuando previamente se ha expuesto a los mismos estímulos que se usan en la fase de prueba, y una mejor discriminación cuando la categoría expuesta previamente es muy semejante pero diferente. El patrón observado en nuestros experimentos, y que hasta el momento quedaba definido como efecto imán perceptivo, parece ajustarse al fenómeno de la inhibición latente. Es tentador especular con la idea de que el efecto imán perceptivo sea el mismo efecto que la inhibición latente. Sin embargo, por el momento debemos ser cautelosos con esa hipótesis, ya que faltaría un análisis más detallado y varios experimentos enfocados a poner a prueba la similitud entre estos dos fenómenos.

Los resultados obtenidos en este trabajo nos abren un importante camino a seguir en el campo de la reorganización perceptiva del lenguaje durante el primer año de vida, ya que muestran de nuevo que la experiencia tiene un papel primordial en el tipo de categorización y de posibles organizaciones fonéticas que se llevarán a cabo. De vital importancia, los datos de nuestro estudio aportan luz sobre el tipo de experiencia y la especificidad del ser humano en la capacidad para formar y organizar las categorías fonéticas, ayudando así a una mejor comprensión del origen filogenético y la evolución del lenguaje.

ABSTRACT

Non-reinforced exposure modifies phonetic perception in rats. Phonetic perception has been widely studied in different animal species with results revealing striking similarities for humans and animals. However, in the last twenty years it has been shown that language experience changes phonetic perception in humans. In the present study, we explored the role of experience with language in rats, using a non-reinforced exposure instead of training. Using mere exposure instead of training provides a learning model closer to that of the behavior to be compared, that is, infant language learning, where no explicit feedback is given. Two experiments were conducted. Experiment 1 revealed that rats could discriminate between exemplars of the same phonetic category. In Experiment 2, the role of the non-reinforced exposure to phonetic stimuli was explored. Results revealed that previous non-reinforced exposure to these phonetic stimuli changed the perception of these phonetic tokens.

REFERENCES

- Baker, A. G. y Mackintosh, N. J. (1977). Excitatory and inhibitory conditioning following uncorrelated presentation of CS and US. *Animal Learning and Behavior*, 5, 315-319.
- Best, C. T. (1995). Learning to perceive the sound pattern of English. En C. Rovee Collier & L. P. Lipsitt (Eds.), *Advances in infancy research* (pp. 217-304). Norwood, NJ: Ablex.
- Best, M. R. y Gemberling, G. A. (1977). Role of short-term processes in the conditioned stimulus preexposure effect and the delay of reinforcement gradient in long delay taste aversion learning. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 3, 353-63.
- Best, C. T., McRoberts, G. W. y Sithole, N. N. (1988). The phonological basis of perceptual loss for nonnative contrasts: Maintenance of discrimination among Zulu clicks by English-speaking adults and infants. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 14, 345-60.
- Bosch, L., Costa, A. y Sebastián-Gallés, N. (2000). First and second language vowel perception in early bilinguals. *European Journal of Cognitive Psychology*, 12(2), 189-222.
- Bosch, L. y Sebastián-Gallés, N. (2003). Simultaneous bilingualism and the perception of a language specific vowel contrast in the first year of life. *Language and Speech*, 46, 217-244.
- Eimas, P. D., Siqueland, E. D., Jusczyk, P. W., y Vigorito, J. (1971). Speech perception in infants. *Science*, 171, 303-306.
- Fant, G. (1973). *Speech sounds and features*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Kluender, K. R., Lotto, A. J., Holt, L. L. y Bloedel, S. B. (1998). Role of experience for language-specific functional mappings for vowel sounds. *Journal of the Acoustical Society of America*, 104, 3568-3582.
- Kuhl, P. K. (1991). Human adults and human infants show a "perceptual magnet effect" for the prototypes of speech categories, monkeys do not. *Perception and Psychophysics*, 50, 93-107.
- Kuhl, P. K. (2000). Language, mind, and brain: Experience alters perception. En: M. S. Gazzaniga (Ed.), *The new cognitive neurosciences* (2nd ed.) (pp. 99-115). Cambridge, MA: MIT Press.
- Kuhl, P. K., Williams, K. A., Lacerda, F., Stevens, K. N. y Lindblom, B. (1992). Linguistic experience alters phonetic perception in infants six months of age. *Science*, 255, 606-608.
- Kuhl, P. K., Kirtani, S., Deguchi, T., Hayashi, A., Stevens, E. B., Dugger, C. D. y Iverson, P. (1997). Effects of language experience on speech perception: American and Japanese infants' perception of /ra/ and /la/. *Journal of the Acoustical Society of America*, 102, 31-35.
- Lubow, R. E. y Moore, A. U. (1959) Latent inhibition: The effect of nonreinforcement preexposure to the conditional stimulus. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 52, 415-419.
- Nakajima, S. (1997). Failure of inhibition by B over C after A+, AB-, ABC+ training. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior*, 23, 482-490.
- Nakajima, S. y Urushihara, K. (1999). Inhibition and facilitation by B over C after A+, AB-, and ABC+ training with multimodal stimulus combinations. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior*, 25, 68-81.

- Pallier, C., Dupoux, E. y Jeanin, X. (1997). EXPE: an Expandable Programming Language for on-line psychological Experiments. *Behavior Research Methods, Instruments and Computers*, 29, 322-327.
- Prados, J., Chamizo, V. D. y Mackintosh, N. J. (1999). Latent inhibition and perceptual learning in a swimming pool navigation task. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 25, 37-44.
- Rescorla, R. A. (1971). Summation and retardation tests of latent inhibition. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 85, 331-338.
- Siegel, S. (1969). Generalization of latent inhibition. *Journal of Comparative and Physiological Psychology*, 69, 157-159.
- Toro, J. M., Trobalón, J. B., & Sebastián-Gallés, N. (2005). Effects of backward speech and speaker variability in language discrimination by rats. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behaviour Processes*, 31(1), 95-100.
- Trobalón, J. B. (1998). Aprendizaje perceptivo en el condicionamiento de aversión al sabor: El papel del número de ensayos de preexposición. *Psicológica*, 19, 137-152.
- Trobalón, J. B., Sansa, J., Chamizo, V. D. y Mackintosh, N. J. (1991). Perceptual learning in maze discriminations. *Quarterly Journal of Experimental Psychology*, 43B, 382-402.
- Werker, J. F., y Curtin, S. (2005). PRIMIR: A Developmental Framework of Infant Speech Processing. *Language Learning and Development*, 1(2), 197-234.
- Werker, J. F. y Lalonde, C. E. (1988). Cross-language speech perception: Initial capabilities and developmental change. *Developmental Psychology*, 24, 672-683.
- Werker, J. F. y Tees, R. C. (1984). Cross-language speech perception: Evidence for perceptual reorganization during the first year of life. *Infant Behavior and Development*, 7, 49-63.

(Manuscript received: 7 September 2006; accepted: 11 December 2006)