



Relaciones de equivalencia estimular en palomas:
extensión del paradigma experimental de
García y Benjumea (2006)

Álvaro Viúdez González

Laboratorio de Conducta Animal

Tutor Santiago Benjumea Rodríguez

Máster en Estudios Avanzados en Cerebro y Conducta

Departamento de Psicología Experimental

Facultad de Psicología

Universidad de Sevilla

10 / 12 / 2013

Resumen

En el presente trabajo se estudia el origen del fenómeno de las clases de equivalencia, para tratar de conseguir resultados positivos de dicho fenómeno en animales. El trabajo se desarrolló utilizando dos palomas como sujetos experimentales, ordenadores con pantalla táctil en la que presentar los estímulos y el procedimiento de igualación a la muestra. La base del presente estudio es la investigación de García y Benjumea (2006) en la cual consiguieron resultados positivos en una de las propiedades de las clases de equivalencia (simetría) al incluir el propio comportamiento de los sujetos en dichas clases. Nuestra investigación amplió el método utilizado en dicho trabajo mediante dos discriminaciones condicionales encadenadas linealmente, a fin de poder evaluar, además de la simetría, el desempeño de los sujetos en pruebas de transitividad y equivalencia. Sin embargo, no obtuvimos resultados positivos en ninguna de las relaciones de las clases de equivalencia que estudiamos, por lo que no hemos conseguido el objetivo de nuestro estudio.

Palabras clave: equivalencia estimular, match-to-sample, palomas, simetría, transitividad.

Índice

1. Presentación.....	5
2. Introducción.....	8
a) Discriminaciones condicionales.....	8
b) Clases de equivalencia.....	10
c) Antecedentes en reflexividad.....	14
d) Antecedentes en simetría.....	16
e) Antecedentes en transitividad.....	25
f) Antecedentes en equivalencia.....	26
3. Objetivos del trabajo y planteamiento de hipótesis.....	28
4. Método.....	29
a) Sujetos.....	29
b) Aparatos.....	29
c) Diseño.....	31
d) Procedimiento.....	31
• Entrenamiento al comedero.....	32
• Automoldeamiento.....	32
• Entrenamiento en tasas altas/go-nogo.....	33
• Discriminación condicional BC.....	34
• Discriminación condicional AB.....	36
• Prueba de simetría CB clásica con el círculo en el centro.....	39
• Prueba de simetría CB rectángulo verde/rojo.....	40
• Prueba de simetría CB clásica con el círculo en los lados.....	41
• Prueba de simetría BA clásica.....	43

• Entrenamiento mixto AB/BC.....	44
• Prueba de equivalencia CA rojo-rojo/verde-verde.....	45
• Prueba de transitividad AC clásica.....	46
• Entrenamiento en cadena ABC.....	47
• Prueba de equivalencia CA rojo-rojo/verde-verde tras entrenamiento en cadena.....	49
5. Resultados.....	51
• Discriminación condicional BC.....	51
• Discriminación condicional AB.....	52
• Pruebas de simetría CB.....	54
• Prueba de simetría BA.....	57
• Entrenamiento mixto AB/BC.....	59
• Prueba de equivalencia CA.....	60
• Prueba de transitividad AC.....	62
• Entrenamiento en cadena ABC.....	63
• Prueba de equivalencia CA.....	65
6. Discusión.....	67
7. Conclusiones.....	70
8. Referencias bibliográficas.....	71

Presentación

La investigación que se va a presentar en el presente Trabajo Fin de Máster se enmarca dentro de una línea de investigación conocida como *clases de equivalencia*. El fenómeno al que se refiere dicha línea fue descubierto y estudiado por primera vez por Sidman (1971) y posteriormente se describieron las propiedades en el trabajo canónico de Sidman y Talby (1982).

Una clase de equivalencia es un conjunto de estímulos físicamente distintos pero funcionalmente idénticos para el sujeto, que tienen la característica de que sólo algunas relaciones entre ellos han sido entrenadas explícitamente, teniendo el resto de relaciones que “emerger” o, mejor dicho, derivarse, del aprendizaje de las anteriores. Cuando se realizan pruebas para ver si el sujeto responde a dichas relaciones no entrenadas y se observa que las ejecuta correctamente, se dice que ha formado correctamente la clase de equivalencia.

Para entender a lo que nos referimos cuando hablamos de estas relaciones no entrenadas, veamos el siguiente ejemplo: si entrenamos en un sujeto la relación entre dos estímulos A y B, y la relación entre el estímulo B y otro estímulo C, tendríamos un conjunto de tres estímulos con dos relaciones entrenadas (A-B y B-C). Para decir que el sujeto ha formado una clase de equivalencia con dichos estímulos, tendríamos que probar las relaciones que definen las clases de equivalencia. La reflexividad, definida como la relación funcional de cada estímulo consigo mismo (A-A, B-B y C-C). La simetría, definida como la inversión de las relaciones entrenadas explícitamente (B-A y C-B). Y la transitividad, definida como la relación entre dos elementos que están relacionados mediante otro elemento común (A-C).

Además, este fenómeno ha sido estudiado con éxito en diversas poblaciones, pasando desde estudios en niños, tanto con desarrollo normal como patológico (Denavy, Hayes y Nelson, 1986; Joseph y Thompson, 1990; Gershenson y Joseph, 1990), a adultos de diferentes culturas y niveles educativos (Bush, Sidman y de Rose, 1989; Lazar, 1977; Wulfert y Hayes, 1988), hasta ancianos (Pérez-González y Moreno-Sierra, 1999). Estamos, por lo tanto, ante un fenómeno bastante generalizado en lo referente a humanos, pudiéndolo encontrar en gran diversidad de poblaciones.

Sin embargo, en el resto de organismos la evidencia va en el sentido opuesto. Schusterman y Kastak (1993) y Kastak, Schusterman y Kastak (2001) son los únicos trabajos en los que los autores fueron capaces de lograr resultados positivos del fenómeno de las clases de equivalencia con animales (leones marinos).

Respecto al origen último de las clases de equivalencia existen dos posiciones opuestas: una, propuesta por el propio Sidman (1994), conocida como hipótesis del primitivo, afirma que la equivalencia es una función básica del aprendizaje discriminativo, no pudiendo reducirse a otras funciones más elementales. De esta forma, tanto si son sólo los humanos como los humanos y los animales los que pueden formar clases de equivalencia, es una cuestión que se remitiría a la filogenia, ya que no depende de ningún aprendizaje previo. La postura contraria, que puede dividirse en diversas hipótesis de trabajo, afirma, por el contrario, que la formación de clases de equivalencia se sustenta en otros mecanismos más simples, de tal forma que, si conseguimos localizar dichos mecanismos y entrenarlos en un organismo, entonces dicho organismo demostraría la formación de clases de equivalencia.

Dado que históricamente no se han logrado resultados robustos para confirmar que este fenómeno se obtenga también en animales no humanos, es interesante conocer algunos trabajos que han conseguido hallar algunas de las propiedades de las clases de equivalencia de forma aislada. Hay una opinión extendida de que la propiedad crucial en este fenómeno puede ser la simetría, por ser la más difícil de obtener. De hecho, el título de la revisión de Lionello-DeNolf (2009) “The search for symmetry: 25 years in review” es un ejemplo de ello.

No obstante, recientemente se han obtenido resultados positivos manejando procedimientos experimentales más sofisticados. Así, Frank y Wasseman (2005) utilizando un procedimiento de discriminación condicional sucesiva forzada y García y Benjumea (2006) usando un procedimiento de discriminación condicional con muestras propioceptivas, obtuvieron simetría en palomas. Dichos resultados fueron ratificados posteriormente en sendas repeticiones sistemáticas realizadas por Urcuioli (2008) y Vasconcelos y Urcuioli (2011).

El objetivo del presente trabajo fue extender los resultados obtenidos para la simetría por el procedimiento de García y Benjumea (2006) al resto de propiedades de las clases de equivalencia. Si los resultados fuesen positivos, estaríamos ante la primera evidencia de equivalencia completa en palomas, apoyando además la idea de que las clases de equivalencia se sustentan a su vez en otros fenómenos más simples, y que por lo tanto, si se les enseña a animales no-humanos el repertorio de fenómenos necesarios, pueden llegar a formar clases de equivalencia.

Introducción

Para entender la lógica de la presente investigación, es necesario conocer previamente algunos conceptos que describimos a continuación:

Discriminaciones condicionales

Podemos hablar de tres elementos básicos en condicionamiento operante cuya descripción es necesaria para entender dicho fenómeno:

- Estímulo discriminativo/delta (E_d/E_Δ): el estímulo discriminativo es aquel en cuya presencia es probable que aparezca la respuesta porque en la historia individual del sujeto aquella fue reforzada en su presencia. Estímulo delta es aquel en cuya presencia la conducta fue extinguida o castigada.
- Respuesta operante (R_s): aquel comportamiento del sujeto que es función de los cambios que la propia respuesta produce en el medio.
- Estímulo reforzador (E_r): aquel estímulo consecuente a la respuesta del sujeto que modifica su probabilidad de aparición: aumentándola si se trata de una contingencia de reforzamiento, y disminuyéndola si se trata de una contingencia de castigo o de una extinción (ausencia de estímulo reforzador).

Partiendo de esta base, podemos añadir un cuarto elemento a los descritos anteriormente: los estímulos antecedentes condicionales (Carter y Werner, 1978). Éstos condicionan la función de los estímulos que anteceden a la respuesta del sujeto, haciendo que funcionen como discriminativos o como deltas. Es decir, un mismo estímulo puede actuar como discriminativo ante un estímulo

condicional, y en cambio funcionar como delta ante otro. Un ejemplo en conducta animal sería: una paloma, ante la luz de la caja experimental parpadeando (estímulo antecedente condicional 1), la tecla iluminada de verde (Ed) indica que si se pica en ella (Rs), el sujeto obtendrá comida (Er). Por el contrario, si la luz de la caja experimental brilla de forma constante (estímulo antecedente condicional 2), la tecla iluminada de verde (EΔ) señala que si el sujeto pica (Rs), no obtendrá comida (no Er). (Arias, 1999)

Una forma habitual de llevar este concepto a la práctica de laboratorio, es mediante las tareas llamadas “tarea de igualdad a la muestra”, en la cual, a un animal, generalmente una paloma se le presenta un estímulo, al que debe responder, llamado estímulo de muestra (estímulo antecedente condicional 1). Una vez emitida la respuesta requerida, aparecen dos estímulos, llamados estímulos de comparación (Ed1 y Ed2). Sólo uno de ellos llevará al reforzamiento si la paloma pica en él, pero no el otro (por lo tanto uno de ellos será un EΔ ante este estímulo antecedente condicional 1). En cambio, cuando se presenta otro estímulo de muestra distinto (estímulo antecedente condicional 2), la relación es al contrario: deberá picar en el estímulo de comparación que antes era incorrecto (Skinner, 1950). Un esquema de como funcionan las discriminaciones condicionales podemos verlo en la figura 1:

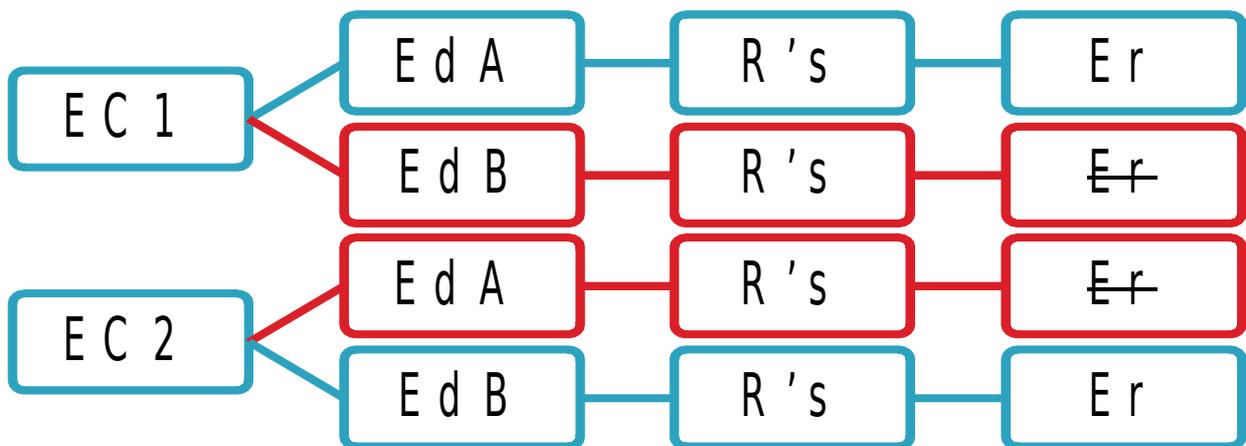


Figura 1: Discriminaciones condicionales

Clases de equivalencia

La primera evidencia del fenómeno de las clases de equivalencia se sitúa en un artículo de Sidman de 1971. Sidman trabajó con un sujeto microcefálico de 17 años con problemas del desarrollo referentes al lenguaje, concretamente a la capacidad lectora. Dicho sujeto tenía la capacidad de nombrar una imagen que le fuese mostrada (por ejemplo, una fotografía de un árbol), y de escoger entre varias posibles imágenes, la correcta según la palabra que le dijese (por ejemplo, escoger la fotografía con un coche al escuchar la palabra 'coche'). Es decir, era capaz de relacionar tanto las imágenes con las palabras pronunciadas, como a la inversa. Sin embargo, era totalmente incapaz de relacionar imágenes o palabras pronunciadas con las palabras escritas de ninguna forma. El trabajo de Sidman consistió en enseñar a dicho sujeto a escoger la palabra escrita correcta ante la pronunciación de la misma. Esto es, enseñó la relación de palabra pronunciada con palabra escrita, que el sujeto no poseía anteriormente. Después de un largo entrenamiento, y una vez que el sujeto realizó esta tarea hasta alcanzar niveles óptimos, Sidman probó si ahora que el sujeto había aprendido una nueva relación (palabras pronunciadas – palabras escritas) había también mejorado en el resto de relaciones que no tenía. Efectivamente, el resto de relaciones (palabras escritas – palabras pronunciadas, imágenes – palabras escritas y palabras escritas – imágenes) parecieron emerger sin haber sido explícitamente entrenadas (figura 2). Es decir, aprendiendo sólo algunas de las relaciones posibles entre distintos elementos, “emergen”, es decir que aparecen espontáneamente, otras relaciones no entrenadas:

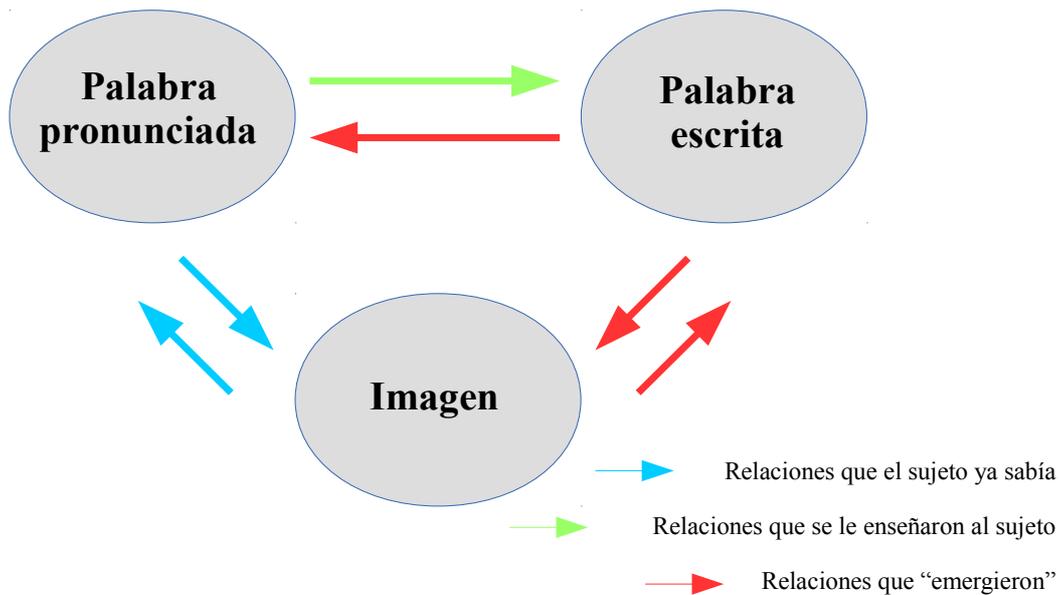


Figura 2: Relaciones entrenadas y emergentes en el trabajo de Sidman (1971)

Para explicar qué es una clase de equivalencia, es necesario en primer lugar entender el concepto de clase funcional. Una clase funcional es un conjunto de estímulos que funcionalmente son idénticos para el sujeto, es decir, debido al entrenamiento, éste responde de forma similar ante ellos, abstrayendo las relaciones que comparten. Un ejemplo sería formar dos conjuntos de imágenes asignadas al azar a cada conjunto y entrenar a una paloma a que pique ante uno de ellos (imágenes A, B y C), y que no pique ante las otras tres (D, E y F).

Si prolongamos su entrenamiento, y de pronto invertimos la condición experimental (debe picar ante D, E y F pero no picar ante A, B y C), el sujeto no necesita tener experiencia con cada estímulo concreto para comenzar a responder a la nueva situación de forma correcta: con exponerse, por ejemplo, a que debe picar ante el estímulo D (el cual antes era un estímulo que indicaba que debía no hacerlo), comenzará a picar también cuando se presenten los estímulos E y F, a pesar de que su última experiencia con esos estímulos concretos era contraria, pero les atribuye la misma función que a D, en este caso. (Vaughan, 1988)

Teniendo este concepto de clase funcional claro, podemos ahora presentar las clases de equivalencia como un tipo de clase funcional, en el que deben demostrarse ciertas propiedades para afirmar que el sujeto responde a dichos estímulos formando una clase de equivalencia. Dichas propiedades son, tal y como las define la teoría matemática de conjuntos (Russell, 1903): reflexividad, simetría y transitividad. La nomenclatura de los estímulos o elementos que forman una clase de equivalencia está formada por una letra y un número, por ejemplo, B3; en la que el número indica a qué clase de equivalencia pertenece el elemento, y la letra sirve para diferenciar un elemento de otro dentro de dicha clase de equivalencia. También usaremos para presentar este fenómeno el procedimiento de igualación a la muestra descrito anteriormente.

Supongamos que entrenamos a una paloma a que, ante un estímulo de muestra A1, se le presentan dos estímulos de comparación B1 y B2, debiendo responder a B1, dado que pertenece a su misma clase (la 1). Además, le entrenamos para que, ante el estímulo de muestra B1 (antes usado como estímulo de comparación), responda a C1 y no a C2. Estamos enseñando, estrictamente, dos relaciones entre estímulos: A1-B1 y B1-C1. Siguiendo a Sidman y Tailby (1982), diremos que el sujeto ha formado una clase de equivalencia con esos tres estímulos si, además, muestra ser capaz de responder a otras relaciones no entrenadas, por lo que diremos que serían relaciones derivadas. Serían las siguientes:

- Reflexividad: el sujeto mostrará la propiedad de reflexividad si es capaz de, ante el estímulo de muestra A1, responder al estímulo de comparación A1 y no al estímulo de comparación A2. Es decir, cada elemento es igual a sí mismo ($A1=A$, $B1=B1$ y $C1=C1$).
- Simetría: el sujeto mostrará la propiedad de simetría si es capaz de, ante el estímulo de muestra B1, responder al estímulo de comparación A1 y no al estímulo de comparación A2. Es decir, si $A1=B1$, entonces $B1=A1$. Esto mismo se podría aplicar a $B1=C1$.

- Transitividad: el sujeto mostrará la propiedad de transitividad si es capaz de, ante el estímulo de muestra A1, responder al estímulo de comparación C1 y no al estímulo de comparación C2. Es decir, si $A1=B1$, y $B1=C1$, entonces $A1=C1$.

Además, se llama prueba de equivalencia a una prueba en la que se prueban a la vez las propiedades de simetría y transitividad. El sujeto pasará la prueba de equivalencia si es capaz de, ante el estímulo de muestra C1, responder al estímulo de comparación A1 y no al estímulo de comparación A2. Es decir, si $A1=B1$, y $B1=C1$, entonces $C1=A1$.

Lo relevante de este fenómeno, es que con un entrenamiento en muy pocas relaciones, se derivan otras muchas sin necesidad de haber sido explícitamente entrenadas. Dicha propiedad de generar relaciones no explícitamente entrenadas se ha relacionado con fenómenos como la productividad y capacidad generativa del lenguaje (Sidman, 1994). El fenómeno de las clases de equivalencia se ha demostrado consistentemente en seres humanos, teniendo resultados positivos utilizando procedimientos de condicionamiento operante con discriminaciones simples (Smeets y cols., 1997), de condicionamiento clásico (Gutiérrez y Benjumea, 2003), y en multitud de poblaciones. Por ejemplo, en niños, tanto con desarrollo normal como patológico (Denavy, Hayes y Nelson, 1986; Joseph y Thompson, 1990; Gershenson y Joseph, 1990), en adultos de diferentes culturas y niveles educativos (Bush, Sidman y de Rose, 1989; Lazar, 1977; Wulfert y Hayes, 1988), o en ancianos (Pérez-González y Moreno-Sierra, 1999).

Sin embargo, en el caso de animales no-humanos hay muy poca evidencia aún de este fenómeno. A continuación presentaremos un resumen histórico de los resultados encontrados en animales no-humanos dentro de la línea de investigación de clases de equivalencia.

Con la excepción de los trabajos de Schusterman y Kastak (1993) y Kastak, Schusterman y Kastak (2001) con leones marinos, nadie ha comprobado con éxito las tres propiedades de las clases de equivalencia. Sin embargo, se han realizado múltiples estudios cuyo objetivo era lograr alguna de ellas por separado, los cuales mencionamos a continuación:

Antecedentes en reflexividad

La reflexividad derivada ha sido estudiada, con un relativo éxito en animales no humanos. A continuación citamos trabajos en dicha línea de investigación:

Nissen, Blum y Blum (1948), trabajando con chimpancés jóvenes y adultos, entrenando múltiples ejemplares de reflexividad en los mismos con distintos estímulos, observaron que éstos eran capaces de derivar a nuevas situaciones estimulares la propiedad de reflexividad.

Herman y Gordon (1974), trabajando con un delfín que ya había sido entrenado previamente hasta alcanzar niveles muy óptimos de ejecución en tareas de igualación a la muestra con sonidos, obtuvieron reflexividad al presentar nuevos sonidos usando diferentes intervalos de latencia entre el estímulo de muestra y el de comparación.

Zentall y Hogan (1978), utilizando palomas como sujetos, y en una tarea en la que las aves tenían que elegir entre dos estímulos de comparación para realizar la tarea de igualación a la muestra, pusieron de relieve otra propiedad importante. El trabajo de estos autores podría resumirse de la siguiente forma: de 16 palomas que utilizaron como sujetos, la mitad de ellas fueron entrenadas en igualación a la muestra y la otra mitad en diferenciación de la muestra (escoger el estímulo que es distinto) utilizando únicamente dos estímulos: un círculo y una cruz. Dentro de cada

grupo, a la mitad se les enseñó, además de las relaciones correctas que corresponden a dicho grupo (cruz va con cruz y círculo va con círculo, en el grupo de igualación a la muestra, y cruz no va con círculo y círculo no va con cruz para el grupo de diferenciación de la muestra), las relaciones que no serían correctas. Es decir, en el grupo de igualación a la muestra, un ensayo de este tipo sería, poner el estímulo círculo como muestra, y, en lugar de poner un estímulo círculo y un estímulo cruz para escoger, poner dos estímulos cruz. De esta forma, la paloma no tiene más opción que errar en ese ensayo, no siendo reforzada, y aprendiendo por lo tanto también las relaciones que no son funcionales. En el grupo de diferenciación de la muestra, el ensayo de este tipo sería poner, tanto el estímulo de muestra como los de comparación, todos iguales (por ejemplo, todos cruces). Los sujetos, dentro de cada grupo (igualación/diferenciación a la muestra) que fueron expuestos a estos ensayos, transfirieron correctamente a nuevos estímulos (iguales que los anteriores pero de colores), no siendo así en el caso de las palomas que sólo fueron expuestas a los ensayos “correctos”. Consiguieron por tanto, con muy pocos ejemplares de estímulos (únicamente dos), enseñando a las palomas este tipo de relación para contrastar mejor los ensayos que son correctos, la derivación de reflexividad, además de diferenciación.

Oden, Thompson y Premack (1988), con monos cebús, consiguieron también resultados positivos utilizando el mismo procedimiento de, primero entrenar a los sujetos en tareas de igualación a la muestra, y posteriormente probando con estímulos novedosos, incluyendo estímulos en tres dimensiones. Un punto añadido en el trabajo de estos autores, es que solo necesitaron entrenar a los sujetos en igualación a la muestra con dos estímulos, en lugar de grandes cantidades de estímulos, como suele encontrarse en otros trabajos.

Wright y cols. (1988) utilizaron también en palomas un entrenamiento en múltiples ejemplares de estímulos para buscar la generalización de dicho aprendizaje a estímulos novedosos.

El grupo de palomas que recibió un entrenamiento de 152 estímulos en igualdad a la muestra realizó correctamente la transferencia a la situación con estímulos nuevos, mostrando reflexividad derivada. No fue así en el caso del grupo que solo fue entrenado en 2 estímulos distintos previamente a la situación de test.

Pack, Herman y Roitblat (1991) entrenaron a un león marino en la tarea de igualdad a la muestra únicamente con dos estímulos a lo largo de doce sesiones. Con dicho entrenamiento en tan pocos ejemplares de estímulos, consiguieron que generalizase a nuevos estímulos que se le presentaron en la fase de test para probar la reflexividad derivada.

Sweeney y Urcuioli (2010) entrenaron a palomas en tareas de igualdad a la muestra relaciones A-B y B-A, además de la relación de identidad o reflexividad B-B. Tras dicho entrenamiento en el que ambos elementos aparecen en los dos momentos temporales posibles (en primer o segundo lugar), se les presentaron pruebas de reflexividad para la relación A-A y obtuvieron resultados positivos. Por el contrario, un grupo de palomas que no tenía el entrenamiento de la relación B-B en el procedimiento no lograron estos resultados positivos.

Antecedentes en simetría

Respecto a la propiedad de simetría, una gran cantidad de estudios en animales no-humanos han encontrado resultados negativos a la hora de estudiar la derivación de esta propiedad en primates, palomas o delfines (Gray, 1966; Rodewald, 1974; Hogan y Zentall, 1977; Sidman, Rauzin, Lazar, Cunningham, Tailby y Carrigan, 1982; Kendall, 1983; D'Amato, Salmon, Loukas y Tomie, 1985; Lipkens, Kop y Matthijs, 1988; Richards, 1988; Tomonaga, Matsuzawa, Fujita y Yamamoto, 1991; Yamamoto y Asano, 1995; Murayama y Tobayama, 1997; Meehan, 1999;

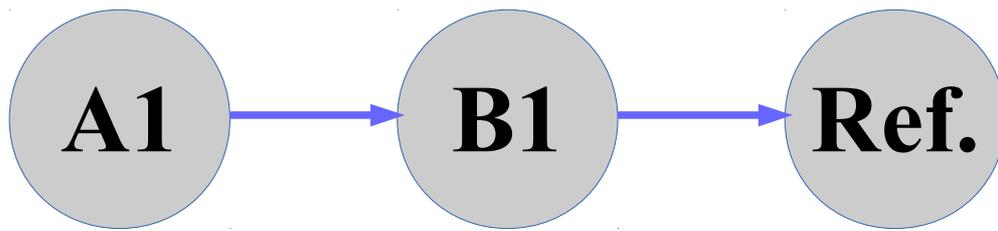
Dugdale y Lowe, 2000). Sin embargo, otros autores sí que han conseguido resultados positivos en la derivación de la simetría en animales no-humanos, concretamente en palomas:

Hearst (1989) logró que los sujetos a los que se les presentaba una tecla iluminada de rojo tras la activación del comedero, picasen más a dicha tecla en los ensayos de prueba cuando ésta precedía la activación del comedero, en comparación con un grupo de palomas en el que dicha tecla se presentaba sólo en ensayos en los que no se activaba el comedero, a pesar de que durante el entrenamiento ningún grupo picaba dicha tecla. Estaríamos, por lo tanto, ante un procedimiento de condicionamiento clásico hacia atrás.

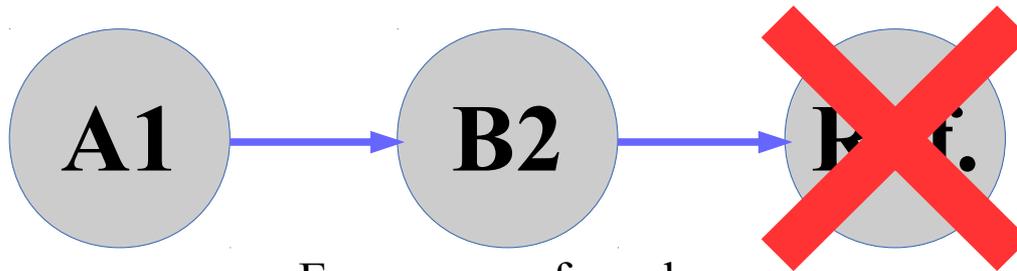
Zentall, Sherburne y Steirn (1992), utilizando un procedimiento con estímulos biológicamente relevantes en el que algunas elecciones correctas conducían a la activación del comedero, mientras que otras elecciones correctas conducían a la presentación de un comedero vacío, lograron que, al intercambiar en la cadena de sucesos los estímulos de muestra con la activación del comedero lleno o vacío, las palomas igualasen correctamente las relaciones entrenadas, pero esta vez en el orden inverso.

En la literatura (Zentall y Smeets, 1996; Lionello y Urcuioli, 1998) se demuestra que las dimensiones espacial y temporal de los estímulos son propiedades funcionales muy importantes en animales no humanos. Con dimensiones temporal y espacial, hacemos referencia a aspectos que han demostrado ser funcionalmente importantes en la definición de un estímulo. Es decir, un estímulo con unas determinadas características físicas que lo componen (forma, color, tamaño, etc.), ha demostrado no ser funcionalmente el mismo si se encuentra en una posición espacial o temporal distinta. Es decir, no es lo mismo un cuadrado rojo presentado en la derecha de la cámara que presentado en la izquierda: el sujeto se comporta como si fuesen dos estímulos distintos. Lo mismo

sucede con su posición temporal: el sujeto se comporta de forma distinta si un cuadrado rojo es presentado el primero o el segundo de un par de estímulos. Controlando dichas dimensiones, Frank y Wasseman (2005) hicieron una investigación con la cual arrojaron evidencia muy robusta de simetría en palomas. Para lograrlo, utilizaron un procedimiento de igualación sucesiva y forzada a la muestra. Esto es, en lugar de aparecer el estímulo de muestra, y posteriormente ambos estímulos de comparación (situación de elección), aparecía un único estímulo de comparación, que podía pertenecer a la misma clase de equivalencia que el estímulo de muestra (correcto) o no (incorrecto). De esta forma, los sujetos únicamente recibían el reforzamiento en los ensayos de tipo correcto, mientras que en un ensayo de tipo incorrecto, no recibían reforzamiento, independientemente de su conducta, y pasaban directamente al intervalo entre ensayos (ITI). Así, al utilizar una única tecla, en la que se presentaban tanto estímulos de muestra como de comparación, no había posibilidad de que el sujeto respondiese diferencialmente a un mismo estímulo cuando se presentase en distintas teclas de la cámara experimental. Respecto a la dimensión temporal, utilizaron un procedimiento que mezclaba ensayos de igualación arbitraria (A1-B1 y A2-B2) con ensayos de igualación física o de identidad (A1-A1, A2-A2, B1-B1 y B2-B2) en los que cada estímulo ocupaba tanto la primera como la segunda posición ordinal. Dichos ensayos fueron reforzados, de tal forma que el sujeto aprendiese a igualar cada estímulo consigo mismo y con el perteneciente a la misma clase de equivalencia. El resto de relaciones posibles (A1-A2, A2-A1, B1-B2, B2-B1, A1-B2 y A2-B1), fueron introducidas como ensayos en extinción (sin reforzamiento), para que el sujeto aprendiese tanto las relaciones “válidas” como las “no-válidas” (figura 3). Gracias a dicho procedimiento, las palomas aprendían a igualar a cada estímulo consigo mismo, independientemente de si aparecía como estímulo de muestra o como estímulo de comparación.



Ensayo reforzado



Ensayo no reforzado

Figura 3: Tipos de ensayos en la investigación de Frank y Wasserman (2005)

Es el trabajo de García y Benjumea (2006), desde la hipótesis de la DPC (Discriminación de la Propia Conducta) es el que sirvió como base para el experimento 1 del presente trabajo. La hipótesis que conduce este trabajo tiene su origen histórico en la hipótesis de la respuesta mediadora y la generalización mediada propuesta por Hull (1939). Hull esbozó lo que luego se ha venido a comprobar respecto de la pertenencia de las propias respuestas del sujeto, y los estímulos propioceptivos que éstas generan, en los procesos de condicionamiento. Supongamos que a lo largo de un gradiente estimular bastante amplio S, hemos condicionado en varios puntos alejados del mismo una respuesta R1, por ejemplo un parpadeo. Si lo hemos hecho correctamente, cualquier punto del espectro estimular S provocará dicha respuesta, con lo cual en un punto Sa obtendremos la respuesta r1, que a su vez produce la estimulación propioceptiva s1. Si, a continuación, en ese punto Sa condicionamos fuertemente otra respuesta, por ejemplo un movimiento con la mano r2, dicho estímulo Sa provocará ambas respuestas, r1 y r2, y dichas respuestas sus respectivas

estimulaciones propioceptivas, s_1 y s_2 . Si nos alejamos lo bastante en el gradiente S para que la generalización del condicionamiento de la respuesta r_2 no tenga efecto, por ejemplo hasta un punto S_n , y lo presentamos, dicho estímulo S_n provocará la respuesta r_1 de parpadeo, la cual provocará su respectiva estimulación s_1 , y dicha estimulación, al haber sido asociada anteriormente por co-ocurrencia con r_2 , provocará dicha respuesta. Es decir, podemos conseguir que un estímulo no condicionado directamente con una respuesta, provoque dicha respuesta debido a que hay otra conducta del sujeto mediando entre ellas.

Volviendo al trabajo de García y Benjumea (2006), los autores consiguieron que unas palomas mostraran evidencia de simetría derivada de un entrenamiento en el que los estímulos de las clases de equivalencia tenían un componente comportamental diferencial en los estímulos de muestra. Concretamente, entrenaron a palomas para que, ante la iluminación con luz blanca de dos teclas laterales, estando una sola de las cuales operativa (probabilidad de 0.5), dieran 5 respuestas consecutivas en dicha tecla. Cada picotazo a la tecla inactiva reseteaba el contador de la tecla operativa. Tras emitir las 5 respuestas consecutivas en la tecla operativa, y tras un breve intervalo de demora de 0,5 segundos, se activaban los estímulos de comparación (las mismas teclas ahora iluminadas una de color verde y la otra de rojo). De esta forma, el sujeto no tenía claves exteroceptivas procedentes del estímulo de muestra, ya que éstas eran las mismas (ambas iluminadas de blanco) tanto cuando el sujeto debía picar a la izquierda (A1) como a la derecha (A2). Por lo tanto, cuando el sujeto eligiese rojo (B1) o verde (B2), la única clave que tenía para hacerlo era cómo se había comportado en el componente anterior: si acababa de picar a la tecla blanca izquierda o a la tecla blanca derecha. Además, los autores diseñaron una prueba de simetría en la que, en lugar de aparecer en la pantalla primero un estímulo de muestra y luego otros dos de comparación, en el orden inverso al entrenamiento, aparecían las dos teclas laterales iluminadas o ambas de rojo, o ambas de verde, es decir, lo que antes había sido el segundo estímulo en orden de

aparición (color: estímulos de comparación). Una vez estaban las dos teclas encendidas, el sujeto debía dar 10 respuestas, distribuyéndolas como fuese, entre ambas teclas para acabar dicho ensayo de prueba. Por lo tanto, en esta prueba se combinan en un momento los dos componentes necesarios para la prueba de simetría. Lo habitual habría sido poner primero una tecla roja, y una vez la paloma respondiese, poner las dos teclas blancas para que eligiese posición, invirtiendo de esta forma la relación establecida anteriormente. Por el contrario, los autores combinan el componente del color con el de la posición para realizar la prueba, lo cual podría ser un facilitador a la hora de demostrar la simetría derivada.

Un interesante trabajo de Urcuioli (2008) replicó los resultados de Frank y Wasseman (2005) y, además, encontró un nuevo efecto relacionado con este campo al que llamó antisimetría. La propuesta de Urcuioli se basa en las siguientes premisas: en una tarea de igualación sucesiva a la muestra en la que solo se utiliza una tecla en la caja de Skinner, como la utilizada por Frank y Wasseman (2005): 1) los estímulos están compuestos funcionalmente del propio estímulo y de su ubicación temporal, 2) el no-refuerzo constante de algunas combinaciones muestra-estímulo de comparación yuxtapuesta con el reforzamiento de otras combinaciones durante el entrenamiento facilita la formación de clases estimulares, 3) las clases consisten en elementos de las combinaciones reforzadas, y 4) los elementos comunes producen la emergencia de clases. Su teoría predice que combinaciones particulares de relaciones entrenadas podrían mostrar “antisimetría”: las palomas podrían responder más a una inversión de las relaciones simbólicas no entrenadas que a la inversión de las relaciones simbólicas entrenadas (Urcuioli, 2008). Urcuioli probó el efecto de la antisimetría de la siguiente forma: dado que Frank y Wasseman consiguieron que las palomas mostrasen simetría gracias al entrenamiento en identidad de los componentes de las clases (A1-A1, B1-B1) además del entrenamiento simbólico (A1-B1), si se cambia el entrenamiento en identidad del estímulo de muestra (A1-A2), esto conduciría a una antisimetría. Esto sería debido a que, en el

experimento de Frank y Wasseman (2005), se les enseñaba a los sujetos a igualar un determinado estímulo cuando funciona como muestra y cuando funciona como estímulo de comparación. Es decir, a igualar un estímulo a sí mismo independientemente de su posición temporal. Sin embargo, si se altera el entrenamiento en la identidad de ese estímulo, igualando por ejemplo el estímulo A1 como muestra con el estímulo A2 como comparación en lugar de consigo mismo, podría dicho estímulo A2 pasar a formar parte de la clase de equivalencia en la que se entrena la relación simbólica A1-B1. La figura 4 puede ayudar a comprender el procedimiento y los resultados esperables. Usaremos el subíndice 1 para los estímulos cuando funcionan como muestra y el subíndice 2 para los estímulos cuando funcionan como comparación:

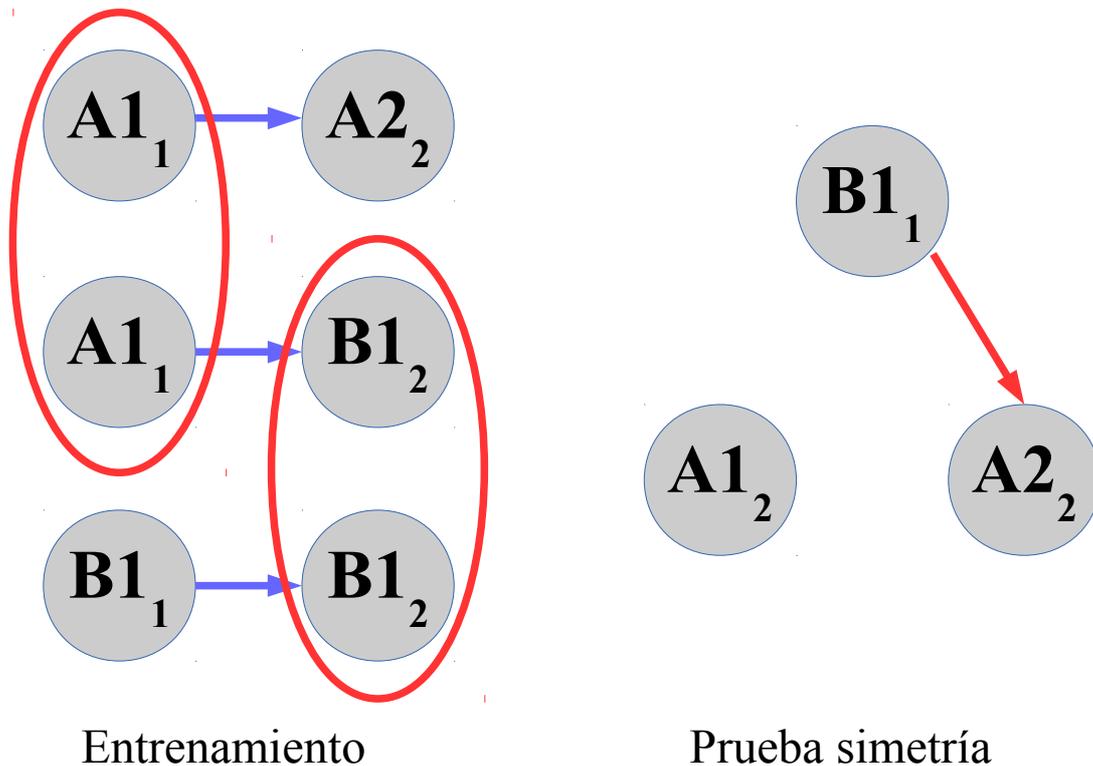


Figura 4: Explicación de la "antisimetría" del trabajo de Urcuioli (2008)

Como se puede apreciar en el esquema, el estímulo B1 como muestra, está relacionado, debido a los elementos comunes que hay en las distintas partes del entrenamiento, con el estímulo A2 como comparación, sin estarlo así con el estímulo A1 como comparación, ya que ese no se ha utilizado en la formación de la clase. De esta forma, aunque B1 como muestra esté relacionado con A1 como muestra, no lo está cuando A1 es estímulo de comparación, y por lo tanto la paloma, en la prueba de simetría, podría elegir A2 en lugar de A1, cuando la muestra es B1. Esto es lo que predice el planteamiento de Urcuioli (2008). Y efectivamente, los resultados fueron en esa línea, ya que al probar la simetría en las palomas, picaban más a la inversión de la relación no entrenada (B1-A2) que a la que cabría esperar como relación simétrica (B1-A1). Los resultados quedan explicados adecuadamente según la teoría que propusieron en la que se argumentaba que el componente temporal es una parte fundamental del estímulo funcional en los animales no-humanos: A1 como muestra no es igual que A1 como comparación, y los animales no-humanos los tratan como estímulos distintos, desde esta hipótesis.

Velasco, Huziwarra, Machado y Tomanari (2010) encontraron evidencia de simetría en palomas después de un entrenamiento en varios ejemplares. En un experimento longitudinal en el que se les pasaba a las palomas unas pruebas de simetría con reforzamiento diferencial, los sujetos mostraron simetría derivada tras una secuencia de entrenamiento y prueba en los que aprendían ejemplares de simetría y las discriminaciones prerequisite eran entrenadas directamente.

Vasconcelos y Urcuioli (2011) replicaron los resultados obtenidos por García y Benjumea (2006), realizando algunas variaciones procedimentales. De los tres experimentos que realizaron, el primero fue una réplica de los resultados obtenidos por el experimento 1 de García y Benjumea (2006). Sin embargo, durante el entrenamiento no llegaban a los niveles de acierto de estos autores, porque sus palomas, cuando realizaban la respuesta de picar a la izquierda, por ejemplo, seguían

picando a la izquierda, casi independientemente del color que apareciese. Para solucionar esto, incluyeron entre los estímulos de muestra (teclas blancas en los laterales) y los estímulos de comparación (una tecla roja y otra tecla verde en los laterales, contrabalanceando las posiciones) un estímulo consistente en un triángulo blanco en la tecla central. De esta forma, los sujetos estaban obligados a dejar de picar en el lado que fuese, realizar esta conducta, y luego elegir el color oportuno. En su segundo experimento, comprobaron la eficacia de dicha corrección consistente en un triángulo en la tecla central, comparando un grupo que tenía dicha característica con otro que no (mantenía simplemente un intervalo entre estímulos, durante el cual, si el sujeto picaba más de una vez, se producía un tiempo fuera o blackout), dando resultados favorables hacia la corrección realizada. Por último, realizaron un experimento en el que usaron un solo estímulo de comparación: cuando la paloma realizaba el comportamiento de picar a la izquierda o a la derecha, en lugar de posteriormente aparecer los dos colores, teniendo que elegir el correcto, sólo aparecía uno de ellos, en cualquiera de las dos posiciones. Dado que a veces aparecía el correcto (por ejemplo, tecla roja, en cualquiera de las dos posiciones, después de picar a la izquierda) y a veces el incorrecto (por ejemplo, tecla verde, en cualquiera de las dos posiciones, después de picar a la izquierda), siendo únicamente la conducta de la paloma reforzada si respondía en los ensayos correctos, y extinguida hiciese lo que hiciese en los incorrectos, ésta aprendía tanto las relaciones correctas como las incorrectas. En este experimento los autores también fueron capaces de conseguir la derivación de la relación simétrica.

La hipótesis de la DPC en la que se enmarca tanto dicho trabajo como el presente, afirma que cuando a un sujeto humano se le presenta una tarea de este tipo, no sólo responde a las características físicas del estímulo, sino que emitirá comportamiento diferencial ante cada estímulo. Por ejemplo, en humanos, nombrando el estímulo que está viendo, aunque no lo haga de forma pública (pensar). En definitiva, nombrar de forma diferente a los estímulos es emitir

comportamientos diferentes ante ellos, por eso la lógica a seguir con palomas es similar: picar a la izquierda es diferente a picar a la derecha, en lo referente al comportamiento del sujeto.

Antecedentes en transitividad

D'Amato, Salmon, Loukas y Tomie (1985) reportaron evidencias de transitividad en primates, aunque estos mismos fallaron la prueba de simetría. Los autores refieren que quizás la transitividad pueda ser más fácil de obtener que la simetría, ya que ésta involucra la reversión temporal de la tarea, mientras que la transitividad mantiene el orden temporal de los elementos.

Kuno, Kitadate y Iwamoto (1994) entrenaron a palomas durante 5 meses en las discriminaciones condicionales para la formación de dos clases de equivalencia, de tal forma que dicho entrenamiento aseguró unas relaciones robustas entre los elementos. Dichas palomas pasaron luego el test de transitividad para las clases entrenadas.

Usando periquitos como sujetos, Manabe, Kawashima y Staddon (1995) también consiguieron reportar resultados de transitividad derivada en animales. En su procedimiento, uno de los puntos que llaman la atención, es que uno de los elementos de las clases de equivalencia eran la emisión de diferentes cánticos o tonos por parte de los periquitos, de tal forma que unos tonos de alta frecuencia pertenecían a una clase de equivalencia y unos tonos de baja frecuencia a otra. Por lo tanto estos autores también tenían el elemento de la propia conducta como parte de su procedimiento.

Murayama y Tobayama (1997) trabajaron con un delfín (ballena beluga) de 11 años de edad en discriminaciones condicionales, enseñándole la relación arbitraria entre objetos familiares y

letras. Al revertir la relación para probar la simetría no obtuvieron resultados robustos (sólo un 60% de aciertos). Sin embargo, al añadir un tercer elemento, en este caso letras griegas, el porcentaje de aciertos subió hasta el 85% cuando se testó la propiedad de transitividad derivada.

Trabajando desde el entrenamiento de varios ejemplares de relaciones de equivalencia, Meehan (1999) observó resultados positivos de transitividad en palomas, aunque éstas no obtuvieron resultados positivos al evaluar la simetría. El autor enseñó las relaciones directas e inversas entre los elementos A, B y C de forma lineal (A-B, B-A, B-C y C-B) en las dos clases de equivalencia, usando además distintos reforzadores para cada clase. Cuando añadió un cuarto elemento D a la clase entrenando la relación C-D, no obtuvo resultados positivos al probar la simetría D-C, pero sí al probar las relaciones transitivas B-D y A-D.

Antecedentes en equivalencia

Los únicos trabajos que han conseguido que animales no-humanos superen la prueba de equivalencia fueron los de Schusterman y Kastak (1993) y Kastak, Schusterman y Kastak (2001) con leones marinos.

Schusterman y Kastak (1993), trabajando con un león marino de 7 años de edad, y trabajando desde el marco de los múltiples ejemplares consiguieron resultados positivos después de algunos fallos iniciales en los resultados. Ellos prepararon 30 potenciales clases de equivalencia de 3 elementos cada una, de tal forma que pudiesen realizar un entrenamiento en suficientes ejemplares como para que el sujeto aprendiese bien la tarea y pudiese generalizar a nuevas situaciones. Usando el método de igualación a la muestra, en la cual se presentaba el estímulo de muestra en una ventana central, y los estímulos de comparación en dos ventanas laterales (situación de elección), entrenaron

las propiedades de las clases de equivalencia simetrías BA y CB, transitividad AC y equivalencia CA. De esta forma, de las 30 clases potenciales, utilizaron las 12 primeras para enseñar al sujeto, tanto las relaciones del entrenamiento básico AB y BC, como las propiedades anteriormente mencionadas, de tal forma que, después de alcanzar los criterios de éxito, el sujeto había pasado por 12 clases de equivalencia con entrenamiento en las propiedades de las mismas. Las siguientes 18 potenciales clases de equivalencia fueron utilizadas para realizar los tests de equivalencia CA en situaciones novedosas. En ellas el sujeto solo era entrenado en las relaciones AB y BC, para luego probar la equivalencia CA. Los autores encontraron que el león marino era capaz de formar clases de equivalencia, con unos resultados positivos bastante robustos.

Kastak, Schusterman y Kastak (2001) usaron dos leones marinos en su estudio (uno de ellos el mismo que el utilizado en el estudio de Schusterman y Kastak de 1993) que tenían experiencia previa en tareas de igualación a la muestra. En su investigación, realizaron tres experimentos para finalmente probar la formación de clases de equivalencia en dichos sujetos. En primer lugar, procedieron a formar clases funcionales utilizando un procedimiento de discriminación simple, en el cual un conjunto de estímulos a veces funcionaba como estímulos discriminativos, y otro conjunto como estímulos delta, y dichas funciones se iban revirtiendo, de forma que un mismo subgrupo siempre compartiese función. Una vez formadas las clases funcionales con este procedimiento, se extendió en el segundo experimento a tareas de igualación a la muestra (ya dentro de las discriminaciones condicionales). Finalmente, utilizando reforzadores diferenciales para cada clase, y continuando con un entrenamiento de igualación a la muestra en los conjuntos formados anteriormente, comprobaron con éxito la formación de clases de equivalencia en los sujetos. De esta forma argumentaron que si se utilizan reforzadores diferenciales para cada clase de equivalencia, dichos reforzadores pueden llegar a formar parte de dicha clase, como otro elemento común de la misma.

Objetivos del trabajo y planteamiento de hipótesis

El objetivo del presente trabajo, enmarcado en la Discriminación de la Propia Conducta, es conseguir que los sujetos muestren relaciones derivadas tales como la simetría, transitividad y equivalencia, sin previo entrenamiento en tales relaciones, debido al componente de la propia conducta de los sujetos como parte de la clase de equivalencia. Podríamos desglosarlo en:

1. Mediante un entrenamiento lineal A-B-C, conseguir que los sujetos alcancen un nivel alto de discriminación en la tarea de igualación a la muestra, marcado por superar el 80% de los ensayos en todas las discriminaciones posibles.
2. Probar la simetría derivada, transitividad derivada y equivalencia derivada del entrenamiento anterior en los sujetos, debiendo mostrar diferencias significativas a favor de las relaciones entrenadas mediante discriminaciones condicionales.

La hipótesis es que si realizamos un entrenamiento lineal teniendo dos de tres elementos en las dos clases de equivalencia siendo la propia conducta del sujeto, encontraremos relaciones derivadas, obteniendo de esta forma evidencia de formación de clases de equivalencia en palomas.

Método

Sujetos

Se utilizaron 2 palomas bravías (*Columba livia*) sin experiencia previa con experimentos mantenidas en un peso experimental calculado a partir del 80% de su peso *ad libitum*. Para mantenerlas así, se las pesaba antes y después del experimento, dándoles dieta extra post-experimental cuando era necesario. En sus jaulas hogar tenían siempre disponible agua y operaba un ciclo día – noche con 12 horas de luz y oscuridad alternándose. Trabajaban aproximadamente siempre a la misma hora, siendo esta a medio día (13:00 aprox.), de Lunes a Viernes. Los números que se les asignó para diferenciarlas fueron 31 y 37.

Aparatos

Para el presente experimento se usaron 2 cajas de Skinner, en las cuales había 3 teclas cuadradas de metacrilato transparente dispuestas en fila horizontal desde las que se podían ver los estímulos y los sujetos podían dar sus respuestas (picar), para ser contabilizadas. Justo debajo de la tecla central estaba el hueco en el que la paloma podía introducir la cabeza cuando se iluminase, lo cual es una señal de que en ese momento estaba activo un comedero en el que la paloma podría comer durante pocos segundos, el cual fue utilizado para reforzar las respuestas adecuadas en las palomas.

Los estímulos propiamente dichos se presentaban en un monitor de ordenador para cada caja, colocado justo detrás de estas teclas de cristal, en el que usando el programa Microsoft Powerpoint se pondrían los estímulos en diapositivas de tal forma que estuviesen perfectamente visibles para las

palomas en las teclas oportunas.

Dichos ordenadores y cajas estaban conectados a un ordenador central desde el que se controlaban los experimentos, el orden de aparición de los estímulos, los refuerzos y se contabilizaban las respuestas, usando el programa Schedule Manager for Windows (Med Associates Inc.).

Tanto el monitor de ordenador como la propia caja de Skinner de cada sujeto se encontraban dentro de una caja de insonorización, en la que operaba una luz, que también se controlaba desde el ordenador central, de tal forma que se encendiese cuando el sujeto tenía que responder y se apagase en los intervalos entre ensayos, y un ventilador que renovaba el aire y tapaba posibles sonidos externos con un ruido blanco.

Tanto al empezar como al terminar la sesión, cuando la paloma estaba dentro de la caja, la luz de la caja de insonorización estaba apagada, y a través de las teclas de cristal el monitor proyectaba una diapositiva de Powerpoint totalmente en negro.

Los estímulos utilizados en las sesiones fueron círculos blancos, círculos verdes y rojos, y rectángulos en vertical amarillos de tres longitudes diferentes. (Figura 5)

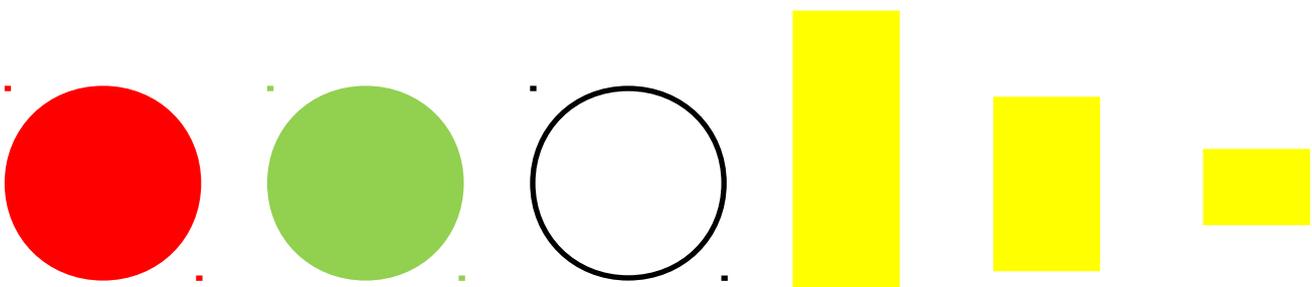


Figura 5: Estímulos utilizados

Diseño

Dado que sólo se utilizaron dos sujetos, ambos pertenecían a la misma condición experimental. Las clases de equivalencia a aprender en dicha condición incluían tanto respuestas del propio sujeto (estimulación propioceptiva) como estímulos exteroceptivos (color), organizándose de la siguiente forma:

- Clase de equivalencia 1: Picar la tecla izquierda (respuesta A1) – Picar a tasas altas la tecla central (respuesta B1) – Tecla roja (estímulo C1)
- Clase de equivalencia 2: Picar la tecla derecha (respuesta A2) – Ausencia de picoteo (gonogo) (respuesta B2) – Tecla verde (C2)

Obsérvese que en los dos primeros estímulos de cada clase (A1, A2, B1 y B2), lo que caracteriza dichos estímulos no son las propiedades físicas del estímulo presentado en las teclas, sino la estimulación propioceptiva fruto del comportamiento que emite el propio sujeto ante un mismo estímulo.

Procedimiento

Después de obtener el peso *ad libitum* de las palomas dejándolas con acceso libre a la comida todo el día, se calculó su peso experimental (80% de *ad libitum*), y se las fue bajando paulatinamente de peso hasta tenerlas en dicho peso experimental. Una vez en tal condición, se procedió al pre-entrenamiento necesario, dividido de la siguiente forma:

Entrenamiento al comedero

Cuando los sujetos empezaron a trabajar en las cajas de Skinner, primero empezamos por enseñarles a comer en el comedero que incluye. De esta forma, tenían una sesión de 30 ensayos por día de trabajo, en la que se utilizó un programa de tiempo fijo (TF). Se utilizó un intervalo entre ensayos de 30 segundos en el la luz de la cámara permanecía encendida, para posteriormente apagarse mientras el comedero se encendía y permanecía activo para que la paloma pudiese comer durante 6 segundos. Se realizaron sesiones hasta que los sujetos comiesen sin problema en todas las ocasiones. Entonces se rebajó el tiempo que se activaba el comedero en cada ensayo a 3 segundos.

Automoldeamiento

Para enseñar a las palomas a picar en las teclas, utilizamos el procedimiento de automoldeamiento (Brown y Jenkins, 1968): la sesión era de 45 ensayos, en los cuales se usaba un programa de tiempo fijo de 6 segundos, al que seguirían 4 segundos de activación del comedero, con un intervalo entre ensayos de 30 segundos. Además, los sujetos también podían adelantar la llegada del reforzador si, mientras estuviese activo el programa de tiempo fijo (señalado por la iluminación de la cámara y la presentación en la tecla central de un rectángulo amarillo largo) la paloma daba una respuesta en la tecla en la que estaba presente el estímulo (automoldeamiento por terminación de ensayo: Brown y Jenkins 1968). Una vez que las palomas aprendieron a obtener todos los reforzadores por su propia respuesta a la tecla, se pasó a la siguiente fase.

Entrenamiento en tasas altas/go-nogo

Cuando las aves aprendieron a picar en las tres posibles posiciones de los estímulos, pasamos a enseñarles el que iba a ser uno de los comportamientos a emitir como parte de las clases de equivalencia. Para ello, usamos únicamente la tecla central, en la cual se podían dar dos posibilidades según el estímulo que apareciese (ver figura 6):

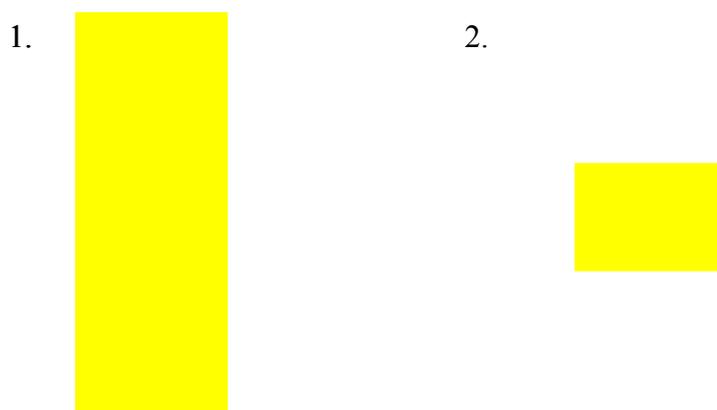


Figura 6: Estímulos rectángulos mayor y menor

- Cuando aparecía el rectángulo amarillo de mayor tamaño, funcionaba un programa de tasas altas, de tal forma que el sujeto debía dar 2 respuestas como mínimo en un periodo de 1 segundo. El criterio se fue aumentando progresivamente (en términos de respuestas y tiempo) hasta alcanzar un mínimo de 18 respuestas en 5 segundos. Si concluía el periodo de tiempo establecido sin cumplirse el requisito de respuestas, el componente se reiniciaba..
- Cuando aparecía el rectángulo de menor tamaño, funcionaba un programa de go-nogo, de tal forma que el sujeto debía dar una respuesta y, posteriormente, no picar la tecla durante 1 segundo, con el estímulo aún presente. El componente nogo comenzaba una vez que el sujeto diese la respuesta previa (go), en cualquier momento. Posteriormente, una vez que entraba en funcionamiento el componente nogo, cada respuesta que diese el sujeto,

reiniciaba dicho componente de 1 segundo, retrasando por lo tanto la llegada de reforzador.

El criterio se fue aumentando hasta que el componente nogo fue de 5 segundos.

A lo largo de esta fase, no se utilizaron intervalos entre ensayos, de tal forma que, al final de cada ensayo, el sujeto recibía refuerzo, y cuando se acababa el tiempo de refuerzo (3 segundos), se volvía a proyectar el estímulo pertinente y a funcionar su correspondiente componente. El orden de aparición de un estímulo u otro se contrabalanceó siguiendo una secuencia AABB de forma que se controló el que cada ensayo fuese seguido el mismo número de veces por otro ensayo igual que por su opuesto. Cada sesión de esta fase consistió en 14 repeticiones de dicha secuencia lo que dio lugar a un total de 56 ensayos por sesión.

Discriminación condicional BC

En esta fase, el objetivo era entrenar las discriminaciones siguientes:

- Discriminación 1: tasas altas (B1) – tecla roja (C1)
- Discriminación 2: go-nogo (B2) – tecla verde (C2)

El procedimiento de esta fase siguió la lógica de una igualación demorada a la muestra. Al comenzar el ensayo, aparecía como muestra en la tecla central el rectángulo corto o el rectángulo largo amarillos, debiendo el sujeto emitir la conducta correspondiente de la misma forma que hacía al final de la fase explicada anteriormente. Una vez emitía el comportamiento correcto, desaparecía el estímulo de la tecla central, y aparecían los estímulos de comparación en las teclas laterales: dos círculos del mismo tamaño, uno coloreado de rojo y el otro coloreado de verde, apareciendo cada color el mismo número de veces en un lado que en el otro. Si el sujeto daba una respuesta en la tecla

del color adecuado, era reforzado Si no, pasaba al intervalo entre ensayos usado en esta fase, de 10 segundos, y volvía a comenzar el ensayo, desde la muestra. Se realizaban sesiones de 80 ensayos en esta fase.

Dado que en el diseño de este experimento, los estímulos B1 y B2 debían de ser físicamente iguales, diferenciándose únicamente en el comportamiento que emitiese el sujeto, fuimos acercando progresivamente el tamaño de cada rectángulo amarillo. Para ello se utilizaron 4 fases intermedias de unas 3 sesiones cada una, en las que se acortaba el rectángulo mayor y se alargaba el rectángulo menor, terminando por usar un único rectángulo de longitud intermedia y equidistante a los iniciales, de tal forma que los sujetos no pudiesen saber, sólo con la presencia del estímulo, qué conducta (picar rápido o abstenerse tras la primera respuesta) debían emitir ante dicho estímulo. De esta forma y aplicando la lógica de la abundante literatura existente sobre control discriminativo múltiple de respuestas incompatibles (Church y Deluty, 1977; Cross y Lane, 1962; Cumming y Eckerman, 1965; Crowley, 1979; Epstein, 1985; Wright y Cumming, 1971) conseguiríamos que el sujeto alternase entre sus dos repertorios aprendidos y opuestos. El comportamiento en el que se estabilizaron los sujetos terminó siendo picar rápido durante aproximadamente 5 segundos, y si no desaparecía la muestra para que apareciesen los estímulos de comparación, mantenerse sin picar la tecla otros 5 segundos. Existían, por lo tanto, 4 tipos de ensayos posibles en esta fase, según la conducta que tuviese que realizar el sujeto:

- Ensayo 1: tasas altas – círculo rojo en la tecla izquierda
- Ensayo 2: tasas altas – círculo rojo en la tecla derecha
- Ensayo 3: go-nogo – círculo verde en la tecla izquierda
- Ensayo 4: go-nogo – círculo verde en la tecla derecha

El orden de aparición de los tipos de ensayos fue: 2 – 1 – 2 – 4 – 4 – 3 – 1 – 3. Con dicho orden, nos aseguramos de que cualquier tipo de ensayo, fuese precedido en igual medida, tanto de ensayos en los que el componente fuese tasas altas y go-nogo, como de ensayos en los que la posición de los colores fuese rojo izquierda/verde derecha y rojo derecha/verde izquierda.

Tras tres sesiones en esta situación final, teniendo los sujetos un índice de discriminación del 86% la paloma 31 y 90% la paloma 37, pasamos a reducir la cantidad de ensayos diarios de esta discriminación BC de 80 a 32, para comenzar a realizar el entrenamiento en AB, el cual se realizaría a continuación, cada día, de esta discriminación.

Discriminación condicional AB

Una vez les fue reducido el número de ensayos en el procedimiento de discriminación BC a los sujetos de 80 a 32, comenzamos a aplicar el procedimiento de discriminación AB como sigue, teniendo en cuenta que las discriminaciones a aprender eran, usando al principio los rectángulos amarillos corto y largo para los estímulos B1 y B2:

- Discriminación 1: picar a la izquierda (A1) – tasas altas (B1)
- Discriminación 2: picar a la derecha (A2) – go-nogo (B2)

Al igual que en la fase anterior, el procedimiento usado en esta discriminación condicional fue el de igualación demorada a la muestra. Cuando comenzaba el ensayo, aparecía el estímulo de muestra: un círculo blanco en la tecla izquierda, o en la tecla derecha, al que el sujeto debía dar 10 respuestas seguidas (si picaba en otra tecla el contador se reiniciaba). Tal y como el sujeto daba las 10 respuestas, desaparecía la muestra y aparecían el rectángulo amarillo corto en la tecla central

(cuando picaba en la izquierda) o largo (cuando picaba en la derecha) que se usaron al principio en la fase anterior, para facilitar el aprendizaje de esta tarea. Cuando el sujeto debía responder en la izquierda para que apareciese el rectángulo (rectángulo largo), debía responder con el criterio de tasas altas que aprendió anteriormente, y cuando respondía en la tecla derecha y aparecía el rectángulo (rectángulo corto), debía responder según el criterio de go-nogo (no picar durante 5 segundos). Si no cumplían el criterio de tasas altas cuando éste era el requerido, volvían a repetir el ensayo desde la muestra, previa presentación de intervalo entre ensayos. Cuando no cumplían el criterio de go-nogo, es decir, si picaban cuando correspondía no picar, retrasaban la llegada del reforzador, reiniciando el contador de 5 segundos, ya que, por la tendencia de las palomas a picar siempre, no queríamos que cayesen en extinción de la muestra en la tecla derecha. De esta forma, obtendrían el reforzador (2 segundos de acceso al comedero). El intervalo entre ensayos utilizado fue de 10 segundos.

Los sujetos trabajaban durante sesiones de 48 ensayos de Lunes a Viernes, compaginándolas con las sesiones de entrenamiento de discriminación condicional BC. En primer lugar realizaban la sesión de entrenamiento AB, y posteriormente la sesión de entrenamiento BC, separadas por una hora aproximadamente de descanso en sus jaulas hogar. Posteriormente, las sesiones se comenzaron a realizar seguidas y alternando el orden cada semana.

Una vez que los sujetos alcanzaron niveles estables de discriminación por encima del 90%, lo cual sucedió tras unas 15 sesiones aproximadamente, se dejaron de utilizar los rectángulos corto y largo, para colocar el rectángulo intermedio, de tal forma que, al igual que en la fase anterior, ahora en los estímulos B1 y B2, lo único que les caracterizase fuese la conducta del sujeto, no las propiedades físicas del estímulo.

Posteriormente, cuando los sujetos respondían de forma adecuada incluso usando el rectángulo intermedio, de nuevo tras unas 15 sesiones (el sujeto 31 fue el que necesitó más este periodo, ya que el 37 mantuvo sus niveles estables altos todo el tiempo), se pasó a utilizar como estímulo de muestra la aparición de los dos círculos blancos en las teclas laterales, en lugar de uno solo, tal y como se demostró efectivo en García y Benjumea (2006).

Al aplicar este cambio, esperábamos que los sujetos aprendiesen a alternar entre una tecla y otra, ya que solo habría una activa. De esta forma, un sujeto debería responder al menos 10 veces a una de las dos teclas, y si no desaparece la muestra para que aparezca el estímulo de comparación, ir a la otra tecla a picar 10 veces. El sujeto 37 aplicó esta estrategia sin problemas; sin embargo, el sujeto 31 se limitó a picar en una misma tecla, dando quizás una o dos respuestas en la otra, de tal forma que no pudo realizar las sesiones con este cambio de una muestra a dos muestras.

Para solucionar el problema del sujeto 31, primero volvimos a ponerle el procedimiento justo anterior a la aplicación de las dos muestras, el cual dominaba perfectamente. Tras 10 sesiones en tal procedimiento, volvimos a incluir las dos muestras, pero esta vez, exigiendo una sola respuesta a la tecla activa. De esta forma, pretendíamos reforzar la alternancia de respuestas entre una tecla y otra cuando una se demostrase no efectiva. Usando este procedimiento la paloma aprendió a alternar entre una tecla y otra usando una sola respuesta en la muestra y luego comportándose como se le exigía ante el rectángulo intermedio. Para llegar al criterio de dar 10 respuestas a la muestra usando las dos muestras, se le hizo la siguiente aproximación en cuanto a número de respuestas exigidas: RF 1 – RV 2 desviación 1 – RV 5 desviación 2 – RF 8 – RF10.

Una vez que los sujetos alcanzaron niveles altos y estables en las discriminaciones, comenzamos a realizar las pruebas de simetría de la discriminación BC, y posteriormente, AB. Las

pruebas se realizaron en el orden que van a ser explicadas aquí, y separadas entre sí por una semana. El sujeto 31 sólo pudo terminar las dos primeras pruebas, ya que cuando le correspondía la tercera, hubo problemas con la caja de Skinner en la que trabajaba y hubo que arreglarla, pasando este sujeto a ir siempre atrasado con respecto al otro.

Prueba de simetría CB clásica con el círculo en el centro

Durante este tipo de sesión, se realizaban 8 ensayos de prueba de simetría de la discriminación condicional BC, mezclados con 80 ensayos de discriminación condicional BC normales. Se presentaban 8 ensayos de discriminación BC exactamente iguales a los que el sujeto estaba acostumbrado, luego un ensayo de test, y luego otros 2 ensayos de discriminación BC. Este proceso se repitió 8 veces durante la sesión, dando un total de 88 ensayos por sesión.

La única diferencia de los ensayos de discriminación BC con los que el sujeto solía enfrentarse es que, si el sujeto fallaba en su elección (respondía en el color que no era adecuado), pasaba al intervalo entre ensayos sin reforzador, pero en lugar de repetir el mismo ensayo, pasaba al siguiente, por limitaciones técnicas con el programa Schedule Manager.

Los ensayos de simetría propiamente dichos, consistían en la presentación de un círculo rojo o un círculo verde en la tecla central, al que el sujeto debía dar una respuesta para continuar. Posteriormente, tras un intervalo entre estímulos de 1 segundo que se reciclaba si el sujeto respondía, aparecía el rectángulo amarillo intermedio durante 5 segundos, y se medían las respuestas que el sujeto daba. El programa asignaba aleatoriamente un 25% de probabilidades de recibir refuerzo tras la desaparición del rectángulo amarillo, independientemente de la conducta del sujeto. Existían, por lo tanto, dos posibles ensayos de test de simetría:

- Ensayo de test 1: círculo rojo en el centro – rectángulo amarillo intermedio
- Ensayo de test 2: círculo verde en el centro – rectángulo amarillo intermedio

El orden de aparición de estos ensayos a lo largo de la sesión, fue 1 – 2 – 2 – 1 – 1 – 2 – 2 – 1.

Cabe mencionar que los sujetos, además de no haber sido expuestos a que el círculo de color aparezca previamente al rectángulo amarillo, tampoco han sido expuestos a que el círculo aparezca en la tecla central. El por qué lo hicimos así se explica en la prueba de simetría CB clásica con el círculo en los lados.

Para que esta prueba reflejase resultados satisfactorios de nuestra hipótesis, los sujetos deberían responder más al rectángulo amarillo cuando era precedido del círculo rojo, que cuando lo era del verde.

Prueba de simetría CB rectángulo verde/rojo

El número y distribución de ensayos fue la misma que en la prueba anterior, y los ensayos de discriminación BC normales también eran iguales.

Los ensayos de simetría en cuestión consistían en la presentación del rectángulo intermedio durante 5 segundos, pero esta vez, en lugar de estar coloreado de amarillo, estaba coloreado de rojo o de verde. Se medían las respuestas que el sujeto daba al estímulo, y existía un 25% de probabilidades de que el programa reforzase al sujeto, independientemente de su conducta ante el estímulo. En esta prueba, había dos posibles tipos de ensayos de test:

- Ensayo de test 1: rectángulo rojo en el centro
- Ensayo de test 2: rectángulo verde en el centro

El orden de aparición de estos ensayos a lo largo de la sesión, fue 1 – 2 – 2 – 1 – 1 – 2 – 2 – 1. Para que esta prueba diese resultados acordes con nuestra hipótesis, los sujetos deberían responder más al rectángulo cuando estaba coloreado de rojo que cuando estaba coloreado de verde.

Prueba de simetría CB clásica con el círculo en los lados

En estas sesiones de prueba, se realizaban 8 ensayos de prueba de simetría de la discriminación condicional BC, mezclados con 64 ensayos de discriminación condicional BC normales. Se presentaban 8 ensayos de discriminación BC exactamente iguales a los que el sujeto estaba acostumbrado, y luego un ensayo de test. Este proceso se repitió 8 veces durante la sesión, dando un total de 72 ensayos por sesión. En esta ocasión eran menos ensayos que en los anteriores (no se hacían dos sesiones de discriminación BC adicionales tras cada ensayo de test) por limitaciones técnicas con el programa Schedule Manager.

Al igual que en las otras dos pruebas descritas, la única diferencia de los ensayos normales de discriminación BC con los que se usaban para el aprendizaje de los sujetos es que, si se equivocaban al elegir el color, pasaban a un ITI sin refuerzo al siguiente ensayo, en lugar de repetir el que han fallado.

Los ensayos de test de esta prueba eran idénticos a la primera prueba explicada, con la diferencia de que el círculo rojo o verde aparecería como muestra en alguno de los lados, en lugar del centro. El sujeto debería dar una respuesta a dicho círculo, y posteriormente, aparecería el

rectángulo amarillo intermedio durante 5 segundos, en el que se registraría el número de respuestas del sujeto, y habría un 25% de probabilidades de que obtuviese refuerzo, independientemente de su comportamiento. Es decir, en esta prueba teníamos 4 posibles ensayos de tipo test:

- Ensayo de test 1: círculo rojo en la tecla izquierda – rectángulo amarillo en el centro
- Ensayo de test 2: círculo rojo en la tecla derecha – rectángulo amarillo en el centro
- Ensayo de test 3: círculo verde en la tecla izquierda – rectángulo amarillo en el centro
- Ensayo de test 4: círculo verde en la tecla derecha – rectángulo amarillo en el centro

Debido a limitaciones técnicas con el Schedule Manager, en esta prueba no se pudo realizar un orden de los ensayos test dirigido por los investigadores, de tal forma que programamos el procedimiento para que la aparición de un tipo de ensayo u otro fuese escogida por el programa, teniendo todos la misma probabilidad de aparecer (25%). Debido a que, durante 8 ensayos de test, sólo podríamos obtener como máximo 2 resultados por cada tipo de ensayo, esta prueba fue repetida para obtener una cantidad de datos de ensayos de test más apropiada.

Preferimos realizar primero la prueba con el círculo de colores porque, aunque sabíamos que el círculo de color rojo o verde nunca había sido presentado en el centro y eso podía ser un problema para los sujetos, en esta prueba se podía presentar otro problema procedimental:

Dado que a las alturas a las que se presentó esta prueba los sujetos ya tenían experiencia con la discriminación AB, la cual, recordemos, entrenaba a los sujetos para emitir un comportamiento ante el rectángulo amarillo dependiendo de en qué tecla lateral hubiesen picado, tal entrenamiento podía interferir con esta prueba. Al aparecer una círculo de color rojo o verde en una de las teclas laterales, y el sujeto responder a ella, aunque solo fuese una respuesta (en comparación con las 10

que se les exigía en la discriminación AB), el sujeto podía luego responder al rectángulo amarillo intermedio, tanto siguiendo la lógica de la simetría de la discriminación BC (es decir, el color que estuviese presente), como siguiendo la lógica del entrenamiento en la discriminación AB (comportarse ante el rectángulo dependiendo de en qué lado ha aparecido el círculo rojo o verde).

Sin embargo, estos resultados pueden ser analizados en los datos, ya que, al tener los 4 tipos de ensayos test, podemos analizar tanto la variable color por separada, sumando los ensayos en los que aparezca el rojo (independientemente de su posición), por un lado y los del verde por otro, y la variable posición, sumando los ensayos en los que el círculo (independientemente de su color) aparezca en la izquierda, y los que aparece en la derecha. Además, viendo los resultados de los 4 posible ensayos test, podemos ver la interacción entre ambas variables.

Prueba de simetría BA clásica

En las sesiones de prueba de simetría BA clásica se realizaron 8 ensayos de prueba junto a 48 ensayos de entrenamiento AB normales. Al principio de la sesión, se realizaban 5 ensayos de entrenamiento AB, luego un ensayo de prueba, 5 ensayos de entrenamiento AB, otra prueba, y otros 2 ensayos de entrenamiento AB. Se repitió dicho proceso durante 4 veces hasta obtener un total de 56 ensayos (48 de entrenamiento + 8 de test). Los ensayos de entrenamiento AB eran idénticos a los que se usaban durante el entrenamiento AB.

Los ensayos de test de simetría BA comenzaban con la presentación del rectángulo intermedio durante 5 segundos, pudiendo estar activo el componente tasas altas o el componente go-nogo, de la misma forma que en los ensayos de entrenamiento BC. Una vez el sujeto cumplía el requerimiento para dicho test, desaparecía dicho estímulo y aparecían en las dos teclas laterales los dos círculos

blancos del entrenamiento en la discriminación AB. El sujeto tenía que dar 10 respuestas distribuidas de cualquier forma en dichas teclas para, con un 25% de probabilidad de obtener refuerzo, seguir la sesión. Había dos tipos de ensayos de test de simetría BA posibles para esta prueba:

- Ensayo de test 1: rectángulo amarillo intermedio, componente tasas altas – teclas blancas
- Ensayo de test 2: rectángulo amarillo intermedio, componente go-nogo – teclas blancas

El orden de aparición de estos ensayos a lo largo de la sesión, fue 2 – 1 – 2 – 1 – 2 – 1 – 2 – 1. Si la paloma respondiese en este tipo de ensayos de simetría como debería según nuestra hipótesis, en los ensayos de test 1 debería dar más respuestas en la tecla izquierda, y en los ensayos de test 2, en la derecha, por inversión del orden de las conductas en el entrenamiento AB.

Entrenamiento mixto AB/BC

Una vez que cada sujeto fuese superando los criterios en los entrenamientos BC y AB por separado, y presentándole las pruebas de simetría mencionadas anteriormente, se cambiaba su rutina de entrenamiento diario. Desde aquí, los sujetos, en lugar de tener un bloque de ensayos de entrenamiento de la discriminación AB y otro para BC, tendrían un único bloque en el que ambos tipos de discriminaciones se alternarían.

El entrenamiento consistía en un total de 80 ensayos, distribuidos a partes iguales entre los dos tipos de discriminación (AB y BC). En el orden de presentación de los ensayos, formando un bloque de 8 que se repetiría 10 veces, se tuvo en cuenta que el ensayo que precedía a cada otro ensayo, fuese igualmente probable para cada tipo de discriminación, clase de equivalencia, y

posición implicada del sujeto en las teclas laterales. Los ensayos eran idénticos por lo demás a los descritos anteriormente cuando formaban bloques por tipo de discriminación. El criterio exigido para entender que las palomas habían aprendido este procedimiento era obtener durante dos días seguidos un rendimiento superior al 90% en ambos tipos de discriminaciones.

Prueba de equivalencia CA rojo-rojo/verde-verde

En las sesiones de prueba de equivalencia CA rojo-rojo/verde-verde se realizaron 10 ensayos de prueba junto a 80 ensayos de entrenamiento AB y BC normales. Al principio de la sesión, se realizaban 8 ensayos de entrenamiento AB y BC, contrabalanceando el número de ambos tipos de discriminación, la clase de equivalencia implicada, y qué tipo de cada una de esas dos propiedades era el ensayo que precedía; y luego un ensayo de prueba de equivalencia CA. Se repitió dicho proceso durante 10 veces hasta obtener un total de 90 ensayos (80 de entrenamiento + 10 de test). Los ensayos de entrenamiento AB y BC eran idénticos a los que se usaban durante el entrenamiento mixto.

Los ensayos de test de equivalencia CA consistían en la presentación de dos círculos rojos o dos círculos verdes en las teclas laterales, a las que el sujeto debía dar 10 picotazos, en cualquier orden y en cualquier momento, a cualquiera de ellas. Una vez el sujeto cumplía el requerimiento para dicho test, desaparecían dichos estímulos y acababa el ensayo de equivalencia CA. El sujeto tenía que dar 10 respuestas distribuidas de cualquier forma en dichas teclas para, con un 25% de probabilidad de obtener refuerzo, seguir la sesión. Había dos tipos de ensayos de test de equivalencia CA posibles para esta prueba:

- Ensayo de test 1: dos círculos rojos en las teclas laterales
- Ensayo de test 2: dos círculos verdes en las teclas laterales

El orden de aparición de estos ensayos a lo largo de la sesión fue aleatorio, siendo asignados por el programa por limitaciones técnicas para preparar nosotros un orden en concreto. Si la paloma respondiese en este tipo de ensayos de equivalencia como debería según nuestra hipótesis, en los ensayos de test 1 debería dar más respuestas en la tecla izquierda, y en los ensayos de test 2, en la derecha, por inversión del orden de las conductas en el entrenamiento AB y BC, además de omitir el elemento B (tasas altas / go-nogo) para conectar los elementos C (rojo / verde) y A (izquierda / derecha).

Prueba de transitividad AC clásica

En las sesiones de prueba de transitividad AC clásica se realizaron 10 ensayos de prueba junto a 80 ensayos de entrenamiento AB y BC normales. Al principio de la sesión, se realizaban 8 ensayos de entrenamiento AB y BC, contrabalanceando el número de ambos tipos de discriminación, la clase de equivalencia implicada, y qué tipo de cada una de esas dos propiedades era el ensayo que precedía; y luego un ensayo de prueba de transitividad AC. Se repitió dicho proceso durante 10 veces hasta obtener un total de 90 ensayos (80 de entrenamiento + 10 de test). Los ensayos de entrenamiento AB y BC eran idénticos a los que se usaban durante el entrenamiento mixto.

Los ensayos de test de equivalencia CA consistían en la presentación de dos círculos blancos en las teclas laterales, de los cuales sólo estaba activa una, exactamente igual que en los ensayos de entrenamiento AB, a la cual el sujeto debía dar 10 picotazos. Una vez el sujeto cumplía el

requerimiento para dicho elemento, desaparecían dichos estímulos y aparecían, tras un intervalo entre estímulos de 2 segundos, durante el cual si el sujeto picaba se reiniciaba dicho contador, las dos teclas laterales iluminadas una de rojo y la otra de verde (la posición de dichos colores fue elegida por el ordenador al azar). El sujeto tenía que dar 1 respuesta en cualquiera de dichas teclas para, con un 25% de probabilidad de obtener refuerzo, seguir la sesión. Había cuatro tipos de ensayos de test de transitividad AC posibles para esta prueba:

- Ensayo de test 1: tecla blanca izquierda activa – rojo-verde
- Ensayo de test 2: tecla blanca izquierda activa – verde-rojo
- Ensayo de test 3: tecla blanca derecha activa – rojo-verde
- Ensayo de test 4: tecla blanca derecha activa – verde-rojo

El orden de aparición de estos ensayos a lo largo de la sesión fue aleatorio, siendo asignados por el programa por limitaciones técnicas para preparar nosotros un orden en concreto. Si la paloma respondiese en este tipo de ensayos de transitividad como debería según nuestra hipótesis, en los ensayos de test 1 y 2 debería elegir con mayor probabilidad la tecla roja, y en los ensayos tipo 3 y 4 el verde, por sumación de las conductas en el entrenamiento AB y BC, además de omitir el elemento B (tasas altas / go-nogo) para conectar los elementos A (izquierda / derecha) y C (rojo / verde).

Entrenamiento en cadena ABC

Una vez que cada sujeto fuese superando el criterio en el entrenamiento mixto, y presentándole las pruebas de equivalencia y transitividad mencionadas anteriormente, se cambiaba su rutina de entrenamiento diario. Desde aquí, los sujetos, en lugar de tener un bloque de ensayos de

entrenamiento de en el que se alternaban la discriminación AB y BC, tendrían bloque en el que ambos tipos de discriminaciones serían secuenciadas en su totalidad.

El entrenamiento consistía en un total de 80 ensayos, distribuidos a partes iguales entre las dos clases de equivalencia (izquierda – tasas altas – rojo; derecha – no-go - verde). En el orden de presentación de los ensayos, formando un bloque de 8 que se repetiría 10 veces, se tuvo en cuenta que el ensayo que precedía a cada otro ensayo, fuese igualmente probable para cada tipo de discriminación, clase de equivalencia, y posición implicada del sujeto en las teclas laterales. Los ensayos comenzaban con la presentación de las dos teclas laterales iluminadas de blanco, estando sólo una de ellas activa, a la que el sujeto debía dar 10 respuestas de la misma forma que anteriormente. Después, aparecía el rectángulo amarillo en la tecla central, al que el sujeto debía responder siguiendo el criterio de tasas altas o no-go según correspondiese con la tecla lateral activa que le hubiese llevado a tal estímulo; si el sujeto fallaba en la ejecución de tasas altas, se reiniciaba el ensayo desde el principio, y si respondía en el componente de no-go, se reiniciaba el componente no-go por las mismas razones expuestas anteriormente en el entrenamiento AB. Una vez el sujeto respondía de forma correcta ante el rectángulo amarillo, aparecían las dos teclas laterales, iluminadas una de rojo y la otra de verde, siendo la posición contrabalanceada. Si el sujeto elegía el color correspondiente a los dos componentes anteriores de la clase de equivalencia, obtenía refuerzo, y si no, se reiniciaba el ensayo.

El criterio exigido para entender que las palomas habían aprendido este procedimiento era obtener durante dos días seguidos un rendimiento superior al 90% en ambas clases de equivalencia.

Prueba de equivalencia CA rojo-rojo/verde-verde tras entrenamiento en cadena

La fase anterior, en la que los sujetos aprendieron a responder de acuerdo a los tres elementos de las clases de equivalencia en serie, como posible efecto facilitador, concluyó con una sesión en la que se combinaba dicho entrenamiento en cadena con la prueba de equivalencia en la que aparecían las dos teclas laterales iluminadas de rojo, o ambas iluminadas de verde, de la misma forma en que se realizó la prueba de equivalencia antes de dicha fase de entrenamiento en cadena.

Esta sesión de prueba de equivalencia consistió en un total de 88 ensayos, de los cuales 8 eran ensayos de prueba de equivalencia rojo-rojo/verde-verde, y los 80 restantes eran ensayos de entrenamiento en cadena ABC idénticos a los descritos anteriormente. Los ensayos se organizaban de la siguiente forma: un bloque formado por 8 ensayos de entrenamiento en cadena ABC (realizados de la misma forma que se describe anteriormente) seguidos de un ensayo de prueba de equivalencia. Dicho bloque se repitió hasta conseguir el total de 88 ensayos.

La prueba de equivalencia era idéntica a la descrita tras el entrenamiento mixto AB/BC: aparecían las dos teclas laterales coloreadas de verde, o de rojo. El sujeto debía dar 10 respuestas, distribuidas de cualquier forma, para terminar el ensayo con un 25% de probabilidades de conseguir refuerzo y un 75% de probabilidades de pasar directamente al intervalo entre ensayos del siguiente ensayo.

El sujeto 31, sin embargo, sólo realizó la tarea hasta alcanzar 8 ensayos de equivalencia, en lugar de los 10 programados, dado que dejó de trabajar cerca del final de la sesión.

Para facilitar una comprensión general del procedimiento utilizado, en la tabla 1 se puede observar un resumen del mismo. De arriba hacia abajo se puede leer el avance de las distintas fases, y cuando una fase precisa de alguna explicación o sub-fases, leer de izquierda a derecha los fragmentos de la misma:

Entrenamiento al comedero	
Automoldeamiento	
Entrenamiento en tasas altas/go-nogo	
Rectángulo mayor: tasas altas Rectángulo menor: go-nogo	Rectángulo intermedio: tasas altas/go-nogo
Discriminación condicional BC	
Rectángulo mayor (tasas altas) – rojo Rectángulo menor (go-nogo) – verde	Rectángulo intermedio (tasas altas) – rojo Rectángulo intermedio (go-nogo) – verde
Discriminación condicional AB	
Tecla blanca izquierda (picar tecla izquierda) – rectángulo intermedio (tasas altas) Tecla blanca derecha (picar tecla derecha) – rectángulo intermedio (go-nogo)	Teclas laterales blancas (picar tecla izquierda) – rectángulo intermedio (tasas altas) Teclas laterales blancas (picar tecla derecha) – rectángulo intermedio (go-nogo)
Prueba de simetría CB clásica con el círculo en el centro	
Prueba de simetría CB rectángulo verde/rojo	
Prueba de simetría CB clásica con el círculo en los lados	
Prueba de simetría BA clásica	
Entrenamiento mixto AB/BC	
Ensayos iguales a discriminación condicional BC y AB	
Prueba de equivalencia CA rojo-rojo/verde-verde	
Prueba de transitividad AC clásica	
Entrenamiento en cadena ABC	
Teclas laterales blancas (picar tecla izquierda) – rectángulo intermedio (tasas altas) – rojo Teclas laterales blancas (picar tecla derecha) – rectángulo intermedio (go-nogo) – verde	
Prueba de equivalencia CA rojo-rojo/verde-verde	

Tabla 1: Resumen del procedimiento

Resultados

Discriminación condicional BC

Por limitaciones a la hora de diseñar en el Schedule Manager esta fase, no se pudo tener en cuenta a la hora de registrar los resultados el tipo de fallos que cometían las palomas, en lo referente a si el fallo se daba en un ensayo de la clase de equivalencia 1 o de la clase de equivalencia 2. Sin embargo, para no abandonar esta fase y pasar a otra sin haber tenido unos buenos resultados en ambas clases de equivalencia, se les exigió, una vez estuvo programada la siguiente fase del experimento, que tuviesen un porcentaje de aciertos mayor que 90%. De esta forma, lo mínimo que podrían tener sería un 80% de aciertos en una clase, compensado si en la otra tuviesen un 100%.

En la figura 7 se muestran los porcentajes de aciertos de ambas palomas a lo largo de las sesiones. El segundo pico inferior del sujeto 31 en la sesión 21 se debe al cambio en esta fase experimental, referido al cambio a la situación final de la aproximación que se aplicó para que los estímulos B1 (rectángulo mayor) y B2 (rectángulo menor) fuesen idénticos físicamente. Como se puede observar en dicha figura, ambos sujetos mantuvieron, a partir de la sesión 36 un índice aproximado o superior al 90% todo el tiempo.

Discriminación Condicional BC

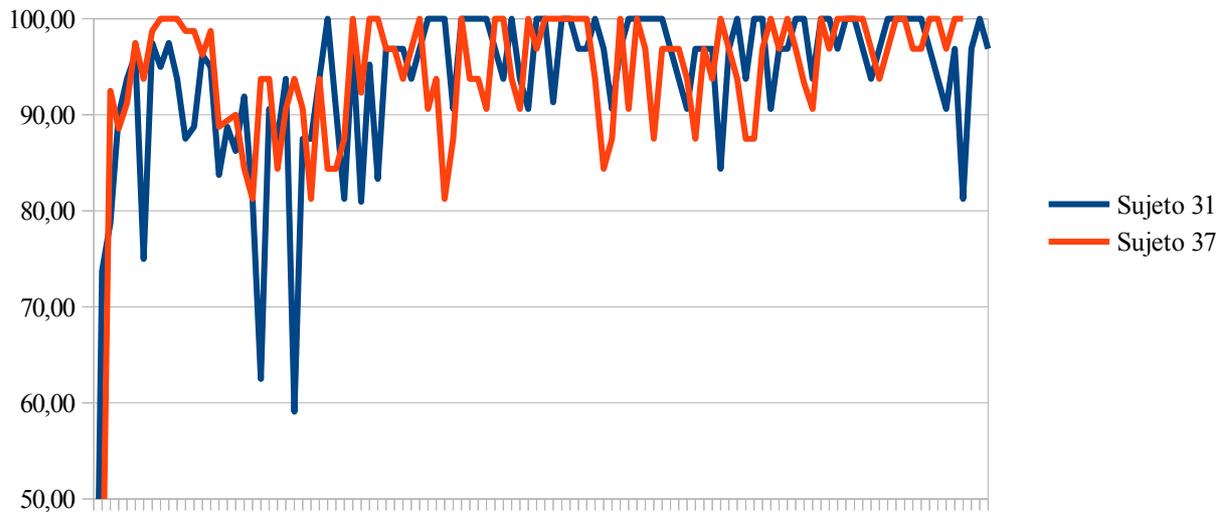


Figura 7: Evolución del porcentaje de aciertos en la discriminación condicional BC de ambos sujetos

Discriminación condicional AB

En esta discriminación condicional si se realizó un registro de los datos de tal forma que pudiésemos ver cómo se repartía el índice de aciertos de cada sujeto (% global) entre la clase de equivalencia 1 (% aciertos 1) y la clase de equivalencia 2 (% aciertos 2). En las figuras 8 y 9 podemos observar la evolución para los sujetos 31 y 37, respectivamente, del porcentaje de aciertos.

Podemos observar que ambos sujetos ejecutaban mejor la tarea cuando se trataba de la clase de equivalencia 1 que de la clase de equivalencia 2. Sin embargo, esta diferencia estuvo mucho más acentuada para el sujeto 31. Algunos de los picos inferiores en la ejecución global de dicho sujeto coinciden en el tiempo con cambios en la tarea: el primer pico, que se da en la sesión 14, fue debido a que, en sesiones anteriores, ambos sujetos utilizaban como estímulo de comparación los

rectángulos diferentes (los estímulos previos a la aproximación física de los rectángulos mayor y menor), y a partir de dicha sesión se implementó el rectángulo intermedio que se se usó al final de la fase de la discriminación condicional BC. El siguiente pico que vemos se produjo en la sesión 36 fue debido a la introducción de los dos círculos blancos laterales como muestra, en lugar de aparecer sólo uno en la tecla que estaba activa. Debido a la mala ejecución que mostró el sujeto 31 (el sujeto 37 se adaptó rápidamente al cambio, alternando entre ambas teclas a razón de 10 respuestas para averiguar cual funcionaba), se le volvió a poner una sola tecla iluminada. Una vez se estabilizó de nuevo su ejecución, se volvieron a introducir los dos círculos en las teclas laterales, pero esta vez exigiéndole solo una respuesta a la muestra correcta. Desde ahí, se fue aumentando progresivamente el número de respuestas exigidas a la muestra hasta volver a las 10 iniciales.

Cuando ambos sujetos se estabilizaron de tal forma que tuviesen un porcentaje de aciertos mayor o igual a 80% en ambas clases de equivalencia y estuvo programada la siguiente fase experimental, se les realizó la prueba de simetría BA y pasaron de esta fase.

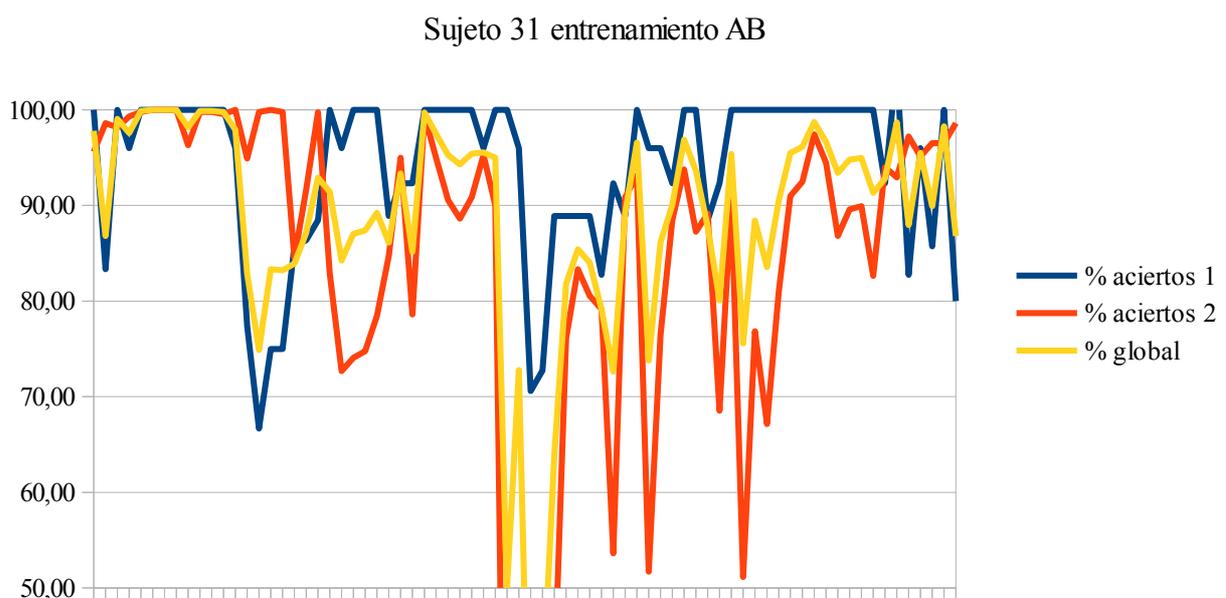


Figura 8: Evolución del porcentaje de aciertos en la discriminación condicional AB del sujeto 31

Sujeto 37 entrenamiento AB

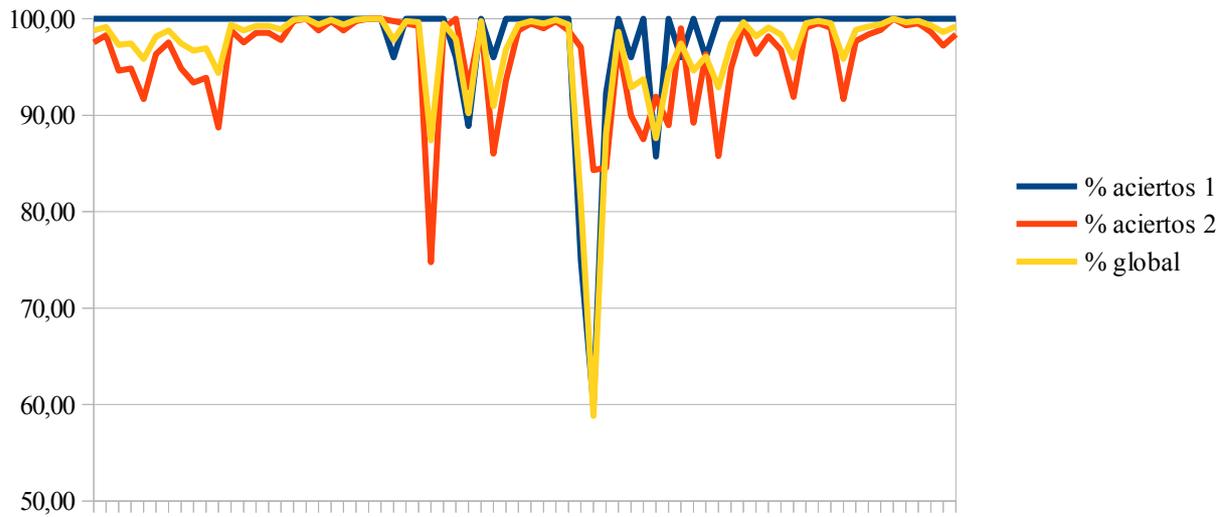


Figura 9: Evolución del porcentaje de aciertos en la discriminación condicional AB del sujeto 37

Pruebas de simetría CB

De forma general, no se apreciaron resultados significativos a favor de una relación derivada de simetría en ninguno de los sujetos. En la prueba de simetría CB clásica con el círculo de color en medio seguido del rectángulo amarillo, las tasas fueron similares en ambos tipos de ensayos, como se muestra en la figura 10.

Prueba de simetría CB clásica

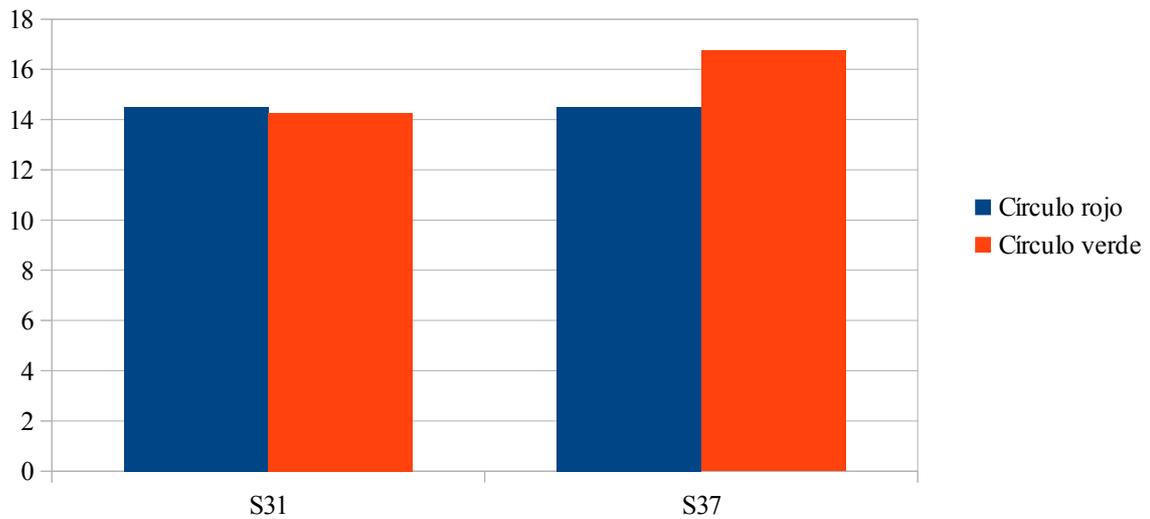


Figura 10: Resultados de la prueba de simetría CB clásica de ambos sujetos

En la figura 11 sí se puede observar cierta tendencia, en el sujeto 37 a responder más ante el rectángulo de color rojo (coherente con tasas altas) que ante el verde (no-go). Sin embargo, esta diferencia se debe básicamente a uno de los 4 ensayos que el sujeto hacía de cada tipo, por lo que, siendo conservadores, no creemos oportuno realzar esta diferencia más de lo que merece.

Prueba de simetría CB rectángulo de color en el centro

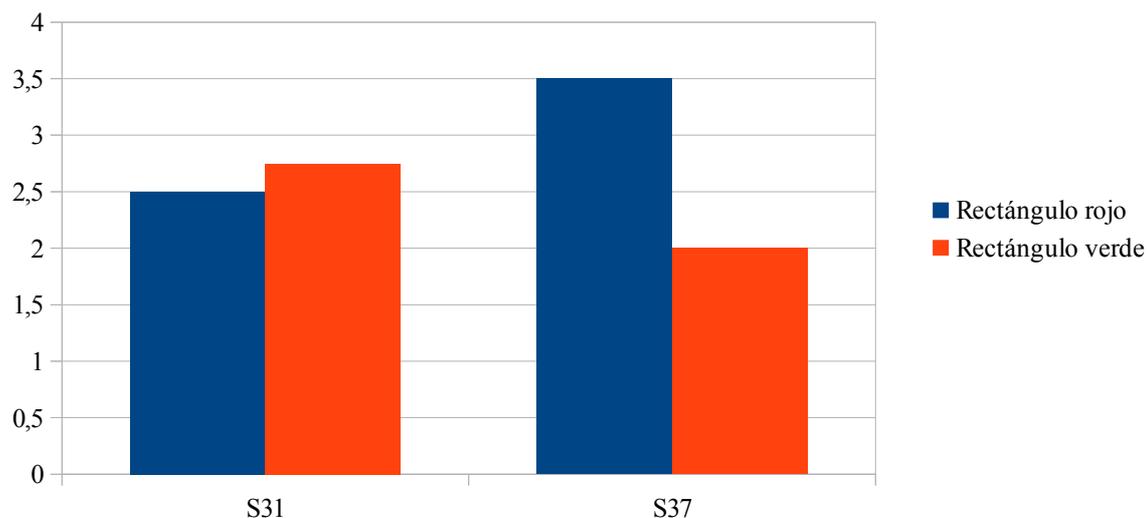


Figura 11: Resultados de la prueba de simetría CB rectángulo de color en el centro de ambos sujetos

En la figura 12 se muestran los resultados de la prueba de simetría CB clásica, en la que los círculos de color aparecían en las teclas laterales y no en el centro, como se mostraba en la figura 10, seguidos del rectángulo amarillo. Esta prueba, por limitaciones temporales, sólo la realizó el sujeto 37, dando un mayor número de respuestas cuando el ensayo era de la tecla roja en la izquierda. Sin embargo, si hacemos las medias de ambos colores y lo comparamos, no existen apenas diferencias.

Prueba de simetría CB círculo de color en los lados - rectángulo amarillo centro

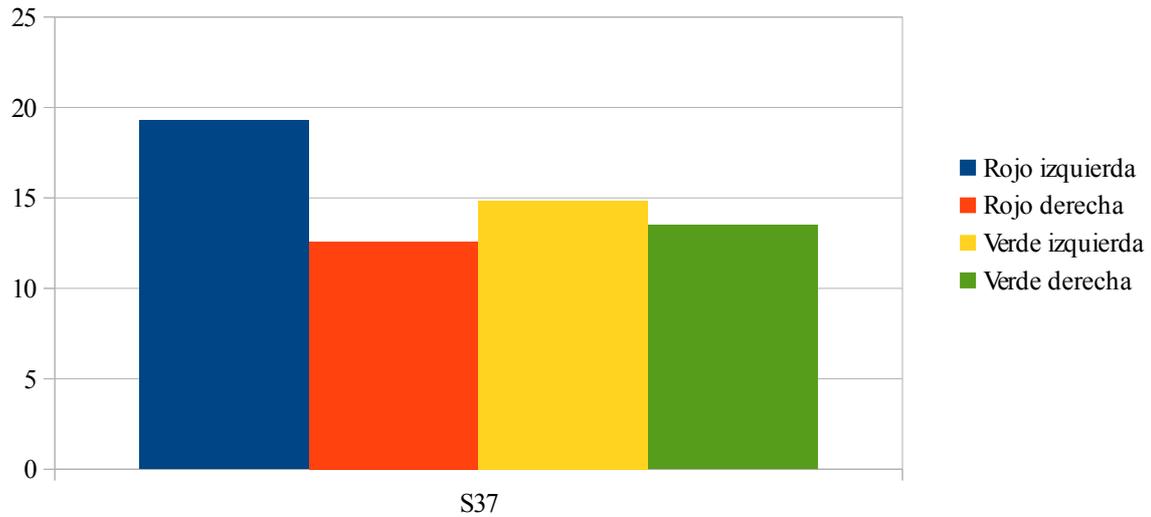


Figura 12: Resultados de la prueba de simetría CB círculo de color en los lados - rectángulo amarillo centro del sujeto 37

Prueba de simetría BA

En las figura 13 y 14 se muestran los resultados de las pruebas de simetría BA, para los sujetos 31 y 37, respectivamente. En general, ambos sujetos tenían un sesgo hacia la derecha, tanto en esta prueba como en su entrenamiento en general, dado que solían comenzar, cuando en un ensayo se mostraban las dos teclas blancas, estando una sola de ellas activa, picando en la derecha, y si esto no resultaba, entonces probar en la izquierda. Dicho sesgo se muestra claramente en los resultados obtenidos en esta prueba. Quizás un indicio leve de simetría podría ser que, en el sujeto 37, dicho sesgo se vio eliminado cuando la opción coherente con el ensayo de simetría BA era elegir la tecla izquierda. Pero, de nuevo, no son unos datos bastante robustos.

Prueba simetría BA clásica del sujeto 31

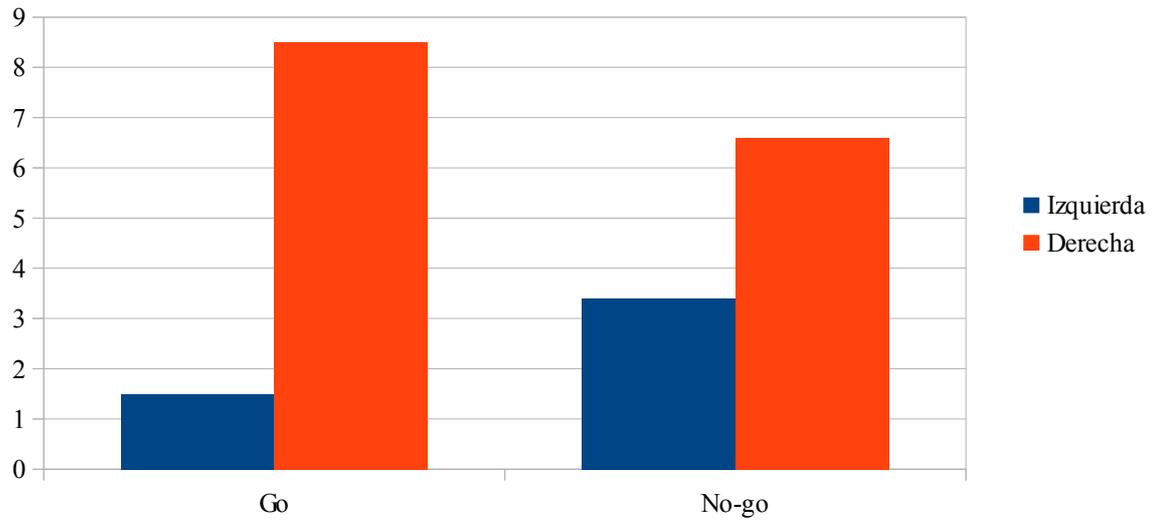


Figura 13: Resultados de la prueba de simetría BA clásica del sujeto 31

Prueba simetría BA clásica del sujeto 37

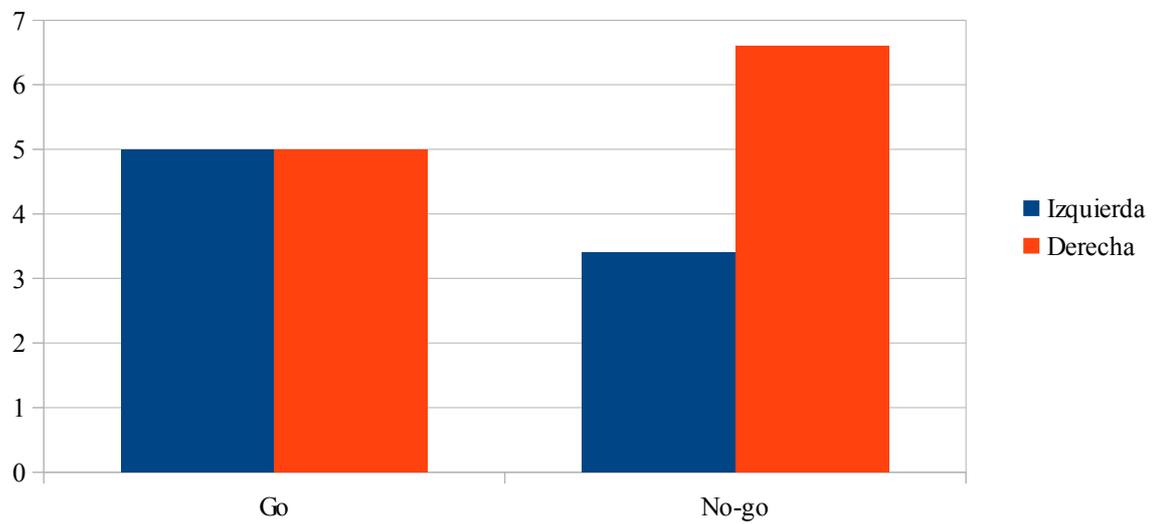


Figura 14: Resultados de la prueba de simetría BA clásica del sujeto 37

Entrenamiento mixto AB/BC

En comparación con el número de sesiones que se realizaron para las discriminaciones condicionales por separado en fases anteriores, en esta fase se invirtió muy poco tiempo.

Podemos comprobar en las figuras 15 y 16 que ambos sujetos tenían una ejecución global por encima del 90% todo el tiempo.

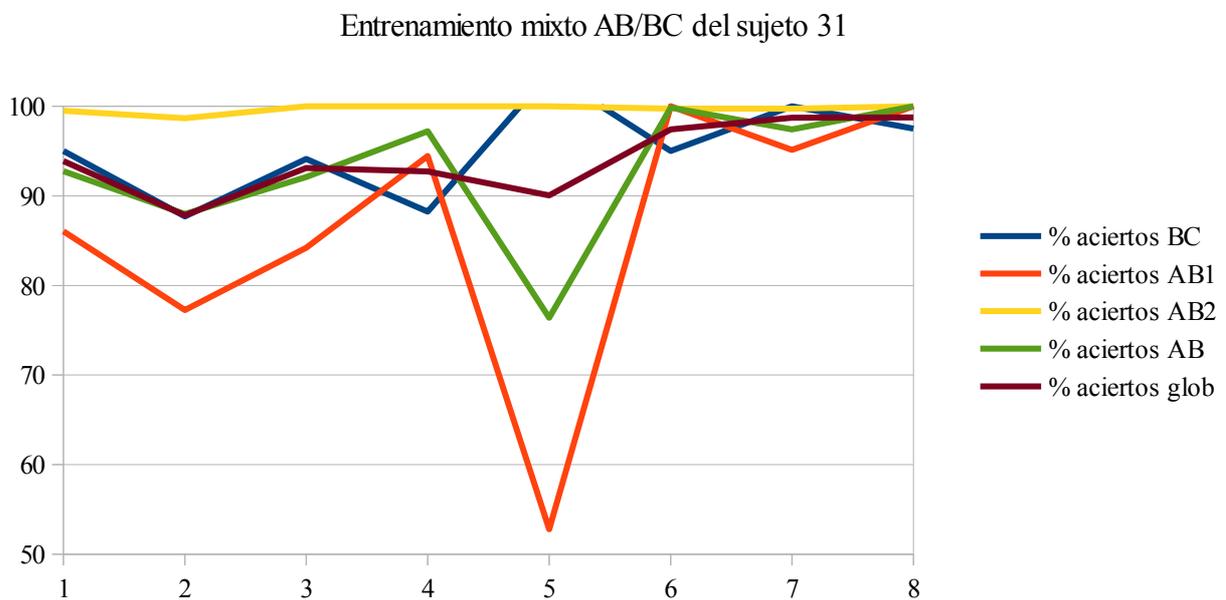


Figura 15: Evolución del porcentaje de aciertos en el entrenamiento mixto AB/BC del sujeto 31

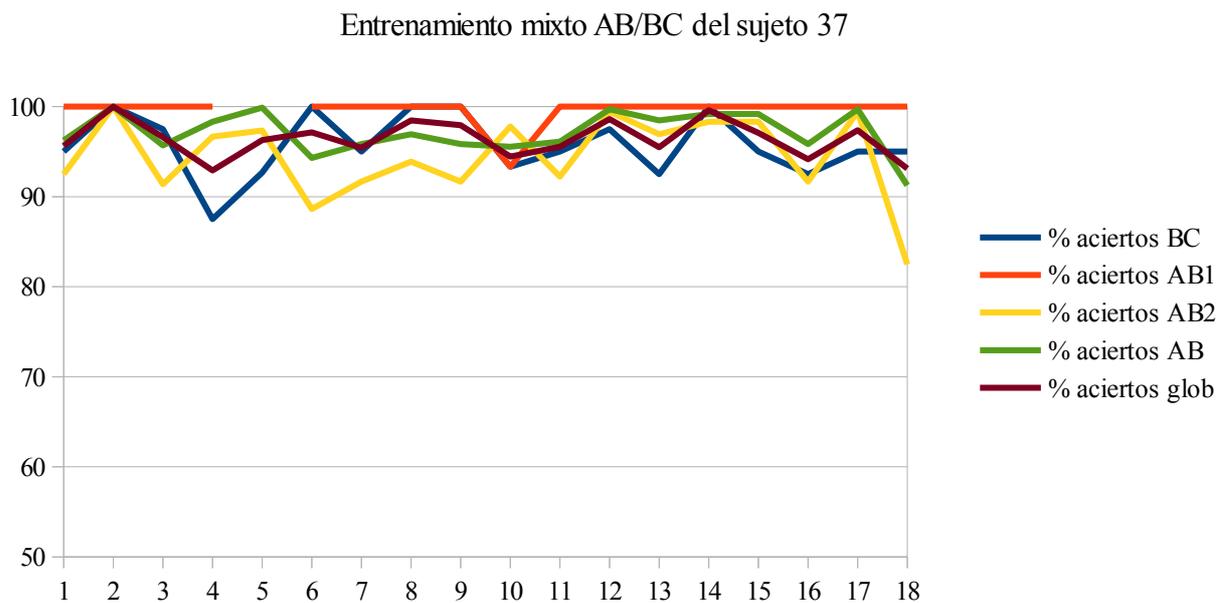


Figura 16: Evolución del porcentaje de aciertos en el entrenamiento mixto AB/BC del sujeto 37

Prueba equivalencia CA

Una vez los sujetos terminaron su fase de entrenamiento mixto AB/BC se les pasó la prueba de equivalencia combinada CA rojo-rojo/verde-verde, idéntica a la realizada por García y Benjumea (2006), sirviendo para probar simetría en su experimento y equivalencia en este caso.

En la figura 17 podemos ver como el sujeto 31 respondió mucho más a la izquierda que a la derecha cuando se presentaban las dos teclas laterales en rojo, siendo en verde básicamente una proporción similar en ambos lados. Esto podría suponer un indicio de formación de clase de equivalencia, si no fuese porque sólo lo realizó en una de las clases, quedando la clase 2, en la que se incluye el color verde, en una proporción similar al azar. La figura 18 muestra los resultados del sujeto 37, sesgado a la derecha en general.

Prueba equivalencia CA rojo-rojo/verde-verde del sujeto 31

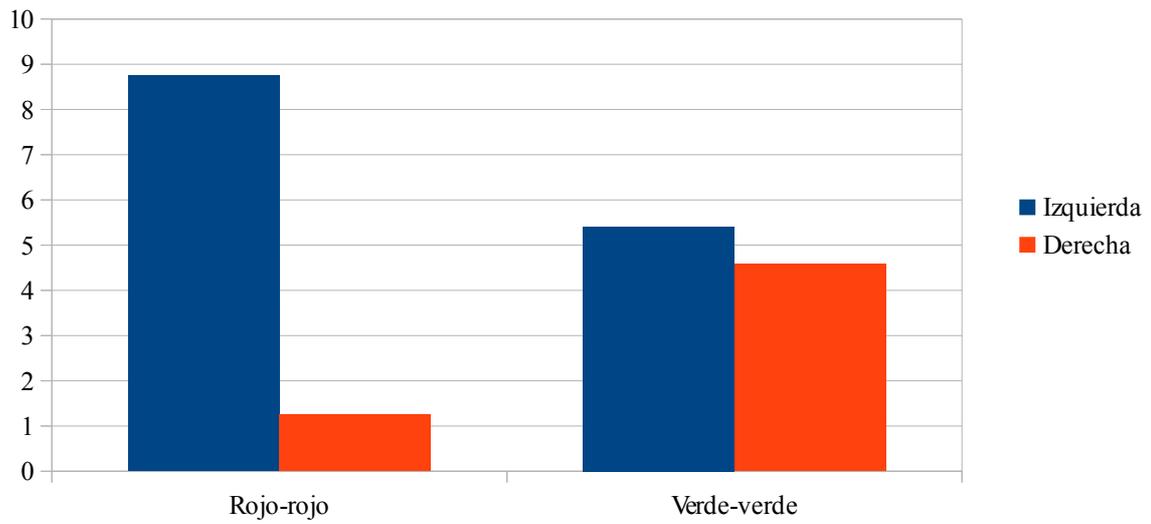


Figura 17: Resultados de la prueba de equivalencia CA rojo-rojo/verde-verde del sujeto 31

Prueba equivalencia CA rojo-rojo/verde-verde del sujeto 37

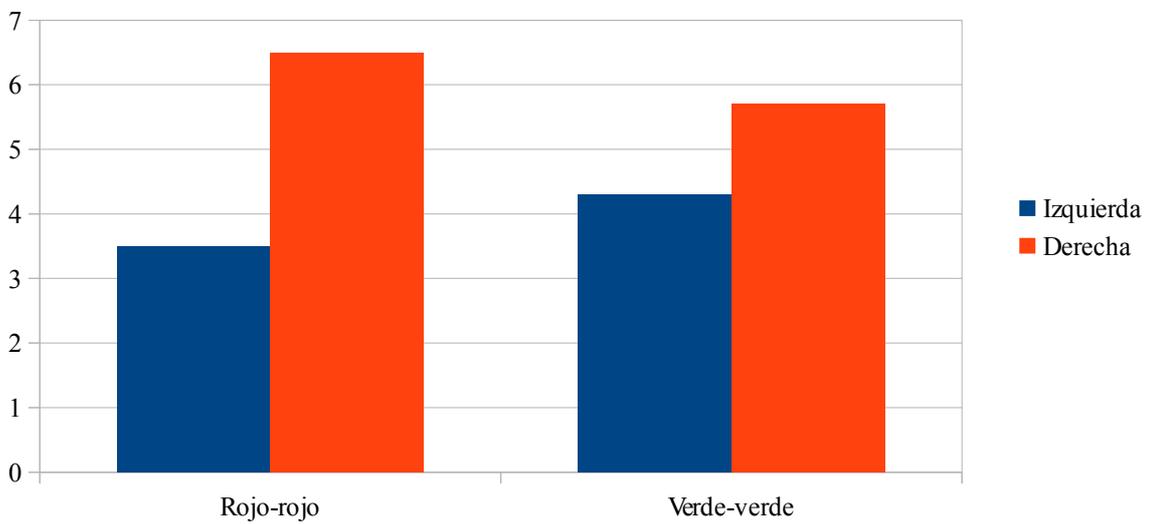


Figura 18: Resultados de la prueba de equivalencia CA rojo-rojo/verde-verde del sujeto 37

Prueba de transitividad AC

En la prueba de transitividad clásica AC se pueden dar cuatro posibles tipos de ensayos de prueba, combinando si estamos evaluando la clase 1 o 2, con lo cual el ensayo comenzaría con una tecla blanca la izquierda o a la derecha, respectivamente, y por la posterior posición de los colores rojo y verde. En general se aprecia una preferencia por el color verde, en ambos sujetos.

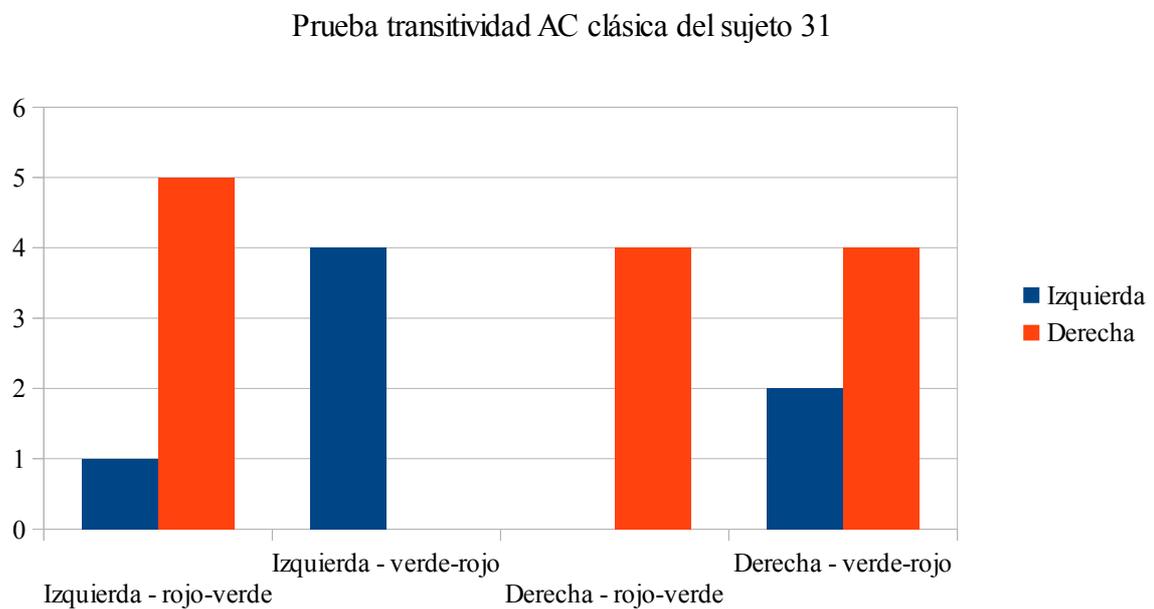


Figura 19: Resultados de la prueba de transitividad AC clásica del sujeto 31

Prueba transitividad AC clásica del sujeto 37

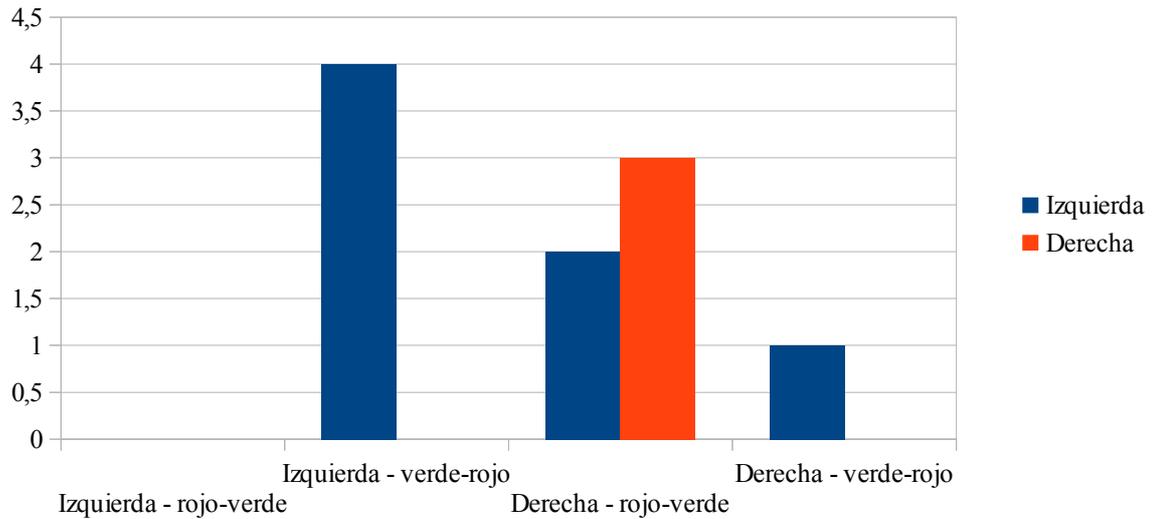


Figura 20: Resultados de la prueba de transitividad AC clásica del sujeto 37

Entrenamiento en cadena ABC

Al igual que en el entrenamiento mixto AB/BC, en el entrenamiento en cadena los sujetos no pasaron mucho tiempo, especialmente el S31, debido a que el laboratorio en el que trabajábamos estaba cerca de cerrar y tendríamos que cambiar a otro en poco tiempo. Por lo tanto, tampoco se pudo establecer un criterio claro para acabar esta fase. Durante esta fase, además, hubo algunos problemas con las cajas de Skinner y algunas sesiones no pudieron realizarse.

En las figuras 21 y 22 podemos observar las ejecuciones de los sujetos 31 y 37 respectivamente, dividiendo sus resultados entre las dos clases de equivalencia implicadas.

Entrenamiento en Cadena ABC del sujeto 31

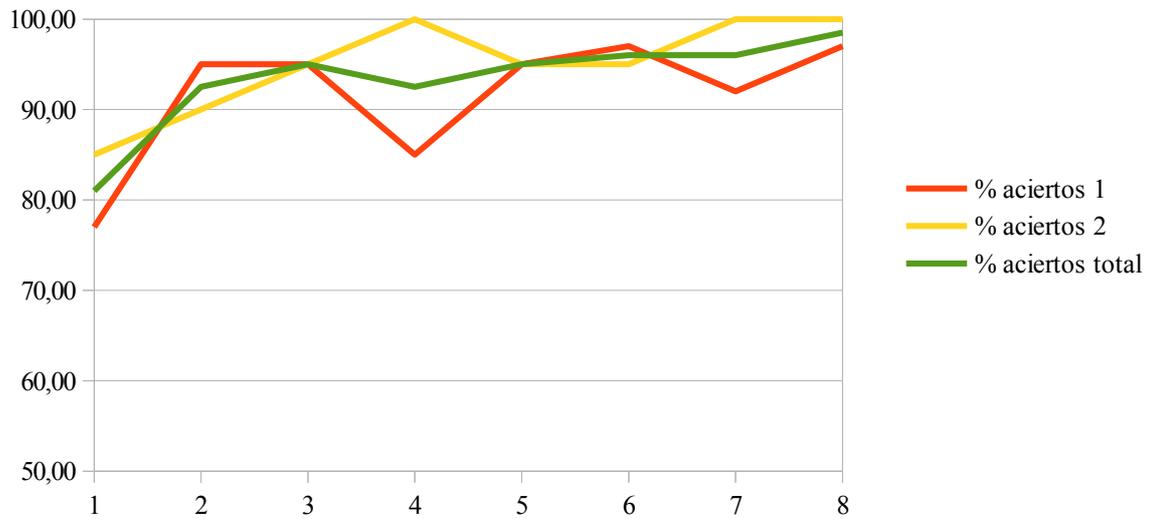


Figura 21: Evolución del porcentaje de aciertos en el entrenamiento en cadena ABC del sujeto 31

Entrenamiento en cadena ABC del sujeto 37

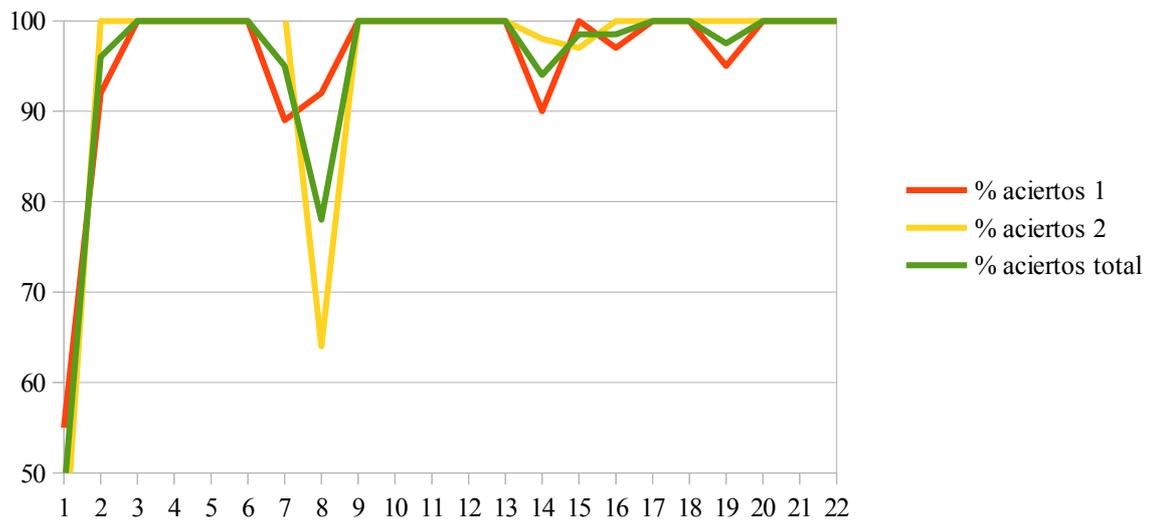


Figura 22: Evolución del porcentaje de aciertos en el entrenamiento en cadena ABC del sujeto 37

Prueba equivalencia CA

Después de realizar el entrenamiento en cadena ABC, se volvió a presentar la misma prueba de equivalencia rojo-rojo/verde-verde que anteriormente, para ver si dicho entrenamiento facilitaba la adquisición de la clase, dado que el procedimiento para formarlas ha sido lineal A-B-C.

Como se puede observar, el sujeto 31, que antes parecía haber derivado la relación de equivalencia en la clase 1, ahora responde de la forma contraria, por lo que este dato contradice la posibilidad de la formación de dicha clase. Por otro lado, es el sujeto 37 el que ahora parece dar algún indicio de derivación de relaciones, pero nada muy robusto.

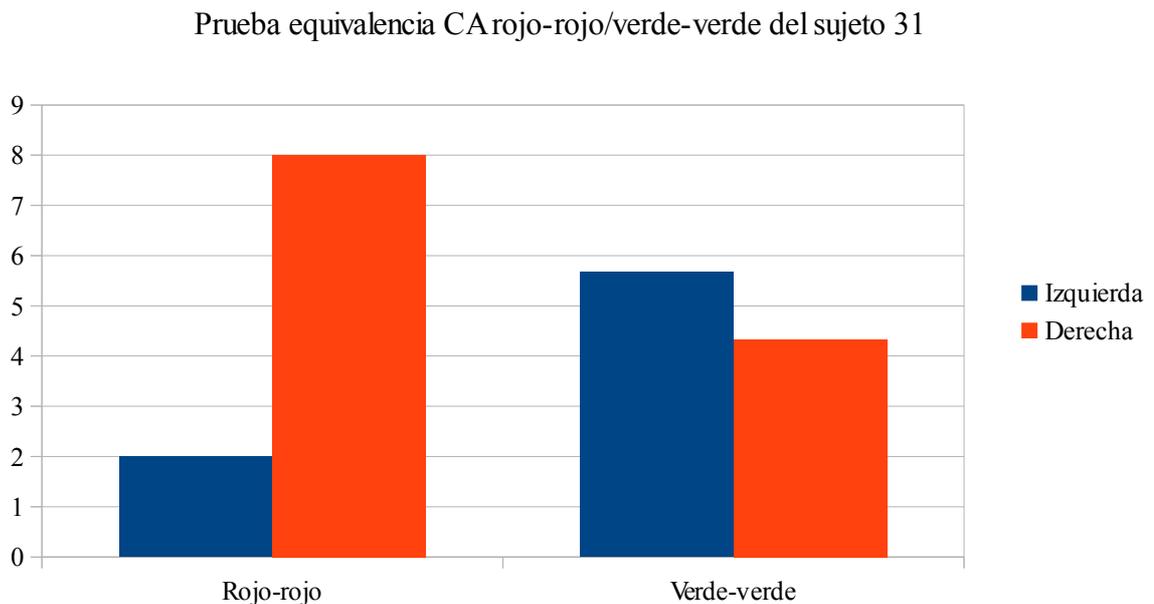


Figura 23: Resultados de la segunda prueba de equivalencia CA rojo-rojo/verde-verde del sujeto 31

Prueba equivalencia CA rojo-rojo/verde-verde del sujeto 37

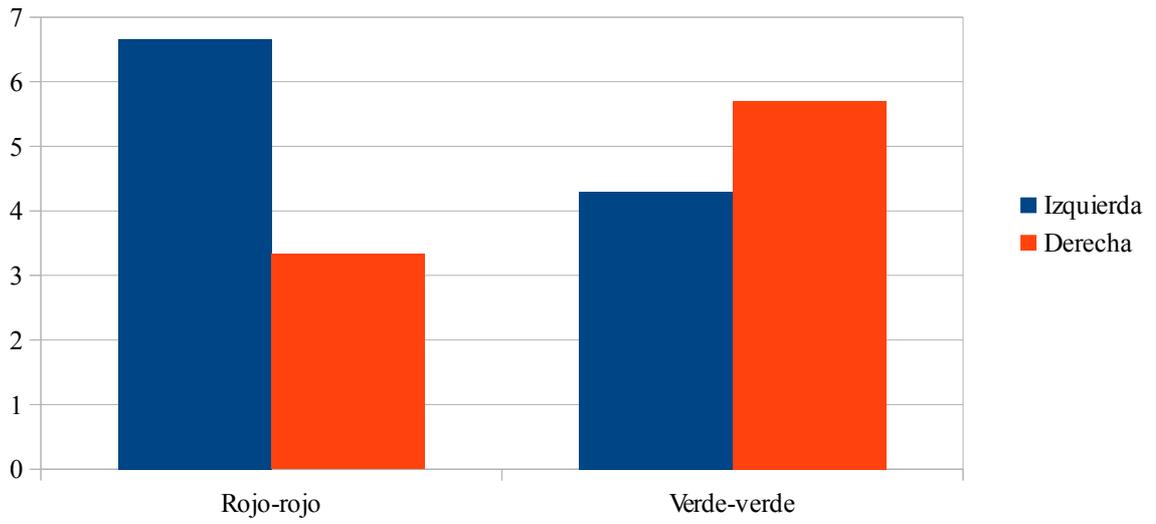


Figura 24: Resultados de la segunda prueba de equivalencia CA rojo-rojo/verde-verde del sujeto 37

Discusión

Dado que nos encontramos ante unos resultados negativos respecto del objetivo que nos propusimos, cabe ahora mencionar los condicionantes para que no hayamos podido lograr dicho objetivo.

En primer lugar, hubo unas condiciones de trabajo inadecuadas, debido a que el laboratorio en el que originalmente trabajábamos iba a remodelarse, por lo que, debido a las obras, tuvimos que desplazarnos a otro lugar, con una habilitación no tan buena para los experimentos y una interrupción de dos meses en los que las palomas estuvieron alojadas en la sociedad protectora de animales y plantas como consecuencia de un problema de sanidad animal que después se demostró falso. Por ejemplo, en el lugar de trabajo al que nos desplazamos, los investigadores estaban en el mismo lugar que las cajas de Skinner en las que trabajaban las palomas. La ventilación en el animalario donde vivían las palomas no eran tan buena como en el laboratorio original.

Entrando en cuestiones de procedimiento, encontramos que en las discriminaciones condicionales las palomas alcanzaban unos niveles de discriminación muy altos, en ocasiones del 100%. Sin embargo, tales niveles de discriminación no condujeron a una derivación de las relaciones de simetría, transitividad o equivalencia. Como se aprecia en las relaciones que acabo de decir, otro fallo fue que en ningún momento probamos la relación derivada de reflexividad. El hecho de que se alcancen niveles tan altos en las discriminaciones condicionales y no en las relaciones derivadas puede deberse a varios factores:

Cometimos el error de, previamente a poner a las palomas a realizar las tareas de cada fase, no delimitar un criterio de éxito, basado por ejemplo en el número de sesiones con una discriminación

por encima de cierto nivel. Esto se hizo especialmente evidente cuando se ven las pocas sesiones de entrenamiento mixto y en cadena que se realizaron, especialmente para el sujeto 31, que llevaba un retraso respecto de la 37.

Otra cuestión importante es que en muchos días de prueba de relaciones de equivalencia, los ensayos de prueba no hayamos podido controlarlos en lo que respecta a orden de aparición y proporción de cada tipo de ensayo. Esto fue debido a limitaciones técnicas con el programa Schedule Manager, y por esta razón hay algunos tipos de ensayos de prueba que se realizaron más veces que otros. En próximos experimentos, en los que utilizaremos el programa MedPC-IV no tendremos dicha limitación y esperamos que, de esta forma, limitemos la influencia de este tipo de error de medida en los ensayos de prueba.

Es posible también, dada la naturaleza aleatoria de los ensayos de prueba que acabamos de comentar, que combinada dicha característica con el hecho de que el programa daba reforzamiento aleatorio un 30% de las veces en los ensayos de prueba para no extinguir la conducta ante situaciones novedosas, hayan coincidido conductas incorrectas con refuerzos, dando lugar a estos resultados negativos. En próximas investigaciones tenemos propuesto realizar durante el entrenamiento un reforzamiento intermitente, de tal forma que las palomas aprendan que pueden realizar un ensayo “bien” y aún así no recibir refuerzo. De esta forma, además de poder aumentar el número de ensayos por sesión, podríamos realizar los ensayos de prueba totalmente en extinción, y no afectar tanto a la conducta de la paloma, como temíamos en esta ocasión.

Además, es posible que las conductas definidas como B1 y B2 (Go-nogo) puedan no ser adecuadas. Una vez terminado el experimento, pasamos a grabar una de las palomas con fines didácticos, y vimos que, cuando tenía que realizar el componente no-go, lo que hacía era picotear

los alrededores de la tecla. De esta forma, no estamos seguros de, hasta que punto, este tipo de reforzamiento de otras conductas en que consiste el no-go, puede resultar adecuado si no se controlan este tipo de situaciones, por ejemplo observando visualmente a los sujetos cuando trabajen, a menudo.

Otra cuestión que podría mejorarse es la formación de las clases de equivalencia. Mientras que en esta ocasión hemos realizado un entrenamiento lineal A-B, B-C, también pueden entrenarse con el entrenamiento llamado uno a muchos A-B, A-C, y con el muchos-a-uno A-C, B-C. Por lo que en próximas investigaciones formaremos las clases de equivalencia en las palomas de esta otra forma, para ver si cambiando la formación de dichas clases podemos lograr resultados positivos.

Además, puede ser que una cuestión importante aún no tratada en profundidad es que el experimento de García y Benjumea (2006), que sirve como fundamento a este estudio, no sólo trabaja la hipótesis de la Discriminación de la Propia Conducta, sino que tiene un elemento más, y que puede ser muy relevante: la prueba de simetría era una prueba combinada, y no sucesiva (se presentaba una situación estimular en la que el sujeto debía emitir una conducta, al contrario de lo que suele suceder: se presenta una situación estimular, el sujeto realiza una conducta, y a continuación se repite este proceso, para así tener los dos elementos cuya relación se quiere probar). De esta forma, es posible que si, además de mejorar las características nombradas hasta ahora, realizamos únicamente pruebas diseñadas específicamente para estos sujetos, con la condición de que sean pruebas simultáneas, podríamos tener, quizá, mejores resultados.

Conclusiones

En el presente estudio se ha tratado de continuar la línea de investigación de García y Benjumea (2006) para ampliar el número de relaciones derivadas de clases de equivalencia en palomas. Sin embargo, los resultados no han permitido nuestro objetivo, debido probablemente a alguna de las múltiples causas que enumeramos anteriormente.

Además, hemos observado, aunque sea de forma colateral, que cuando se combinan en un mismo estímulo las conductas de picar a tasas altas y de dar una respuesta y luego no picar durante un tiempo, las palomas siempre comenzaban comportándose de forma que picasen a tasas altas. No es algo central en nuestro experimento pero es un dato a sumar respecto al comportamiento de las palomas que se puede tener en cuenta en futuros experimentos.

Por otro lado, cabe destacar el alto índice de discriminación que alcanzaron las palomas en su entrenamiento para formar las clases de equivalencia, lo cual hace pensar que efectivamente la discriminación de la propia conducta puede estar siendo una fuente importante de información para que el sujeto ejecute correctamente la tarea. Por lo tanto, intentaremos continuar con esta línea de investigación en un futuro para mejorar el procedimiento todo lo posible y arrojar algo más de evidencia al fenómeno de las clases de equivalencia, apostando por que estamos ante un fenómeno con cierta continuidad entre organismos humanos y no-humanos.

Referencias bibliográficas

- Arias, M. F. (1999). *Control discriminativo múltiple y novedad conductual*. (Tesis doctoral, Universidad de Sevilla).
- Berlanga, M. (2013). *Relaciones de equivalencia estimular en palomas: Extensión del paradigma experimental de frank y wasserman (2005)*. (Trabajo fin de grado, Universidad de Sevilla).
- Boysen, S. T., & Berntson, G. G. (1989). Conspecific recognition in the chimpanzee (pan troglodytes): Cardiac responses to significant others. *Journal of Comparative Psychology*, 103(3), 215-220.
- Brown, P. L., & Jenkins, H. M. (1968). Autoshaping of the pigeon's keypeck. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 11, 1-8.
- Bush, K. M., Sidman, M., & De Rose, T. (1989). Contextual control of emergent equivalence relations. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 51, 29-45.
- Carter, D. E., & Werner, T. J. (1978). Complex learning and information processing by pigeons: A critical analysis. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 29(3), 565-601.
- Church, R. M., & Deluty, M. Z. (1977). Bisection of temporal intervals. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, 3, 216-228.

- Cross, D. V., & Lane, H. L. (1962). On the discriminative control of concurrent responses: The relations among response frequency, latency, and topography in auditory generalization. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 5, 487-496.
- Crowley, M. A. (1979). The allocation of time to temporally defined behaviors: Responding during stimulus generalization. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 32, 191-197.
- Cumming, W. W., & Eckerman, D. A. (1965). Stimulus control of a differentiated operant. *Psychonomic Science*, 3, 313-314.
- D'Amato, M. R., Salmon, D. P., Loukas, E., & Tomie, A. (1985). Symmetry and transitivity of conditional relations in monkeys (*cebus apella*) and pigeons (*columba livia*). *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 44, 35-47.
- Denavy, J. M., Hayes, S. C., & Nelson, R. O. (1986). Equivalence class formation in language-able and language-disable children. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 46, 243-257.
- Dugdale, N. A., & Lowe, C. F. (2000). Testing for symmetry in the conditional discriminations of language-trained chimpanzees. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 73, 5-22.
- Epstein, R. (1985). The spontaneous interconnection of three repertoires. *Psychological Record*, 35, 131-141.
- Frank, A. J., & Wasserman, E. A. (2005). Associative symmetry in the pigeon after successive matching-to-sample training. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 84, 147-165.

- García, A., & Benjumea, S. (2006). The emergence of symmetry in a conditional discrimination task using different responses as proprioceptive samples in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 86, 65-80.
- Gershenson, C. W., & Joseph, B. (1990). *The formation of conditional discriminations and equivalence classes by individuals with alzheimer's disease*. Poster presented at the meeting of the Association for Behavior Analysis, Nashville, TN:
- Gómez, J. (2009). *La simetría como operante generalizada: Propiedades de las clases de equivalencia y teoría de los ejemplares*. (Unpublished Tesis Doctoral). Universidad Nacional de Educación a Distancia,
- Gray, L. (1966). Backward association in pigeons. *Psychonomic Science*, 4, 333-334.
- Gutiérrez, M. T., & Benjumea, S. (2003). Formación de clases funcionales utilizando un entrenamiento de condicionamiento clásico. *Revista Latinoamericana De Psicología*, 35(2), 165-174.
- Hayes, S. C. (1989). Nonhumans have not yet shown stimulus equivalence. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 51, 385-392.
- Hearst, E. (1989). Backward associations: Differential learning about stimuli that follow the presence versus the absence of food in pigeons. *Animal Learning & Behavior*, 17(3), 280-290.

- Hogan, D. E., & Zentall, T. R. (1977). Backward associations in the pigeon. *American Journal of Psychology, 90*, 3-15.
- Hull, C. L. (1939). The problem of stimulus equivalence in behavior theory. *Psychological Review, 46*(1), 9-30.
- Joseph, B., & Thompson, T. (1990). *The formation of equivalence relations by persons with prader-willi and down syndrome*. Poster presented at the meeting of the Association for Behavior Analysis, Nashville, TN.:
- Kastak, C. R., Schusterman, R. J., & Kastak, D. (2001). Equivalence classification by california sea lions using class-specific reinforcers. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 76*, 131-158.
- Kendall, S. B. (1983). Test for mediated transfer in pigeons. *Psychological Record, 33*, 245-256.
- Kuno, H., Kitadate, T., & Iwamoto, T. (1994). Formation of transitivity in conditional matching to sample by pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 62*, 399-408.
- Lazar, R. (1977). Extending sequence-class membership with matching to sample. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 27*, 381-392.
- Lionello, K. M., & Urcuioli, P. J. (1998). Control by sample location in pigeons' matching to sample. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 70*(3), 235-251.

- Lionello-DeNolf, K. M. (2009). The search for symmetry: 25 years in review. *Learning and Behavior, 37*, 188-203.
- Lipkens, R., Kop, F. P., & Matthijs, W. (1988). A test of symmetry and transitivity in the conditional discrimination performances of pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 49*, 395-409.
- McIntire, K. D., Cleary, J., & Thompson, T. (1987). Conditional relations by monkeys: Reflexivity, symmetry, and transitivity. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 47*, 279-285.
- Meehan, E. F. (1999). Class-consistent differential reinforcement and stimulus class formation in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior, 72*, 97-115.
- Murayama, T., & Tobayama, T. (1997). Preliminary study on stimulus equivalence in beluga (delphinapterus leucas). *Japanese Journal of Animal Psychology, 47*(2), 79-89.
- Pérez-González, L. A., & Moreno-Sierra, V. (1999). Formación de clases de equivalencia en ancianos. *Psicothema, 11*(2), 325-336.
- Premack, D. (1986). "Gavagai!" or the future history of the animal language controversy. *Cambridge, MA, US: The MIT Press*,
- Richards, R. W. (1988). The question of bidirectional associations in pigeons' learning of conditional discrimination tasks. *Bulletin of the Psychonomic Society, 26*, 577-579.

- Risley, T. (1964). Generalization gradients following two-responses discrimination training. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 7, 199-204.
- Rodewald, H. K. (1974). Symbolic matching to sample by pigeons. *Psychological Reports*, 34, 987-990.
- Russell, B. (1903). *The principles of mathematics* W. W. Norton & Company.
- Saunders, K. J. (1989). Naming in conditional discrimination and stimulus equivalence. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 51, 379-384.
- Schusterman, R. J., & Kastak, D. (1993). A california sea lion (*zalophus californianus*) is capable of forming equivalence relations. *Psychological Record*, 43, 823-839.
- Schusterman, R. J., & Kastak, D. (1993). A california sea lion (*zalophus californianus*) is capable of forming equivalence relations. *Psychological Record*, 43, 823-839.
- Sidman, M. (1971). Reading and auditory-visual equivalences. *Journal of Speech and Hearing Research*, 14, 5-13.
- Sidman, M. (1994). *Equivalence relations and behavior: A research story* Authors Cooperative.
- Sidman, M., Rauzin, R., Lazar, R., Cunningham, S., Tailby, W., & Carrigan, P. (1982). A search for symmetry in the conditional discriminations of rhesus monkeys, baboons and children. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 37, 23-44.

- Sidman, M., & Tailby, W. (1982). Conditional discrimination vs. matching to sample: An expansion of the testing paradigm. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 37(1), 5-22.
- Skinner, B. F. (1950). Are theories of learning necessary? *Psychological Review*, 57, 193-216.
- Smeets, P. M., Barnes, D., & Roche, B. (1997). Functional equivalence in children: Derived stimulus-response and stimulus-stimulus relations. *Journal of Experimental Child Psychology*, 66(1), 1-17.
- Smeets, P. M., Barnes, D., & Roche, B. (1997). Functional equivalence in children: Derived stimulus-response and stimulus-stimulus relations. *Journal of Experimental Child Psychology*, 66, 1-17.
- Sweeney, M. M., & Urcuioli, P. J. (2010). Reflexivity in pigeons. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 94(3), 267-282.
- Tomonaga, M., Matsuzawa, T., Fujita, K., & Yamamoto, J. (1991). Emergence of symmetry in a visual conditional discrimination by chimpanzees. (pan troglodytes). *Psychological Reports*, 68, 51-60.
- Urcuioli, P. J. (2008). Associative symmetry, antisymmetry, and a theory of pigeons' equivalence-class formation. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, 90, 257-282.
- Valero, L., & Luciano, M. C. (1992). Relaciones de equivalencia: Una síntesis teórica y los datos empíricos a nivel básico y aplicado. *Psicothema*, 4(2), 413-428.

- Vasconcelos, M. A. (2008). *Proprioceptive sample stimuli and associative symmetry in pigeons*.
(Unpublished Purdue University, West Lafayette, Indiana).
- Vasconcelos, M. A., & Urcuioli, P. J. (2011). Associative symmetry in a spatial sampe-response paradigm. *Behavioural Processes*, *86*, 305-315.
- Vaughan, W. (1988). Formation of equivalence sets in pigeons. *Journal of Experimental Psychology: Animal Behavior Processes*, *14*, 36-42.
- Velasco, S. M., Huziwara, E. M., Machado, A., & Tomanari, G. Y. (2010). Associative symmetry by pigeons after few-exemplar training. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *94*, 283-295.
- Wright, A. A., & Cumming, W. W. (1971). Color naming functions for the pigeon. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *15*, 7-17.
- Wulfert, E., & Hayes, S. C. (1988). Transfer of a conditional ordering response through conditional equivalence classes. *Journal of the Experimental Analysis of Behavior*, *50*, 125-144.
- Yamamoto, J., & Asano, T. (1995). Stimulus equivalence in a chimpanzee (pantroglodytes). *Psychological Record*, *45*(1), 3-21.
- Zentall, T. R., Sherburner, L. M., & Steirn, J. N. (1992). Development of excitatory backward associations during the establishment of forward associations in a delayed conditional discrimination by pigeons. *Animal Learning & Behavior*, *20*, 199-206.

Zentall, T. R., & Smeets, P. M. (1996). *Stimulus class formation in humans and animals*. New York: Elsevier.

